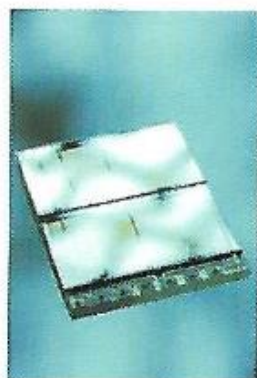




Dansk Rumfart

Astronautkandidat-
kampagnen er i gang!



MEMS teknologi
klar til rumfartsbrug

Fødevarernes betydning
for rumrejsende



Innhold

Dansk rumfartsforskning – et stadig bredere spektrum af fagdiscipliner	2
En dansk astronautkandidat	3
Ernæring i rummet	8
Rumfartskonference for studerende	12
MEMS in space	12
Få dit eksperiment med på Rumstationen ISS	17
Generalforsamling 2005	18

Dansk rumfartsforskning – et stadig bredere spektrum af fagdiscipliner

af Thim Nørgaard Andersen, thim@rumfart.dk

Siden foråret har der var stor interesse for udvælgelsesproceduren af en kommende dansk astronautkandidat, og i starten af november blev mange spørgsmål besvaret ved præsentationen af opslaget til ansøgningen og en offentliggørelse af det panel som skal stå for udvælgelsen. I dette nummer af Dansk Rumfart har vi fået formanden for udvalget, Per Lundahl Thomsen fra Danmarks Rumcenter, til at fortælle om proceduren og kravene til de kommende kandidater. En ting er dog udvælgelsesproceduren, noget andet er hvilke ting man kan forvente, hvis man er

så heldig at komme igennem nåleøjet hos ESA, når de åbner for søgning. Som det fremgår af artiklen stilles der store krav og få vil kunne opfylde dem alle. I Dansk Selskab for Rumfartsforskning har vi store forventninger til det spin-off af interesse som både udvælgelsen og arbejdet for den eller de kommende kandidater vil kaste af sig. I andre europæiske lande har der været en stigende interesse for naturvidenskab og rumfart efter at de har fået plads i det europæiske astronautkorps. Den interesse håber og tror vi også vil komme til Danmark, hvis det

Redaktionelt

Udgiver: Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nummer 62, december/januar 2004/2005
Deadline til Dansk Rumfart nr. 63: 1. februar 2005.

Ansvarshavende redaktør

Thim Nørgaard Andersen
Parmagade 44, 3.tv.
2300 København S
Tlf. 32 84 56 37
e-mail: thim@rumfart.dk

Kontakt redaktionen

e-mail: redaktion@rumfart.dk

Redaktion

Michael Lumholt & Thim Nørgaard Andersen
(ansvarshavende redaktør)

Forsiden

Alan L. Bean på Apollo 12 (foto: NASA). Solsensor fra DTU (foto: DTU). Hvede i vækstskammer på rumfærgen (foto: NASA).

Bagsiden

Billeder fra pressekonferencen den 1. november på DSRI, hvor astronautkandidatkampagnen blev sat i gang.

Tryk

A/S Handelstrykkeriet, Odense

ISSN 0905-2410

lykkes at få en dansker optaget i korpset.

At interessen for rumfart og rumfartsforskning er til stede var allerede tydelig ved 1st Danish Student Space Workshop, en workshop Dansk Selskab for Rumfartsforskning var arrangeret af i foråret. Det blev samtidig tydeligt, at der er mange aspekter af rumfartsforskning, der ikke tidligere har været så fremtrædende, men som i større grad vinder fokus. At kosten man indtager under en rummission er essentiel for velbefindende og ydeevne har fået sat spørgsmålstegn ved. Betydningen af den viden der kan udtrækkes fra undersøgelserne af kostens indvirkning på astronauter og kosmonauter, vil i fremtiden få betydning for både hospitalsindlagte patienter og den almindelige forbruger i supermarkedet. På samme måde som mange medicinske eksperimenter har vist det kan den nye viden hurtigt overføres til patientbehandlingen på landets hospitaler. Det fortæller to specialestuderende fra Landbohøjskolen om i artiklen om ernæring for astronauter på side 8.

En dansk astronautkandidat

af Per Lundahl Thomsen, Danmarks Rumcenter

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling besluttede i foråret 2004, at Danmark skal rekruttere én eller flere kvalificerede astronautkandidater og indstille den eller disse til optagelse i Det Europæiske Astronautkorps. Danmark har, som medlem af Den Europæiske Rumorganisation (ESA), mulighed for at få optaget en kvalificeret dansk kandidat i korpset på lige fod med de øvrige deltagerlande. Endnu har ingen

Et andet nyt område der i fremtiden vil få betydning er mikro-elektriske og mekaniske strukturer og maskiner, de såkaldte MEMS. Disse systemer vil i højere grad vinde indpas ikke bare i rumfarten, men også i hverdagen. Den robusthed systemer opnår ved at blive udviklet til rumfartsbrug vil givet i løbet af ganske kort tid gøre sig gældende i tilsvarende systemer der anvendes her på jordoverfladen. Dette var også et perspektiv som blev præsenteret på forårets workshop og i artiklen på side 12 fortæller en nylig uddannet ingeniør fra Danmarks Tekniske Universitet om MEMS, om kravene til dem og hvilke opgaver de bl.a. kan løse i rumfartsbrug.

Der er mange nye aktiviteter i gang og på vej. Aktiviteter som viser det brede spektrum af faglige ekspertiser der skal til for at dække behovene til rumfarten. En del af disse aktiviteter vil kaste nye tiltag af sig – tiltag som måske ikke er direkte relateret til rumfart, men som tager sit udgangspunkt i rumfart og de specielle krav der stilles her.

dansker været medlem af korpset, og det skal understreges, at den eller de endelige kandidater ikke er garanteret optagelse i korpset. Videnskabsministeriet har overdraget opgaven til Danmarks Rumcenter¹ (DRC), og har sammen med Rumcenteret udpeget et udvalg, der skal vælge de danske astronautkandidater.

ESA på nuværende tidspunkt sætter til deres udvælgelse af kandidater sat et antal formelle krav til ansøgerne som er beskrevet kortfattet i det følgende.

1. Alder mellem 27 og 37 år
2. Højde mellem 153 og 190 cm.
3. Vægt mellem 50 og 95 kg.
4. Normalt helbred
5. Videregående uddannelse indenfor naturvidenskab, f.eks. som ingeniør, læge, fysiker eller kemiker.
6. Stærke kvalifikationer inden for forskning/udvikling, f.eks. i form af en ph.d.-grad eller lignende.
7. Tale og skrive flydende engelsk.
8. Dansk statsborger

Derudover vil det være en klar fordel, hvis ansøgere har mindst tre års erfaring efter endt kandidatuddannelse.

Andre fordelagtige egenskaber omfatter bl.a. piloterfaring, dykkercertifikat, sportsudøvelse, sprogkunskaber udover engelsk, f.eks. i fransk, russisk eller tysk. Erfaring med længerevarende isolation, gode formidlings-evner og praktisk håndlag vil også være en fordel.

Ansøgeren og ansøgerens familie skal naturligvis være indstillet på, at den eller de udvalgte kandidater i længerevarende perioder vil være udstationeret forskellige steder i udlandet og erfaringen viser, at dette krav ofte er et af de sværeste at efterleve.

På hjemmesiden www.astronaut.nu kan man læse mere om detaljerne for hvordan man formulerer og indsender ansøgningen.

Udvælgelsesproceduren

Kvalificerede ansøgere vil under udvælgelsen gennemgå en række test, undersøgelser og samtaler. Her vurderes det, om ansøgeren har den rette psyke, et tilfredsstillende helbred og evnerne, der skal til for at blive astronaut. Udvælgelsen vil efter modtagelsen af ansøgningerne foregå i fem trin:

1. Screening.
2. Håndlagstests og overordnet helbredsundersøgelse.
3. Samtaler med psykolog.
4. Dybdegående helbredstest
5. Valg af kandidat(er)

Trin 1: Screening

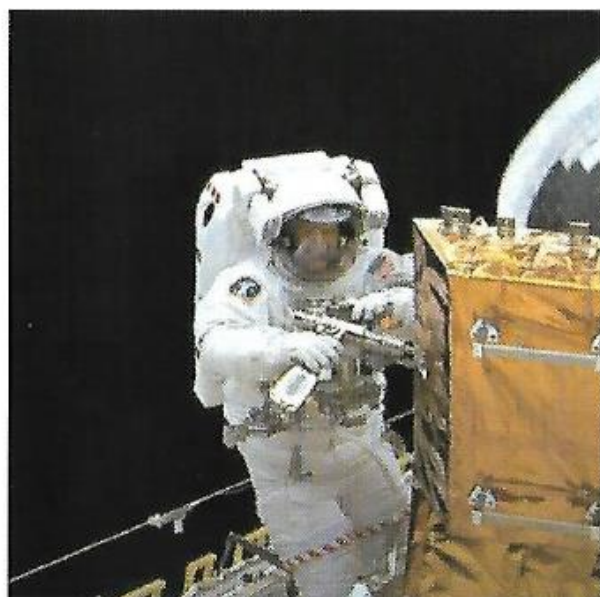
Ansøgningerne vil efter modtagelsen blive vurderet ved en overordnet gennemgang, hvor det sikres, at de formelle krav er overholdt. Til dette formål anvender astronautudvalget et evalueringsskema.

Trin 2: Håndlagstest og overordnet helbredsundersøgelse

De kvalificerede ansøgere kaldes alle til en overordnet helbredsundersøgelse og skal også gennemgå såkaldte håndlagstest, hvor simultankapacitet, rumsans m.m. bliver testet. Disse test foregår på computer, og 12 ansøgere bliver testet ad gangen. Testforløbet finder sted ved Forsvarets Værnepligt og Rekruttering i Jonstruplejren i Værløse.

Trin 3: Samtaler med psykolog

Resultaterne af den overordnede helbredsundersøgelse og af håndlagstestene bliver forelagt astronautudvalget, og ved hjælp af endnu et evalueringsskema vælger udvalget de bedst kvalificerede, der alle bliver indkaldt til samtaler hos psykologer ved Forsvarets



Den franske ESA astronaut Claude Nicollier igang med at reparere Hubble-teleskopet under en rumvandring på STS-103 den 1.0. april 2001. Foto: NASA.

Værnepligt og Rekruttering i Jonstruplejren i Værløse.

Ved samtalerne bliver følgende inddraget og vurderet:

- Opvækst
- Skolegang
- Videre uddannelse/karriere
- Fritid
- Familie/bagland
- Motivation - bærekraft - realisme
- Fremtidsperspektiver
- Social funktion
- Kognitiv/psikomotorisk funktion
- Stressresistens

En erfaren flyvepsykolog kortlægger ansøgerens personlighed ved hjælp af et semistruktureret interview. Psykologen giver efterfølgende udvalget en mundtlig vurdering og en bedømmelse på en egnethedsskala.

Trin 4: Dybdegående helbredstest

Institut for Militær Psykologi rapporterer deres vurderinger fra trin 3 til udvalget, der herefter beslutter, hvilke kandidater går videre til trin 4. Disse formentlig ca. 10 ansøgere vil gennemgå mere detaljerede helbredsundersøgelser på flyvemedicinsk klinik på Røgshospitalet.

Den dybdegående helbredstest skal sikre, at ansøgerne opfylder samtlige de helbreds krav, der stilles som forudsætning for optagelse i ESA's astronautkorps. De helbredsmæssige tests består af tre dele:

- Sygehistorie
- Almindelig lægeundersøgelse
- Speciallægeundersøgelser

Sygehistorie

Ansøgerne bliver bedt om at udfylde et skema, hvor de udspringes om egne sygdomme, hospitalsindlæggelser, medicinforbrug, rygning, alkoholindtagelse og om der er arvelige sygdomme i familien. Desuden skal ansøgerne angive, om deres forældre eller søskende lider af sygdomme, og ved dødsfald hos forældre eller søskende skal dødsårsagen oplyses. Endelig spørges der til symptomer fra hvert enkelt organsystem, f.eks. om man bliver forpustet af at gå op til 2. sal, om man har haft eller har tilfælde med hjertebanken osv.

Almindelig lægeundersøgelse

Der foretages først en såkaldt klinisk undersøgelse, hvor lægen lytter på lunger og hjerte med stetoskop, trykker i maven mhp. lokaliseret ømhed og udfyldning, ser ind i mund, hals og ører, undersøger bevægelighed af krop, arme og ben og foretager en

undersøgelse af nervesystem og reflekser herunder balancen. Derefter måles blodtryk og puls, der tages et elektrokardiogram (EKG), og der foretages pusteundersøgelser til måling af lungernes funktion.

Speciallægeundersøgelser

En øjenlæge foretager en grundig undersøgelse med bestemmelse af synsstyrke, evne til at se ting tæt på, øjenbevægelighed og synsfelter. En øre-næse-halslæge undersøger øregang og trommehinde, og om hørelsen er god nok. Ørelægen foretager også en grundig balanceundersøgelse og undersøger, om forbindelsen mellem øjenmusklerne og det indre øre er intakt. Desuden foretager en tandlæge en røntgenundersøgelse af tænderne og en

almindelig tandlægeundersøgelse.

Endelig foretages en såkaldt orthostatisk stress-test på vippeleje og med anlæggelse af undertryk omkring underkroppen. Samtidig måles puls og blodtryk for at undersøge om blodtryksreflekserne er intakte. Disse tests foregår på Flyvemedicinsk klinik på Rigshospitalet og på Medicinsk Fysiologisk Institut på Panuminstituttet i København.

Hvis undersøgelserne rejser mistanke om helbredsproblemer kan uddybende undersøgelse af de samme eller andre specialister evt. blive nødvendig.

Trin 5: Valg af kandidat(er)

Flyvemedicinsk Klinik rapporterer resultaterne af helbredsundersøgelserne til udvalget, og på baggrund heraf og på baggrund af det øvrige materiale indkalder udvalget de mest relevante ansøgere til en samtale.

Denne samtale vil overvejende foregå på engelsk, og ansøgeren skal som en del heraf redegøre på engelsk for sin baggrund, for sine forudsætninger for at ville være astronaut og for sine forestillinger om astronautjobbet. Efter denne første samtale vælger udvalget et mindre antal ansøgere til endnu en samtale, hvor udvalget kan danne sig et uddybende indtryk af disse kandidater. Samtalerne vil foregå på Danmarks Rumcenter i København.

På baggrund af det samlede materiale og på baggrund af de to samtaler med udvalget, vælges herefter den eller de kandidater, der skal præsenteres over for ministeren som Danmarks kandidat(er) til at blive indstillet til det europæiske astronautkorps.

Fra dansk side skal vi umiddelbart kun regne med at få en enkelt kandidat optaget i det



ESA-astronaut Michel Tognini under træning på NASA Johnson Space Center, Houston. (Foto: NASA).

europæiske astronautkorps, men dette vil ikke afholde udvalget fra at udpege mere end én kandidat, hvis udvalget vurderer, at mere end én fuldt lever op til udvalgets og til ESA's krav.

Dagligdagen

Hvis det lykkes at få optaget en dansk kandidat i ESA Astronautkorps vil den pågældende se frem til en meget spændende uddannelse og et job der ikke kan sammenlignes med noget andet. Det vil også blive et hårdt job og man skal nok regne med at det bliver en livsstil mere end det bliver noget andet.

Det meste af arbejdet i rummet er for tiden stærkt knyttet til Den Internationale Rumstation (ISS), der kredser rundt om Jorden i en højde af 335-460 kilometer. Siden 2001 har rumstationen været beboet af to astronauter, som har opholdt sig deroppe i tre til seks måneder ad gangen. Enkelte astronauter, deriblandt de europæiske, opholder sig kun på ISS i relativt kort tid ad gangen. Når rumstationen er færdigbygget, vil den være på størrelse med en fodboldbane, når de store solpaneler medregnes. De europæiske astronauters opgave er at hjælpe de amerikanske astronauter og russiske kosmonauter med at færdigbygge ISS og med at udføre forskning for europæiske forskere. Ud over fysiologisk forskning, som Danmark har en særlig stor andel i, forskes der i materialer, væsker, krystaller m.m.

ESA har ikke selv nogen rumfartøjer, som kan bruges til at fragte astronauter til og fra rummet. Derfor får de europæiske astronauter et lift med et af de russiske eller amerikanske rumfartøjer.



EAC – Det europæiske astronautkorps holder til i Köln.

Det europæiske astronautkorps har hovedkvarter i Köln i Tyskland og er en del af ESA. Astronautkorpset har for øjeblikket 13 medlemmer fra europæiske lande, men som sagt endnu ingen fra Danmark. Den seneste offentlige ansøgningsrunde til det europæiske astronautkorps var i 1992, hvor 22.000 europæere søgte om at få rummet som arbejdsplads.

At slippe gennem nåleøjet til astronautkorpset er kun det første skridt på den lange vej til at blive sendt af sted på en rummission. Når man er blevet optaget, skal man nemlig gennem flere års træning, før man kan gøre sig håb om at blive sendt i kredsløb om Jorden.

Astronauterne skal igennem tre træningsfaser:

Grundlæggende træning med teknisk og teoretisk undervisning i rumfart. Her træner astronauterne også i at arbejde under tidspres og i grupper.

Videregående træning, hvor astronauterne tilegner sig specielle kompetencer, f.eks. inden for navigation eller rummedicin.

Missionstræning, hvor en kommende besætning over missionens forskellige faser sammen. Denne fase tager ca. 1½ år.

Meget af træningen foregår på ESAs astronautcenter i Köln, men astronauterne træner også i Houston i USA og i Star City ved Moskva i Rusland.

Selv om uddannelsen er rettet imod at komme til at arbejde i rummet vil en stor del af dagligdagen komme til at foregå på jorden med træning, træning og atter træning. Også arbejdet med at støtte af de astronauter som er på mission i rummet vil sandsynligvis optage en del af tiden og så skal der også være plads til at forske i mellemliggende perioder. Sidst men absolut ikke mindst laver astronauter en utrolig mængde præ-arbejde i form af

foredrag rundt om i verden, artikler, tv-indslag og meget mere, der skal inspirere os alle sammen til at interessere os mere for naturvidenskab som helhed. Dvs. det er ikke udelukkende flyvningen der kvalificerer en astronaut, men i meget høj grad alt det forberedende arbejde der foretages på Jorden.

Note

¹ Danmarks Rumcenter er resultatet af en fusion mellem Dansk Rumforskningsinstitut og Kort- og Matrikelstyrelsens sektor-forskning i geodæsi. Det nye center, der er en sektorforsknings-institution under Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, har hjemsted i København og kommer til at huse ca. 70 forskere, teknikere og ingeniører.

Ernæring i rummet

Af Charlotte Elisabeth Mithril og Lone Graasbøl Rasmussen, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole

Ophold i rummet giver anledning til en række forskellige ændringer i kroppen. Nogle af dem har stor betydning for astronauter og kosmonauters velfærd og sundhedstilstand. Gennem kosten kan man regulere på nogle af disse ændringer, men det har ikke været et felt som har nydt den store bevågenhed gennem mange år. Med tankerne om længerevarende rejser til f.eks. Mars er kosten blevet et vigtigt element at tage hensyn til. Betydningen af kosten for kroppen og dens velbefindende er vigtig, og både i forskningsverdenen og industrien er der flere projekter igang – projekter som også har betydning for de fødevarer vi kan købe i dagligvarebutikkerne.

Selvom man arbejder indenfor et felt, der i Danmark ikke har den store interesse indenfor rumfartsforskning betyder det ikke, at man ikke kan komme til at beskæftige sig med området. Vi er to speciale-studerende der læser på overbygningen Human Ernæring på Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole i København. Vi har vidt forskellig baggrund (henholdsvis en BA i levnedsmiddel fra DTU og en BA i biologi fra KU), men deler den samme interesse for bemandet rumfart. En

workshop for rumfartsinteresserede studerende fra forskellige studieretninger (1st Danish Student Space Workshop arrangeret af Dansk Selskab for Rumfartsforskning) blev starten på et godt samarbejde og har ført til et omfattende netværk omfattende alt fra forskningsmiljøet inden for bemandet rumfart/rummedicin på Panum, til Arla Foods' innovationsprojekt (Lacmos) der udvikler mejeriprodukter til NASA (hvor Charlotte nu skriver speciale) og adskillige

kontaktpersoner hos ESA. Indenfor rumfartsforskningen har man efterhånden fået øjnene op for, hvor vigtig en rolle ernæring spiller i forhold til at få astronauterne til at yde deres bedste, og for at astronauterne tager mindst mulig skade af opholdet i rummet.

Sammensætning af kost til astronauter

Under ophold i rummet udsættes kroppen for et uvant og stresset miljø grundet den vægtløse tilstand. Omstændighederne påvirker balancen af de forskellige næringsstoffer i kroppen og kommer til udtryk ved blandt andet ændringer i kropssammensætningen samt ændringer i energiforbruget. Udover at astronauternes kost skal opfylde de på Jorden gældende kostenbefalinger, er



Smagsindtrykene ændres under vægtløshed. Flere astronauter har udtrykt ønske om stærkere og kraftigere smagsstoffer i kosten. (Foto: Poul Puplis, StockFood)

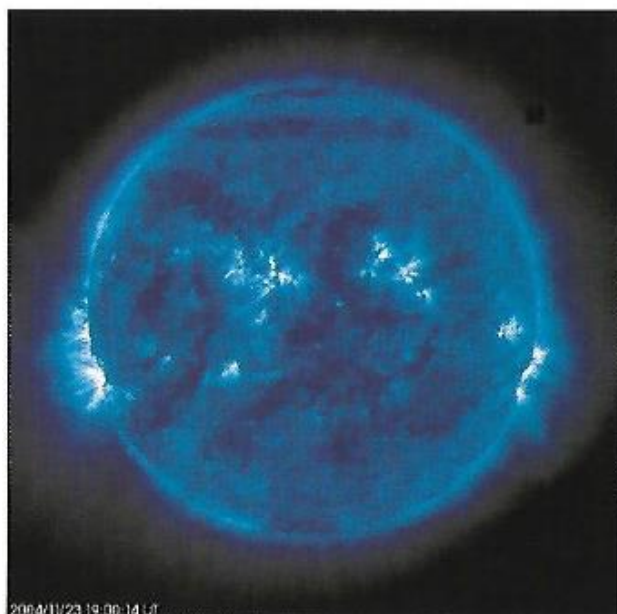


Michael Foale (NASA) og André Kuipers (ESA) spiser hollandsk ost til morgenmad ombord på ISS. Michael Foale var en del af Ekspedition 9 og André Kuiper var ombord i en uge i april 2004. (Foto: ESA/NASA).

der også visse næringsstoffer der er et øget behov for.

Den vægtløse tilstand har en negativ indvirkning på kroppens knoglemasse, da skelettet ikke styrkes ved at bære kroppens egen vægt som på Jorden. Dette medfører en konstant nedsættelse af kalciumindholdet i knoglerne på omkring 1-2% pr. måned og kan over lang tid føre til udvikling af knogleskørhed. Det er derfor utrolig vigtigt at kosten er rig på kalcium og ikke mindst D-vitamin, som sørger for optagelsen af kalcium i tarmene og i knoglemassen. Normalt er direkte sollys en vigtig kilde til D-vitamin, men dette er af åbenlyse grunde ikke muligt under ophold i rummet.

Muskelvævet reduceres også grundet vægtløsheden og de begrænsede muligheder for at dyrke fysisk aktivitet. For at opretholde fyldte proteinlagre i kroppen skal kosten efterleve den anbefalede mængde med et proteinindhold på mellem 12-15% af den totale energi, men om behovet i rummet er større er endnu uvist. En anden faktor der påvirker de ernærings-mæssige behov under ophold i rummet er ændringer i



Solen er en vigtig kilde til D-vitamin. Den ultraviolette stråling fra Solen er drifkraften bag kroppen omdannelse af A-vitamin til D-vitamin. (Foto: ESA/NASA).

fordøjelseskanalens funktion. Det er muligt at væskeændringer i kroppen, et nedsat væskeindtag, og kvalme forårsaget af opholdet i rummet (vægtløshed giver ofte perioder med kvalme) er med til at nedsætte transittiden gennem fordøjelseskanalen og dette kan medføre forstoppelse. Endvidere tyder noget på at tarmfloraen ændres, og at der forekommer flere uønskede bakterier i tarmene, som kan give dårlig mave. Disse gener kan afhjælpes ved at f.eks. mejeriprodukter tilsættes probiotika¹, som er medvirkende til at opretholde den naturlige tarmflora.

Astronauter spiser ikke nok

Et andet stort problem omkring astronauters ernæring er, at det daglige indtag er for lille. Mange ressourcer bruges på at udregne energibehov og lave specifikke kostplaner for hver enkelt astronaut og der findes et stort udvalg af fødevarer som astronauterne selv kan sammensætte deres daglige måltider udfra, alt sammen for at sikre astronauterne

en optimal energiindtagelse. Alligevel spiser de simpelthen ikke nok med bl.a. vægttab til følge. Får kroppen ikke den mængde energi der er brug for, kan den ikke fungere optimalt og det vil påvirke astronauten både fysisk og psykisk. Det er derfor utroligt vigtigt (især for fremtidige langtids-missioner) at finde en løsning på dette problem.

Hvad skyldes dette manglende indtag så? Nedsat eller manglende appetit gives ofte som forklaring. Kroppen bliver påvirket af utrolig mange faktorer i vægtløs tilstand og disse har selvfølgelig også indflydelse på appetitten, som f.eks. den førnævnte kvalme forårsaget af vægtløshed. Et stort spørgsmål er derfor, hvordan man kan stimulere astronauternes appetit. I søgningen på et svar kan sensorik² formodentligt være et behjælpeligt værktøj.

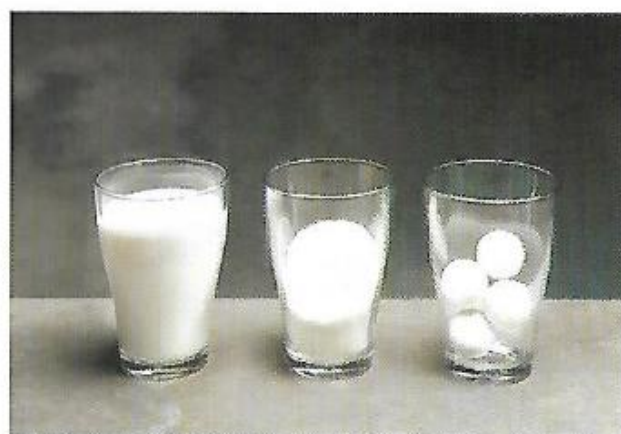
Meget tyder på at smagsoplevelsen ikke er den samme når man er vægtløs som under normale forhold. Der findes adskillige beretninger fra astronauter om en ændring i hvad man har lyst til at spise når man er i rummet i forhold til på Jorden, f.eks. berettes om en nedsat lyst til søde fødevarer og en øget lyst til krydrede fødevarer. Meget tyder altså på, at de fire basis-smage (sødt, salt, bittert og surt) opleves anderledes i rummet end på Jorden. Hvis dette er sandt vil det have stor betydning for udvikling af fødevarer til astronauter. I dag udvikles disse så de minder så meget som muligt om de fødevarer vi spiser til dagligt på Jorden. Men måske er dette udgangspunkt forkert. Måske skal fødevarer til astronauter udvikles så de smager anderledes end det vi normalt foretrækker. For eksempel kan det tænkes, at en yoghurt skal være mindre sød end normalt

eller at en suppe skal være mere krydret end den normalt foretrækkes. Det er meget vigtigt at finde ud af hvordan maden bliver mest appetitlig da dette naturligt vil have stor indflydelse på hvor meget man har lyst til at spise af den. Det er derfor essentielt at få undersøgt om der findes denne forskel i smagsoplevelsen når man er vægtløs i forhold til under normale forhold. Dette skal derfor undersøges i Charlotte's speciale skrevet under Arla Foods' Lacmos projekt formentligt i samarbejde med ESA.

Udvikling af produkter

Der stilles som nævnt strenge krav til astronauternes kost ernæringsmæssigt, men også med hensyn til udseende, smag og duft er der store krav til at maden bliver så appetitvækkende som muligt. Derudover er ethvert produkt underlagt store begrænsninger i forhold til vægt, volumen, opbevaring, forberedelsestid og -teknik, konsistens (må f.eks. ikke krumme) samt mængde af affald det genererer. For at produkterne kan holde sig friske længe, skal emballagen forhindre forekomst af mikrobiel vækst. Produkterne skal enten være konserverede (med salt og andre krydderier), eller der skal under produktionen være anvendt en teknologi, der øger holdbarheden såsom frysetørring eller bestråling.

En stor mængde forskning er nødvendig for at udvikle produkter, der kan efterleve de givne krav. Arla Foods er én af de få virksomheder i Danmark, der beskæftiger sig med dette og har f.eks. udviklet nogle såkaldte "milk bites" som er tømælk i fast form, formet som kugler, hvor 4 stk svarer til et glas mælk. Derudover har de udviklet ost



Mælk som kugler i fast form. Under Arla Foods' LACMOS projekt har Arla Foods udviklet disse kugler som indeholder samme mængde kalcium som mælk. (Foto: Arla Foods).

og proteinbarer i små stykker samt mælkedrikke og yoghurt, som er tilsat probiotika.

Alt dette er med til at understrege vigtigheden af, at der bliver fokuseret noget mere på ernæring i fremtidens rumfartsforskning for at kunne opnå det optimale resultat fra astronauterne. At Arla Foods er begyndt at beskæftige sig med området er et kæmpe skridt, og forhåbenligt vil flere virksomheder følge trop i fremtiden. I hvert fald vil denne artikels forfattere gøre hvad de kan for at forfølge drømmen og udbrede interessen indenfor området i Danmark.

Noter

¹ Probiotika er mikroorganismer med en særlige evne til at opretholde tarmens naturlige bakterieflora, som hjælpe kroppen til at nedbryde og optage næringsstofferne fra kosten.

² Sensorik er den disciplin der omhandler kroppens evne til at sanse, beskrive og bedømme omverdenen, og herunder hvordan et emnes smag og duft sanses, samt samspillet mellem alle sansernes oplevelse af emnet.

Rumfartskonference for studerende

af Lars Alminde, ph.d.-studerende ved Aalborg Universitet

Den 6. – 8. april 2005 afholder Aalborg Universitet en konference for studerende (og deres professorer/undervisere) som arbejder aktivt med rumfart. Konferencen hedder "Space Technology and Education Conference 2005" og afholdes i samarbejde med den europæiske rumfartsorganisation ESA.

Konferencen vil samle studerende fra hele Europa samt foredragsholdere fra både

Europa og USA. Det forventes af deltagerne at man indsender et abstrakt over sit arbejde og man kan på den baggrund blive udvalgt til at skulle give en præsentation. Mere information kan findes på

<http://www.stec2005.space.aau.dk>.



MEMS in space

Af Jan Harry Hales, Danmark Tekniske Universitet

Formålet med denne artikel er et forsøg på at belyse et emne, hvor Danmark endnu engang kan gøre sig gældende inde for rumfarten.

Hvad er MEMS?

MEMS er en forkortelsen af Micro Electro Mechanical System. Som navnet antyder, er det systemer på mikroskala, der benytter sig af elektriske og mekaniske egenskaber til stærkt at forbedre eller skabe unikke funktionaliteter. Betegnelsen "mikrosystemer" bruges ofte, især i Europa, i stedet for MEMS.

De to teknikker der udgør fundamentet for MEMS er den over 40 år gamle fotolitografi-baserede fabrikation fra mikroelektronikken samt mikromaskinel bearbejdning (på

engelsk: micromaching). Den første teknik er bedst kendt i forbindelse med fremstillingen af processorer og hukommelsechips. Den anden består dels af deponering af tyndfilm i nano- til mikrometer dimensionsområdet samt af en række forskellige ætseteknikker. Resultatet af denne kombination er en komponent defineret i planet v.h.a. fotolitografien, med en præcision i den nedre del af mikrometer området. Den tredje dimension skabes gennem den mikromaskinelle bearbejdning.

Silicium er det mest udbredte materiale til konstruktion af disse komponenter p.g.a. dets halvleder egenskaber og det faktum, at de fleste fabrikationsmetoder er optimeret til at blive udført på silicium. Der anvendes dog

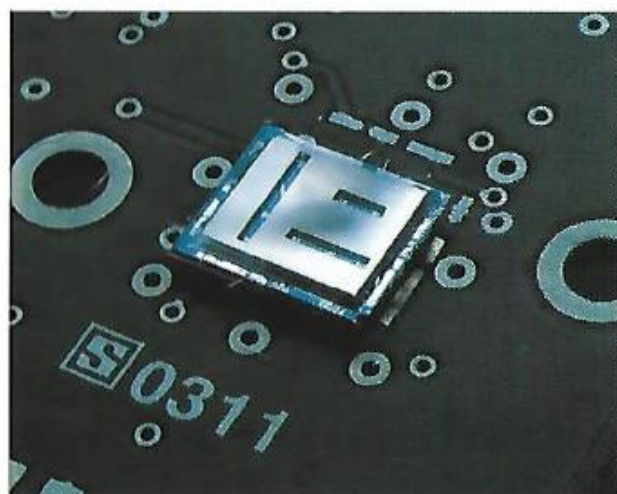
en bred vifte af andre materialer med egenskaber mere velegnet til specifikke formål.

Fordele som mindre masse, lavere effektforbrug, større mekanisk stabilitet og reproducerbarhed, samt en generel ydelsesoptimering kendetegner iøvrigt velkonstruerede konstruktioner og principper, når de implementeres i MEMS. Desuden er det muligt at konstruere komponenter der ikke traditionelt er realiserbare.

Der findes talrige eksempler på kommercielle "jordbundne" MEMS og dette tal er voldsomt stigende, hvor især Danmark indtager en forerolle på udviklingssiden. De mest kendte MEMS komponenter er nok ink-jet-printerens micro spray system, harddisk læsehoveder og accelerometere til brug i forbindelse med air bags i biler.

Hvorfor er mikrosystemer interessante i forbindelse med rumfart?

Det er velkendt at en af de drivende faktorer indenfor rumfarten rent budgetmæssigt er prisen per kilo for at sende noget i rummet. Her træder mikrosystemer tydeligt frem da vægten for den enkelte komponent reduceres drastisk. Dog finder man sjældent MEMS implementeret i rumfartøjer, hvilket hovedsagligt skyldes det alt-overskyggende krav om at komponenten skal virke når den endelig er sendt op. For at et systemet kan komme med i overvejelserne om optagelse på en mission er det nødvendigt, at det opfylder de strenge krav om robusthed og stabilitet. Det betyder at systemet skal stemples med betegnelsen "space rated" eller endnu bedre det magiske ord "flight proven". Resultatet er et paradoks i det sidste tilfælde og i det første



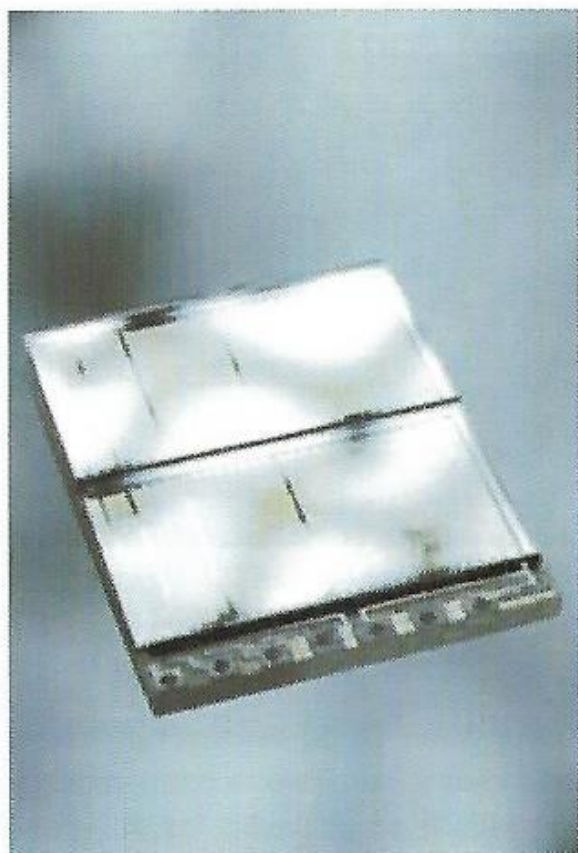
Figur 1. Solsensorchippet udviklet på MIC, DTU.

at det kræver betydeligt flere ressource end den egentlige udvikling af selve komponenten. Dette er nu tilfældet for alle nye komponenter, der introduceres i rumfarten, men MEMS anses stadig for at være en umoden teknik, der ikke kan opbygges af allerede godkendte komponenter. Det ser dog ud til at denne situation til en vis grad kan imødegås ved at anvende studenterprojekter (f.eks. CubeSats eller SSETI-Express) eller større teknologidemonstrationsmissioner som månesonden SMART-1.

MEMS in space på MIC

Netop en studenter satellit førte til de første danske MEMS komponenter til rummet.

Systemerne blev udviklet af en gruppe studerende under vejledning af René Fléron på Institut for Mikro- og Nanoteknologi (MIC) på DTU. Det startede så småt i slutning af 2001 i forbindelse med studenter-satellitten DTUsat. På denne satellit, hvor den mekaniske struktur er en kubus med sidelængden 10cm, kom mikroteknologi helt naturligt ind i billedet. Resultatet blev to forskellige systemer, hvor det første og mest udviklede er en solsensor. Vi ledte efter



Figur 2. Hele elektron-emitteren monteret på et keramik-substrat.

kommercielt tilgængelige versioner, men disse kunne ikke opfylde kravene til attitude bestemmelsessystemet uden samtidig at sprænge vægtbudgettet. Det andet MEMS system til DTUSat var en elektron emitter, der i samarbejde med den elektrodynamiske tæther skulle fortage et eksperiment, med det formål at ændre højden af satellittens bane ved at udnytte Lorentz kraften.

Verdens mindste Solsensor

Arbejdet med solsensoren resulterede i verdens mindste solsensor med den givne præcision. Den nærmeste konkurrent er en version udviklet af NASA, der er mere præcis, men vejer tre gange så meget. Sensoren fungerer ved at det indfaldne sollys, for hver akse, rammer to hovedelementer samt et reference område. Disse elementer generer en strøm der har en cosinus-afhængighed af

indfaldsvinkelen. Ved at dividere signalet med det fra reference arealet opnår man en tilnærmelsesvis lineær karakteristik.

Som det kan ses fra billedet har hver sensor to måleakser resulterende i en vektor til solen. Måleresultater fra den første generation af sensorer giver en præcision under 1° , hvor selve chippen har en størrelse på $7 \times 8 \text{ mm}^2$.

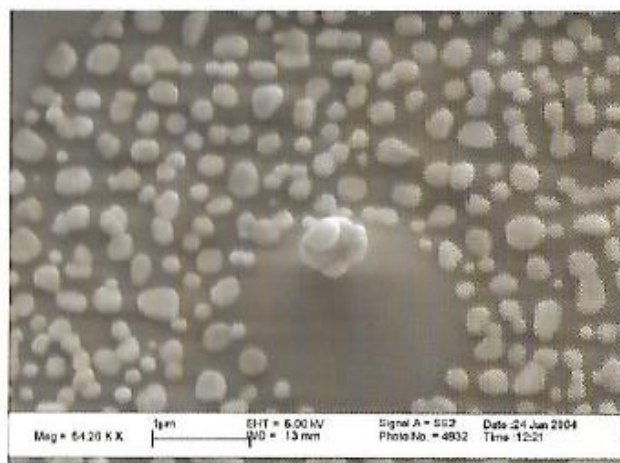
Fem af disse sensorer er monteret på DTUSat, der blev sendt op 30 juni 2004. Da der aldrig blev etableret kontakt til satellitten haves ingen flight data til at holde op mod måleresultaterne. Heldigvis har holdet bag den tyske CubeSat, COMPASS-1, samt SSETI-Express besluttet sig for at bruge solsensoren, hvilket er en god mulighed for at modtage nogle "rigtige" data. Opsendelsen af SSETI-Express er sat til maj 2005, hvorimod den ikke ligger fast for COMPASS-1.

Elektron-Emitteren

Formålet med elektron-emitteren (E-emitteren) er at udsende en strøm af elektroner ved såkaldt feltemission, hvor elektronerne som følge af et stort elektrisk felt udtrækkes direkte fra overfladen af en meget lille silicium spids belagt med metallet molybdenum. Ved at benytte mikroteknologi til at konstruere emitteren kan feltemission af elektroner opnås ved spændinger omkring 100V da de små dimensioner giver et tilstrækkeligt stort elektriskfelt. På hver chip er der placeret 1,6 mio spidser, hvilket vil give anledning til en emission strøm på omkring 1mA. E-emitteren der stadig er under udvikling nåede desværre ikke at blive færdig til DTUSats integration, men den nyeste version der er under fremstilling ser lovende ud.

Verdens første FEEP ionmotor implementeret i MEMS

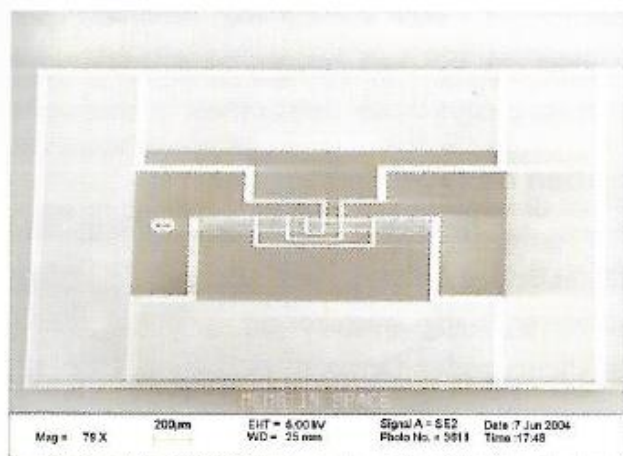
Det nyeste projekt omhandler konstruktionen af en mikro ionmotor ved at udnytte det såkaldte Field Emission Electric Propulsion (FEEP) princip. Som navnet antyder udnyttes ligeledes feltemission, dog i dette tilfælde til at skabe ioner. Grundlæggende benytter ionmotorer sig af at accelerere ioner gennem et elektrisk felt. Selvom ionerne har en meget lille masse udskydes de med hastigheder op til flere hundrede kilometer per sekund, hvilket påvirker rumfartøjet med en modsatrettet kraft. Denne kraft er meget lille, men udnyttelsesgraden af brændstoffet i forhold til "almindelige" kemiske raketter er meget stor. For at give en grov sammenligning mellem kemiske og elektriske raketter (ionmotorer) skal en standard ionmotor være tændt i 34 dage for at opnå en hastighedsændring det vil tage en standard kemisk raket 1 minut at opnå - for det samme rumfartøj. Dog vil raketten bruge 7,6 kg brændstof, hvorimod ionmotoren kun vil bruge 300 g. Disse tal er stærkt afhængig af motortypen, men giver en god indikation af



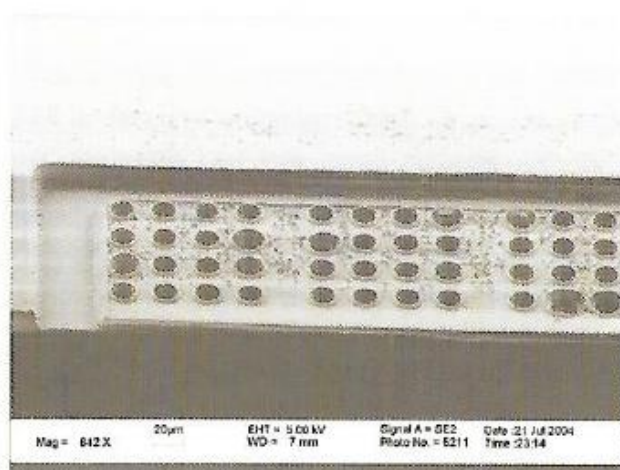
Figur 3. En enkelt emitter-spids med rester af molybdenum.

forskellen på de to teknologier.

Ved at bruge FEEP princippet udtages ionerne direkte fra et flydende metals overflade (i vores tilfælde gallium der smelter ved 30°C) og accelereres i det samme felt der forårsager ioniseringen. Fordelen ved dette princip er en meget høj virkningsgrad da ionisering sker direkte fra et stof i flydende tilstand til plasmadomænet. Ved at implementere dette princip i MEMS kan ioniseringen opnås ved spændinger der ligger en hel størrelsesorden lavere end traditionelle FEEP systemer. Den største fordel med nedskaleringen er dog den resulterende



Figur 4. Første version af ionmotoren. Her ses en testchip-udgave.



Figur 5. Ionmotoren hvor de enkelte huller ses tydeligere. De skal indeholde det flydende metal. Hvert hul er 20 µm i diameter

kontrollerbarhed af "motorkraften", der kan opnås. Denne egenskab er yderst efterspurgt i især videnskabelige missioner, hvor det er nødvendigt med meget små ændringer af fartøjets orientering. Formationflyvning af satellitter kræver i nogle tilfælde også denne funktionalitet.

Disse tre projekter udgør indtil videre porteføljen for MEMS in Space. Som det fremgår, er de alle studenterprojekter, men

har potentiale til at blive løftet til et yderligere niveau. Projekterne har været præsenteret på forskellige internationale konference, hvor interessen har været stor og det er helt sikkert at MEMS vil få en fremtrædende rolle i rumfarten. Med disse projekter er Danmark kommet med fra starten og der ligger andre ideer/koncepter indenfor bl.a. laser kommunikation samt andre former for ionmotorer, der blot venter på at blive søsat.

Få dit eksperiment med på Rumstationen ISS

Deltag i ESAs SUCCESS Student-konkurrence

Space station Utilisation Contest Calls for European Student initiatives – SUCCESS – er en konkurrence for studerende ved universiteterne i ESAs medlemslande. Der kan indsendes forslag til eksperimenter, som kan udføres på Den Internationale Rumstation (ISS), inden for alle emneområder. Eneste krav er at man er studerende ved et universitet.

Målet med konkurrencen er at gøre dagens studerende til morgendagens brugere af ISS. Førstepremien er et ophold på ESAs test- og udviklingscenter, ESTEC, i Holland, hvor vinderen skal udvikle eksperimentet og gøre det klart til at blive sendt til ISS.

Hvilke områder kan deltage?

Emneområdet er absolut ikke begrænset til ingeniør-, astronomi- eller sundhedsvidenskab. Mange andre områder kan komme i betragtning, områder som:

Sundhedsvidenskab
Fysik og kemi
Rumfartsrelateret
Jordobservation
Teknologi

ESA opfordrer kraftigt andre områder til at komme med forslag, også områder som ikke nødvendigvis er de "traditionelle" rumfartsdiscipliner. Bare forstil dig, hvordan det miljøet på ISS kan bruges til at undersøge det, du gerne vil vide mere om.

Sådan deltager man

Først og fremmest skal man opfylde det formelle krav om at være studerende ved et universitet og statsborger i ét af ESAs medlemslande. Dernæst skal man lade sig registrere på SUCCESSs web-site: www.esa.int/success.

Der skal udarbejdes en beskrivelse af det eksperiment man ønsker at udvikle og udføre. Beskrivelse må ikke være længere end 800 ord, og den skal indsendes elektronisk senest den 28. februar 2005. Beskrivelsen skal være på engelsk.

Derefter vil et udvalg vurdere alle indkomne forslag og derfra udvælge de forslag som kan gå videre til fase 2. Her vil de udvalgte forslagsstillere blive inviteret til ESTEC i et par dage for at lære om ESA i al almindelighed, om ISS og om de indsendte forslag. Derudover vil der blive mulighed for at lære de øvrige deltagere bedre at kende under en tur til Amsterdam.

Under fase 2 skal deltagerne skrive en mere detaljeret redegørelse for deres forsøg. Redegørelsen skal indsendes inden en indleveringsdato som vil ligge i juni eller juli måned 2005. Denne beskrivelse må ikke overstige 10 A4 sider. Et specialudvalg vil vurdere de detaljerede beskrivelser og udvælge finalisterne som går videre til fase 3.

Alle finalisterne vil blive inviteret til en prisuddeling, hvor første, anden og tredjepræmien vil blive annonceret og uddelt.

Præmierne

Førstepremien er et et-årigt ophold under et *internship* på ESTEC i Holland. Her vil vinderen få lejlighed til at udvikle og klargøre sit eksperiment til en tur på ISS.

Andenpræmien er en tur til Ariane Space's opsendelsesfacilitet Kourou i Fransk Guyana, hvor der vil blive lejlighed til at overvære en opsendelse.

Tredjepremien er et kommerciel astronaut-træningskursus.

Hvordan kommer man videre?

Hvis man sidder med en idé, men ikke rigtig ved hvor eller hvem man skal henvende sig til kan man rette henvendelse til Dansk Selskab for Rumfartsforskning på info@rumfart.dk. I Selskabet vil vi så hjælpe med f.eks. med at finde de rette personer i branchen eller lidt opstartshjælp til udformning af sit forslag.

Nyheder om rumfart

Hvor tit holder du øje med de mange nyheder om rumfart skrevet på dansk, f.eks. på Rummet.dk, Planetariets hjemmeside eller Ingeniøren|Net? Hvor tit holder du øje med nyheder fra den europæiske rumfartsorganisation ESA?



Dansk Selskab for Rumfartsforskning har nu gjort det nemmere for dig at følge nyhederne. Vi har oprettet en side med links til udvalgte nyheder om rumfart, som opdateres dagligt.

Prøv siden på

rumfart.dk/nyheder

og se om den ikke kunne blive din portal til rumfartsnyheder.

GENERALFORSAMLING 2005

Der indkaldes hermed til generalforsamling i Dansk Selskab for Rumfartsforskning; den vil finde sted som beskrevet nedenfor, med dagsorden ifølge lovene. Forslag, der ønskes optaget på dagsordenen for generalforsamlingen, skal være indgivet skriftligt til et bestyrelsesmedlem, f.eks. sekretæren, senest 8 dage inden afholdelsen. Det skal være ledsaget af en skriftlig motivering.

Tid Torsdag den 17. februar 2005, klokken 19.30

**Sted Tycho Brahe Planetarium, Lille Auditorium
Gl. Kongevej 10, 1610 København V**

Dagsorden

- 1) Valg af dirigent og referent
- 2) Formandens beretning
- 3) Kassereren fremlægger det reviderede regnskab til godkendelse.
- 4) Valg af formand.
Formand Michael Lumholt er ikke på valg i år.
- 5) Valg af næstformand.
Næstformand Steen Eiler Jørgensen er ikke på valg i år.
- 6) Valg af kasserer.
Kassereren Steen Lærke er på valg.
- 7) Valg af bestyrelsesmedlemmer.
Bjarne M. Johansen er på valg.
- 8) Valg af 2 suppleanter til bestyrelsen.
Casper Grove og Lars Alminde er på valg.
- 9) Valg af revisor.
Lars Bo Johansen er ikke på valg.
- 10) Valg af revisor suppleant.
Erik Christiansen er ikke på valg.
- 11) Fastsættelse af kontingent for det følgende år (2006), for individuelle medlemmer samt for firma- og institutionsmedlemmer.
- 12) Indkomne forslag til afstemning.
- 13) Eventuelt.

Kvittering for betalt kontingent skal forevises ved udlevering af stemmekort. Indkaldelse sendes til Selskabets medlemmer i slutningen af januar 2005.

På vegne af bestyrelsen – Bjarne M. Johansen, sekretær.



Dansk Selskab for Rumfartsforskning

foreningen for alle med interesse i rumfarten og dens anvendelser.

Selskabet har som hovedformål at udbrede kendskabet til danske rumfartsaktiviteter. Dette søges først og fremmest opnået ved:

- Afholdelse af offentlige møder, hvor danske rumfartsprofessionelle fortæller om deres arbejde med rumfartsteknologi eller de mangeartede anvendelser af rumfarten.
- Udgivelse af bladet *Dansk Rumfart*. Bladet udkommer mindst en gang pr. kvartal, og indeholder – udover beskrivelser af Selskabets arrangementer – en række artikler om fortrinsvis danske rumfartsprojekter.
- Drift af hjemmeside *rumfart.dk* på Internettet. Hjemmesiden indeholder information om Selskabet og dets aktiviteter, nyheder om rumfartsprojekter med dansk deltagelse, masser af faktasider med baggrundsinformation om rumfart samt en lang række links til andre rumfartsrelevante hjemmesider.

Herudover afholder Selskabet firmabesøg og udarbejder plancheudstillinger, der turnerer rundt til skoler og biblioteker i hele landet.

Som medlem får man tilsendt bladet *Dansk Rumfart*, med fokus på danske rumfartsaktiviteter. Desuden får man det norske blad *Romfart*, der udkommer fire gange årligt. Dette blad er mere orienteret mod den internationale rumfart, f.eks. med udførlige beskrivelser af de amerikanske rumfærgemissioner.

Årskontingenter er: Ordinært medlem: 300 kr., studerende: 175 kr., unge under 18 år: 60 kr.

Bestil girokort via menupunktet "Bliv medlem" på *rumfart.dk*.

Kontaktpersoner

Formand: Michael Lumholt, tlf. 38 10 09 79, e-mail: michael@rumfart.dk

Næstformand: Steen Eiler Jørgensen, tlf. 44 48 30 07, e-mail: sej@rumfart.dk

Sekretær: Bjarne M. Johansen, tlf. 35 84 08 55, e-mail: bjarne@rumfart.dk



Den 1. november blev astronautkandidatopslaget annonceret på Dansk Rumforskningsinstitut.

Annoncen blev præsenteret af videnskabsminister Helge Sander sammen med Eigil Friis Christensen (Dansk Rumcenter), Bettina Pump (Herlev Hospital) og Jørgen Peter Madsen (Forsvarsakademiet).

En håbefuld kandidat meldte sig allerede ved pressemødet for at præsentere sine kvalifikationer. Om det er nok vil vise sig ved den endelige udvælgelse. (Foto: Bo Jarner).



Præsentation af udvalget som skal vurdere søgerne og kandidaterne blev foretaget af Helge Sander. (Foto: Bo Jarner).



Sådan ser det europæiske astronautkorps ud i 2004. Forhåbentlig vil en dansker være på et tilsvarende billede når ESA igen åbner for ansøgere til korpset. (Foto: ESA).