



Dansk Selskab for
Rumfartsforskning

nr. 58
oktober 2003
15. årgang

Dansk Rumfart

Astronauter og ældre
Ældreforskningen lærer fra sig



Indhold

Liv i rummet?	2
Ældre og astronauter	3
Alone – Er vi alene? Astrobiologi på ISU	10
Møde: Satellitnavigation nu og i fremtiden	13
Mødekalender for resten af efteråret 2003	14

Liv i rummet?

af Michael Lumholt, formand, Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Den europæiske sonde SMART-1 blev opsendt natten mellem den 27. og 28. september. Sondens nyudviklede ion-motor skal herefter bringe den på en lang rejse til Månen, som nås ved juletid år 2004. Sonden medbringer to stjernekameraer, som er udviklet på Ørsted-instituttet på DTU. Den danske virksomhed TERMA har udført test af softwaren ombord for at sikre, at den fungerer tilfredsstillende. TERMA har endvidere udviklet og leveret den software, der benyttes til at styre satellitten fra ESAs kontrolcenter, ESOC, i Darmstadt, Tyskland.

SMART er en forkortelse for 'Small Missions for Advanced Research in Technology' og hovedformålet med satellitten er at teste en række nye teknologier, som forventes at kunne anvendes ved fremtidens missioner i Solsystemet. Sonden har tillige en række

videnskabelige formål. Et af disse er at lede efter is af vand eller kuldioxid i de dybeste, altid mørklagte kratere på Månen.

Søgen efter vand har indtaget en central rolle i udforskningen af Solsystemet. Baggrunden er, at vand regnes for en forudsætning for udviklingen af liv, som vi kender det. Men hvordan afgør man, hvad der forstås ved extra-terrestrial liv, når dette ikke har samme oprindelse og form som livet på Jorden? Dette er et af emnerne for den ene artikel i dette nummer af Dansk Rumfart. Baggrunden er et designprojekt om astrobiologi udført af studerende på International Space University sidste år.

Søgen efter extra-terrestrial liv er også et af elementerne i det nyeste ESA-program, AURORA, som Danmark - desværre - ikke

Redaktionelt

Udgiver: Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nummer 58, oktober 2003
Deadline til nr. 59: 15. november 2003.

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.

Forsiden

John Glenn. Verdens ældste astronaut. (Foto: NASA)

Bagsiden

SMART-1 (Illustration: ESA). Stjernekameraet fra DTU.
(Foto: F. Jørgensen, DTU).

Tryk

Printo Kolding, Kolding

ISSN 0905-2410

har tilsluttet sig. AURORA-programmet forsøger at løse nogle af de mange problemer og udfordringer, vi står overfor, inden en bemanded rumrejse til for eksempel Mars kan blive mulig.

Problemerne er ikke kun af teknisk karakter. De humanistiske og psykologiske aspekter spiller en stadigt større rolle i planlægningen af fremtidens rumrejser. I foråret 2003 arrangerede Dansk Selskab for Rumfartsforskning ikke mindre end syv møder, som alle kredsede om dette emne. Møderne spændte vidt fra præsentation af AURORA programmet, over design af bosættelser i Antarktis til mulighederne for en bemanded Mars-rejse.

Konklusionerne fra de syv møder er sammenfattet i den anden artikel i dette nummer af bladet, som tager sit udgangspunkt i en sammenkædning af bemanded rumfart og ældreforskning.

Forhåbentligt løser ESAs AURORA program nogle af de forhindringer, der i dag står i vejen for bemandede rumrejser til fjerne egne af Solsystemet. I givet fald, kan astronauterne på sådanne missioner, når de passerer Månen, sende deres tanker til SMART-1 sonden fra 2003, som var med til at bane vejen for deres rejse.

Ældre og astronauter - har de noget tilfælles?

af Jesper Jørgensen, Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Ældre og astronauter deler mange problemer med hinanden, trods den umiddelbare store forskel i livsverdener. Immobiler ældre oplever påvirkninger på kroppens fysiologiske funktioner, som kan svare til de belastninger på bevægeapparatet, som astronauter udsættes for. Begrænset miljø, besvær med at holde kontakt til familie over store afstande og den daglige indtagelse af præfabrikeret mad er andre vilkår som både ældre og astronauter deler. Rumfartsforskningen kan derfor bidrage med viden, som umiddelbart kan anvendes af ældreforskningen. Omvendt stiller planerne om nye langvarige bemandede missioner i vores nærmeste solsystem, krav til ny viden, især om de psykologiske faktorer, hvor ældreforskningen måske kan bidrage med ny viden.

Umiddelbart kan man mene at rumfartsforskning og rumfart er en elitær aktivitet, for de unge og stærke, præget af avanceret teknologi og derfor umiddelbart irrelevant for ældreforskningen. Imidlertid er der mange sammenfaldende områder, hvor teknologiudvikling og biomedicinsk forskning i rummet og forskning om ældre arbejder på de samme mål: compensation for nedsat mobilitet og skadelige fysiologiske

påvirkninger af kroppen. Der har gennem de seneste 10 år været en stigende opmærksomhed af mulighederne for at bruge fysiologisk viden fra rummet til forstå fysiologiske og cellulære forandringer i forbindelse med immobilitet og aldring. Samtidigt har der været en stigende interesse for at bruge alderdomsforandringer til at kunne vurdere den påvirkning ophold i rummet skaber hos astronauter. Det har

betydet, at der har været mange laboratorieforsøg både på missioner med rumfærgerne, og på MIR og Den Internationale Rumstation (ISS), som har dækket et bredt forskningsspektrum, med relevans for forskningen i vores aldringsprocesser. Hvordan hjerte/kar væv forandres, betydningen af søvnen og forstyrrelse af søvnmønstre, nedsat immunrespons, tab af knogle og muskelvæv, forøget protein nedbrydning, ændringer i insulin og cortison produktion samt påvirkninger i balance-systemet på grund af cellenedbrydning. Alle områder, som også har betydning i den geriatriske klinik.

Endelig var beslutningen i 1998 om, at lade John Glenn, i en alder af 77 år, komme op igen i rummet på en 9 dage lang mission med til at ændre synet på ældre, fordi man ikke fandt objektive kriterier, der udelukker at ældre astronauter kommer i rummet, hvis de i øvrigt opfylder helbredskravene. Gennemsnitsalderen for aktive astronauter og kosmonauter har været stigende, så den nu ligger imellem 40-50 år. Formodentlig ligger



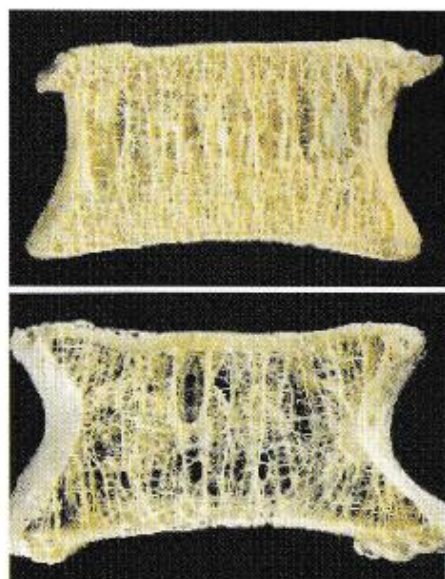
I 1998 var John Glenn med på en 9 dages mission - NeuroLab-missionen. På daværende tidspunkt var han 77 år og stadigvæk fysisk i stand til at opfylde helbredskravene. (Foto: NASA ©).

der bag dette, bl.a. at man i kraft af de nuværende lange ophold i rummet, til forskel fra de tidligere meget korte, forøger sin risiko for strålingsinduceret cancer over en 20-30 årig latensperiode. Behovet for stor erfaring og en ligevægt i personligheden er andre faktorer, der vægter ældre astronauter højt. Tidligere var militære testpiloter, vandt til høj risiko, idealet for "the right stuff", hvorimod høj grad af erfaring, stor videnskabelig kompetence og meget gode sociale færdigheder vil være attraktive i fremtiden.

Vægtløshedens påvirkninger af kroppen

Når vi opholder os i rummet sker der et tab af knoglemasse svarende til 1% om måneden af den samlede knoglemasse. Tabet sker ikke ligeligt fordelt i skelettet, men er størst i ryggens dorsale og lumbale del, samt i bækken og lår og underbensknoglernes proximale (øvre) del. Paradoksalt sker der samtidigt med knogletabet en mindre vækst i kraniets knoglemasse, som forøges. Knogletabet sker som en generel afkalkning af hele knoglen, hvor der hos astronauter er en tendens til at kalken fra knogleafkalkningen giver ophobning af den frigjorte kalk i nyrerne med stendannelse til følge. Det vil derfor være en af de udfordringer fremtidens rumrejsende vil stå overfor: at kunne afværge knogletabet og at knuse nyresten undervejs.

Viden om hvordan fraværet af tyngdekraft påvirker knoglerne, fortæller om den påvirkning tyngdekraften har for knoglevævets sundhed. Forskningen viser samtidigt klart den høje risiko for alvorlige skader ved permanent immobilitet¹. Der er derfor fra rumfartsforskningen et klart argument for at



Billedet øverst er et eksempel på en normal knogle. Nederst ses et eksempel på en knogle angrebet af osteoporose.

stimulere daglig motion hos ældre, ud fra den samme kriterier som astronauter har i deres daglige 2 timers lange træning: at give påvirkninger som maximalt simulerer tyngdekraftens påvirkning på knogle og muskelvæv, for at opretholde vævets sundhed. Den teknologiske udvikling i forbindelse med det nyeste træningsudstyr til astronauter, vil kunne overføres til ældreområdet med god effekt. Dette udstyr kan betjenes både siddende og liggende, og har faciliteter som forstærker tyngdekraftspåvirkning i skelettets længderetning.

Andre forskningsresultater fra rumfarten, som f.eks. påviser en sammenhæng imellem malnutrition og tab af knoglevæv, er også relevante for ældre-området. Hvis energi, calcium og vitamin D tilførsel igennem maden bliver for lille, forstærker det afkalkningen

Viden fra knoglers reaktion i vægtløshed er også et væsentligt bidrag til at forstå sygdommen osteoporose (knogleskørhed) idet den afkalkning der sker i begge tilstande, giver det samme billede når man ser på knoglevævet. Et typisk billede hos begge er den stærke udtynding af trabeklerne (de tynde tråde inden i knoglen) i f.eks. de store rørknogler².

Ser vi på forandringerne i muskelvævet vægtløshed er der et tilsvarende mønster: immobilitet og malnutrition skaber et henfald af muskelmassen, der gør musklerne kortere og stive. Igen kan dette effektivt modvirkes ved træning.

Tubemad og dybfrost

Astronauter og mange ældre er også fælles om dagligt at skulle spise forarbejdet mad. Rummaden har ændret sig fra næringsrig, vitaminberiget, og generelt meget uappetitlig, til at den i dag på mange måder tilsvare den mad som ældre har mulighed for at få bragt. Opbevaringen har ændret sig fra mad på tube eller i sammenpressede blokke, som skulle oplødes eller spises i tør form, til at der nu er en rig variation i frysetørret, frossen, vakuumpakket og indimellem frisk mad. Man har, til forskel fra i rumfartens barndom, nu fået forståelse for maden og måltidets betydning. Det betyder at man anerkender den betydning maden har for en dagligdag med få stimuli fra omverdenen og måltidets betydning som socialt mødested for besætningen. Under mødet imellem forskellige kulturer på rumstationerne har man iagttaget forskellige spisemønstre: amerikanske astronauter havde en tendens til at spise alene "on the run" travlt optaget af deres

aktiviteter, mens de russiske kosmonauter lagde stor vægt på at spise sammen³. Dette forskellige syn på måltidets sociale betydning blev et symptom på meget forskellige opfattelse af dets betydning og på andre ligeså markante kulturforskelle. Disse iagttagelser har givet anledning til at forsøge at stimulere, at besætningerne spiser sammen, og til at forbedre madens variation og æstetiske kvalitet. Man ønsker med dette at opnå en styrkelse af besætningens indre sociale netværk og at øge den enkeltes velbefindende.

Meget af denne viden findes allerede på ældreområdet. Det gør en forskel at spise sammen med andre og når man generelt er småtspisende er servering og madens udseende vigtig. En viden man også fra Fødevaredirektoratet forsøger at give videre til de ældre og de professionelle som varetager deres madlavning. Endelig har ældre og astronauter det problem tilfælles, at smagsevnen er nedsat. Der er derfor brug for en forstærkning af smagen i mad til astronauter og ældre. En årsag til, at russisk rummad er populær: fordi den har en kraftig og koncentreret smag.

Moderne metoder til fabrikation af langtidsholdbar mad har vist at det kan lykkes at udvikle en god næringsrig kost, som både er langtidsholdbar og velsmagende.

Fremtidens rumfart vil stille nye krav især til madens sammensætning. Allerede nu arbejder man på at udvikle fødevarer, som både har kvalitet og æstetik i orden, men samtidigt er beriget, så det kompenserer for en vis ensidighed i kosten og de fysiologiske

påvirkninger astronauterne udsættes for. Det vil være oplagt for ældreområdet at følge denne forskning, fordi den f.eks. vil kunne give løsninger til at sikre at den småtspisende del af de ældre, får tilstrækkeligt kost uden at der går på kompromis med udseende og tilberedningsmuligheder. Endelig kunne man overveje, udfra viden om de ændringer alderen gør med vores krop, at skabe mad som kompenserer for disse ændringer.

På vej til Mars

Planerne for fremtidens rumfart omfatter udforskning af de nærmeste planeter. Den Europæiske Rumfartsorganisation ESA arbejder med et storstilet program ("Aurora") for både bemanded og ubemanded planetudforskning. Som del af dette program vil Månen muligvis igen blive besøgt, med henblik på at oprette en base og Mars vil være det næste langsigtede mål for en planlagt bemanded mission i 2025.

Missionen til Mars vil stille helt nye og ekstreme krav både til teknologi og menneske. Et af de scenarier man har arbejdet med, omfatter en 2 1/2 årig rejse, hvor 161 dage bruges på rejsen til Mars, 569 dage bruges på planeten, hvor 4 mand landsættes og 2 forbliver i omløb i moderfartøjet. Besætningen genforenes efter 2 år og har så igen 154 dages rejse tilbage til jorden.

Mange tekniske problemer skal løses forud for en mission: problemet med at skaffe en pålidelig energikilde til fremdrift og drift af rumskibets teknik. Problemet med at producere fødevarer undervejs, fordi pladsforholdene umuliggør at fødevarer med-

bringes, problemet med at kunne yde lægehjælp, fordi der ikke er mulighed for at redde besætningen eller bringe lægehjælp eller medicin ombord under rejsen. Endelig er et af de væsentligste problemer strålingsfaren. Når rumfartøjet befinder sig uden for jordens beskyttende magnetfelt vil der være en voldsom strålingsrisiko fra rummet og fra solens udkastninger af plasma i rummet. Opnår man en konstruktion af rumfartøjet som sikrer mod stråling, vil der stadig være en forhøjet strålingsbelastning af astronauterne, som man fra jordens miljø ved påvirker immunsystemet, og ældningen af især øjets og hudens celler.

Muligheden for overvågning af rumskibet fra Jorden vil være meget begrænset, og besætningens muligheder for at holde kontakten med familie og venner på jorden, vil blive påvirket af de meget begrænsede muligheder for kommunikation. Radio-signalet (som rejser med lysets hastighed) vil være 20 minutter om at nå Mars (og 20 minutter den anden vej!). Det umuliggør traditionelle radiosamtaler, og vil betyde at en stor del af kommunikationen vil foregå med e-mail, eller med afsendelse af billeder og videosekvenser.

I de forstudier som er gjort med henblik på at undersøge muligheden for en sådan mission er især de psykologiske faktorer anset som en af de væsentligste faktorer for missionens succes⁴. Det betyder at de faktorer der vedrører samarbejde i besætningen, at kunne leve på meget begrænset plads og meget tæt på andre, samt at kunne klare isolationen fra sin familie og venner tillægges stor betydning.



I ESAs Aurora projekt har man denne idé til hvordan et habitat (beboelsesmodul) kan se ud. (Illustration: ESA).

Nye forskningsmetoder

En af mulighederne for at få mere at vide om alle disse faktorer, som for nuværende ikke er kendt i tilstrækkeligt omfang, er dels at foretage simulationer i analoge miljøer. Dels at skabe analoge forhold. ESA har derfor tidligere deltaget i internationale isolationsforsøg i Moskva, hvor en besætning isoleres i en simulator op til et halvt år ad gangen. Disse forsøg har vist at trods god udvælgelse og træning af forsøgspersoner opstår psykologiske problemer som kan få dramatisk betydning for forsøgets gennemførelse. For tiden er en række lignende forsøg ved at starte på forskningsstationen *Concordia* på Antarktis, som i den antarktiske vinter er totalt isoleret i et halvt år. Andre muligheder for at skabe analoge forhold er, f.eks. gennem forskning i de muligheder der findes i den nyeste informationsteknologi. Kan man med den holde kontakt med familie og venner over store geografiske afstande? Samtidigt vil man kunne undersøge kvaliteten af denne kommunikationsform: giver den også mulighed for at udtrykke følelser, at opleve

nærhed og at følge hinandens liv? Det vil være oplagt, at undersøge om ældre kan bruge denne kommunikationsform og at undersøge netop de kvalitative elementer i elektronisk kommunikation. Kan den ældre bruge e-mail og webcam til at holde kontakt med familie og venner, så det opleves nært og kvalitativt, har vi fået vigtig viden også til fremtiden rumrejser.

I kraft af den stigende betydning design, rumfartsarkitektur og psykologi får i fremtidens rumfart er der også sket forandringer i metoderne som anvendes ved udviklingsarbejdet. Tidligere var rumfart indbegrebet af højteknologisk ingeniørkunst, hvor mennesket måtte tilpasse sig teknologien. Nu med planerne om avancerede planetmissioner har nye metoder måttet tages i brug. Indretningen af rumfartøjet må tilpasses at mennesker skal opholde sig længe i det og at der skal være en høj grad af komfort for at forøge det psykiske velvære hos besætningen. En af de skandinaver som er med i dette udviklingsarbejde er docent Maria Nyström fra Lunds Universitet⁵.

Hun arbejder med udvikling af indretningen af fremtidens rumfartøjer og planetbaser, og har i den forbindelse udviklet en metode, hvor hun bruger iagttagelser i den tredje verden som grundlag for at forstå vigtige komponenter i astronauternes dagligliv. Hvis man f.eks. skal designe køkken, spiseplads og faciliteter til at tilberede og spise mad i rumfartøjet, er det vigtigt at forstå måltidets symboler og betydning. Maria Nyström kan, fordi mennesker i den tredje verden lever meget udendørs, iagttage hvordan man organiserer måltidet, så det bliver en rar

oplevelse i en tryk social ramme, selv under beskedne vilkår. Denne viden kan omsættes til at indtænke disse komponenter i indretningen af rumfartøjer. Med udgangspunkt i denne metode vil man ved at iagttage ældre også kunne få viden om betydningen af daglige aktiviteter, og hvad der tilsyneladende generelt giver mening til aktiviteterne. Mange ældre lever på begrænset fysisk plads og har ringe muligheder for at komme væk på grund af nedsat mobilitet. Hvad skaber mening i et liv hvor man er bundet til lidt plads og hvordan organiserer man sig rent praktisk så tilværelsen bliver meningsfuld på trods af miljøets begrænsninger? Vi ved f.eks. også at synet ændrer sig hvis man lever på begrænset plads. Afstandssynet bliver ringere fordi det ikke bruges, og dermed sker der måske en skærpelse af den del af synet vi bruger til korte afstande. Hvilken subjektiv betydning har det for oplevelsen af ens omgivelser og kan man ved indretning eller teknik stimulere længdesynet? Det burde vi kunne undersøge i ældregruppen.

Nye veje for rumfart og ældreforskning

Fremtidens rumfart vil stille helt nye krav til os fordi vi indimellem skal begive os ud på helt ukendte spor. En af de muligheder vi har for at få mere viden er gennem at finde det analoge til det vi færdes i til daglig. Jeg tror ældreforskningen vil kunne bidrage med vigtig viden til disse aspekter, dels gennem psykologisk forskning af ældres livsverden, dels gennem forsøg med ældre som kan simulere nogle af de forhold som kan være relevante for en rejse til Mars.



Fortsat fysisk træning er vigtig for ældre da det hjælper på evnen til at optage ilt fra blodet og kan være med til at reducere osteoporose. (Foto: Sportsfoto ©).

Fremtiden kræver også, netop fordi mennesket bliver den vigtigste faktor, at vi samarbejder både horisontalt på tværs af de traditionelle fagområder og vertikalt på langs af alder. Vi ved fra rumfartsforskningen og den biologiske ældreforskning, at der sker forandringer med vores krop gennem livet, men vi ved også fra den humanistiske ældreforskning at mange antagelser om aldring er bundet i kulturelle normer og ikke i objektive forhold. Ældreforskningen kan bidrage med viden om tilpasning til nye livsvilkår, hvad der skaber livskvalitet og hvordan man kompensere for tab af mobilitet og udfoldelsesmuligheder.

Rumfartsforskningen kan bidrage med viden om vores fysiologiske processer og komme med ideer til hvordan man aktivt interagere med dem. Rumfartsteknologien kan med udgangspunkt i forskning om vores dagligliv, komme med nye ideer til forbedringer af de ældres nærmeste miljø og teknologi som kan

forøge deres velvære og livskvalitet trods tab af færdigheder.

Forøger vi levealderen og dermed den erhvervsaktive periode, vil dette også få betydning for rumfarten, fordi det formodentlig yderligere vil forøge gennemsnitsalderen for astronauter, i kraft af den fordel det giver i forhold til erfaring, strålingsrisiko og generel social kompetence.

Endelig tror jeg ikke interessen for rumfart og det langsigtede og fantastiske perspektiv som åbner sig har nogen alder. Kigger man på billedet af John Glenn, vil man i den gamle mands blik kunne se drengens begejstring for at være med til at skabe fremtiden.

Referencer

1. Gunji A. (2001) *Inactivity, Health and Aging. Proceedings of the 4th Symposium on Inactivity*, Saigakuin University Press, Japan
2. Heer M. (2002) *Malnutrition in Space and its possible Relation to bone Loss In Abstracts from 8th European Symposium on Life Sciences Research in Space*, Stockholm
3. Lane H.W, Schoeller D.A. (1999) *Nutrition in Spaceflight and Weightlessness Models*, CRC Press, New York
4. *Study on the Survivability and Adaptation of Humans to Long-Duration Interplanetary and Planetary Environments*, ESTEC/Contract No. 14056/99/NL/ ESTEC 30 May 2001
5. Maria Nyströms arbejde kan ses på <http://www.ark3.lth.se/projects/stars02/>

Alone?

af Tobias Böhnke, PhD-studerende ved The Ångström Space Technology Centre (ÅSTC), Uppsala Universitet

Alone? – Er vi alene her i universet eller har vi nogle søstre og brødre derude et sted? Svaret til dette spørgsmål forsøgte jeg og 45 andre ISU (International Space University) elever at komme lidt nærmere ind på og at skrive en "astrobiology sourcebook" om. Bogen skulle være en slags ledetråd og kildesamling for de(n) der vil sysle med astrobiologi. Det hele foregik i et af de to såkaldte design projects, som var en del af pensummet under 2002-sommerprogrammet på ISU.

Jeg må ærligt indrømme at jeg aldrig havde hørt det ord før: "astrobiology" og – for at nævne det – heller ikke "exobiology". Der findes åbenbart en hel zoologisk have af terminologi som vedrører området: Astrobiology, exobiology, planetary biology m.m.. Men fælles er vel, at man skal søge for extraterrestrial life. For at tale for mig selv så synes jeg (og det hersker der vist også stor konsens om) at astrobiology er meget mere end "bare" at "søge efter liv derude et sted". Astrobiologi er et teknisknaturvidenskabeligt meget interdisciplinært område som handler om al mulig rumteknologi, om "planetary exploration", om at finde ud af hvad konditionerne kan være for at liv (hvad det nu end er!) eller også bare for at højere og mere komplicerede molekyler kan dannes, og også om at få en dybere forståelse for, hvordan liv kunne opstå og udvikle sig på vores jord. Så det er selvfølgelig meget mere end – eller bedre sagt – overhoved ikke for at lede efter E.T. eller grønne væsner i universet. Men min uvidenhed om astrobiologi forårsagede først en lidt kritisk holdning over for temaet.

til knap 40 år), fra mange forskellige lande (20 i det hele) og med helt forskellige kulturelle rødder og arbejds-/uddannelsesbaggrund.

De store hovedelementer i vores *astrobiology sourcebook* er for det første "the current state of astrobiology – the past, present and planned missions" hvor vi udarbejdede hvad vi (humankind) allerede vidste og har gjort, hvilke astrobiologiske missioner, der allerede er gennemført, hvilke der er i gang eller planlagt og deres resultat eller forventede resultater blev diskuteret.

Hvis man forsøger at finde liv ude i universet, så skal man selvfølgelig også rimelig eksakt vide hvad man er ude efter eller rettere sagt: Man bliver nød til at definere hvad liv overhovedet er for noget og det viser sig at



Liv kommer i mange former. Tæt på Black smokers findes former for liv man ikke troede var muligt for 20 år siden.

være sværere end man først tror. Følgende egenskaber anses at være karakteristisk for liv:

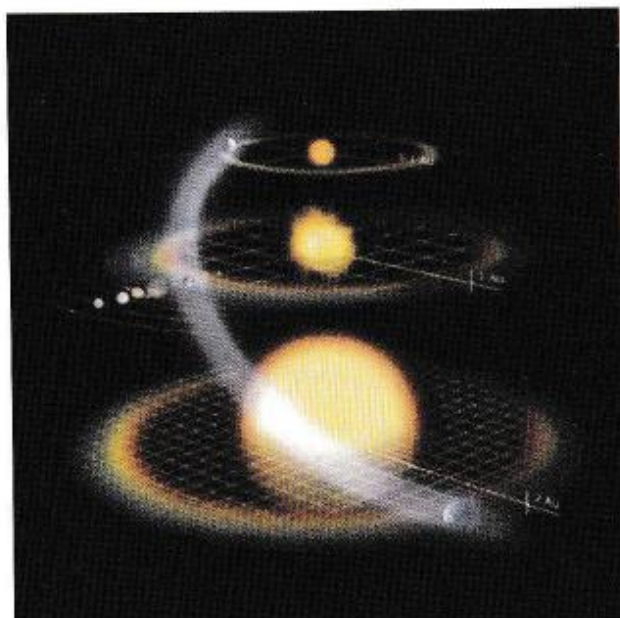
1. Liv har en struktur og den er afgrænset.
2. Liv er i termodynamisk disequilibrium med omgivelserne.
3. Liv konverterer eller kan konvertere energi.
4. Liv er karakteriseret af bevægelse enten selvbevægelse eller omgivelsernes bevægelse.
5. Liv tilpasser sig ændringer.
6. Liv kan reproducere sig selv.
7. Liv indeholder information, der gør det i stand til at reproducere sig selv.

Problemet med at definere liv er, at man ofte finder et eksempel mod et eller flere af de syv karakteristika for liv. Et træ er jo åbenbart liv, men det bevæger sig jo ikke. Nej, det er rigtigt, men omgivelserne bevæger sig. Desuden anses dødt liv (som er i termodynamisk ligevægt med omgivelsen, hvis det har været dødt længe nok) af astrobiologerne også som liv og som mål for forskningen. Heller ikke alle levende væsner kan reproducere sig selv. Problemet med at definere liv er også, at vi mennesker er præget af den viden vi har om livet på Jorden. Et andet sted i universet kan liv selvfølgelig se helt anderledes ud. Samtidig er det dog temmelig vigtigt at definere hvad liv er for noget og være klar over, at det kan være meget anderledes end på jorden. For det ville jo være meget dumt, hvis en mission til en planet, måne eller et andet himmellegeme (eller f.eks. bare interstellar dust) går glip af

noget meget interessant bare fordi man ikke havde regnet med præcis sådan en livsform.

Desuden blev der udarbejdet muligheder for at detektere liv i universet med forskellige instrumenter som for eksempel gaskromatografi eller massespektrometri. Dette blev dog efter min smag behandlet alt for kort og overfladisk. Desuden savner dette kapitel en hel del litteratur- og kilde-angivelser, som oven i købet ikke er fuldstændig og derfor ikke holder løftet om at være en sourcebook.

Rum for kreativitet gav afsnittet, der handlede om "Future Missions". Med et grundlæggende udgangspunkt i "Astrobiology Mission Design", som behandlede muligheder, trade-off diskussioner, og astrobiology mission option trees, blev der foreslået mulige missioner til Mars, Europa, Ganymedes, Titan og andre legemer som for



ESAs Eddington mission skal søge efter planeter omkring andre stjerner end Solen. Satellitten måler ændringerne i lysintensiteten, der opstår, når en planet bevæger sig ind i synslinien til stjernen. Eddington er planlagt til opsendelse i 2008. (Illustration: ESA).

eksempel kometer. I hvert tilfælde skulle de specielle videnskabsformål og muligheder, såkaldte "Hot Spots" (altså steder hvor det er mest sandsynligt at finde livsformer) og den specielle teknologi for netop disse astrobiologiske mål diskuteres. Desuden gav et lille kapitel om ny rumteknologi et kort indblik i endnu flere tekniske muligheder.

Planetary Protection var noget jeg også må indrømme, at jeg knapt nok havde tænkt på før. Men der findes selvfølgelig en hel del videnskabelige, etiske, juridiske og samfundsrelevante grunde til at diskutere dette område. Der skelnes mellem forward og backward contamination, dvs. kontaminering af det ydre univers (med det mener jeg alt udenfor Jorden) fra Jorden respektiv kontaminering af Jorden inklusive atmosfæren fra det ydre univers.

ISU har jo det formål at dække et så bredt område som muligt, og derfor skulle der selvfølgelig også diskuteres hvilken "impact the detection of life would have" på Jordens samfund. Der kategoriseredes fire hovedscenarier:

Near and Simple

Distant and Intelligent

Near and Intelligent

Distant and Simple

Denne del lignede mest det jeg var ret kritisk for i starten. Så selv kunne jeg ikke se dette kapitel som en speciel berigelse af en astrobiology sourcebook, men for fuldstændighedens skyld: O.K., da!

Et interessant område var "Education and Public Outreach", som jeg også engagerede

mig lidt i. Så det var ikke mærkeligt at jeg blev interface person til "Future Missions" og "Education". Fra en redegørelse for baggrunden og resurserne for uddannelse i forskellige dele i verdenen blev der så foreslået en 6-faser uddannelsesstrategi og udarbejdet en implementationplan for netop denne strategi.

Resultatet (in terms of hardware) af astrobiologi designprojektet var så bogen "Alone? A Discovery Sourcebook for Astrobiology", som kan tankes ned fra nettet under for eksempel <http://www.rockus.at/ISU/>. Den holder ikke videnskabelig standard hele vejen igennem (bestemt ikke!), men fidusen ved det hele var selvfølgelig også at man skulle lære sig at arbejde i et internationalt, interkulturelt og interdisciplinært miljø – og det havde man bestemt lejlighed til. En udfordring var det også at få ca. 50 individer organiseret på begrænset tid og få dem til at arbejde sammen så konstruktivt som muligt.

Jeg har koncentreret mig om at skrive om astrobiologi designprojektet under sidste års ISU sommerophold. Hvis læseren ønsker at læse en mere almen og omfattende beretning om ISU, så kan jeg varmt anbefale Bent Ziegler's artikel i Dansk Rumfart nr. 55.

Referencer

Alone? A Discovery Sourcebook for Astrobiology kan hentes på <http://www.rockus.at/ISU/>

Bent Ziegler's artikel kan læses på

<http://www.rumfart.dk/vis.asp?artikelid=200>

Artiklen er forkortet af redaktionen. Artiklen kan læses i sin fulde længde på rumfart.dk under Dansk Rumfart nr. 58.

Satellitnavigation nu og i fremtiden

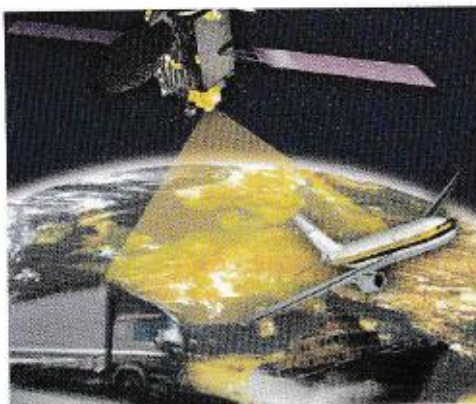
med oplæg ved:

– Anna B.O. Jensen, Informatik og Matematisk Modellering, DTU

Tid Tirsdag den 11. november 2003, kl. 19.30

Sted H.C. Ørsted Institutet, auditorium 2

GPS (Global Positioning System) anvendes i dag til en lang række formål eksempelvis som hjælpemiddel for fjeldvandrere og lystsejlere, som landmålingsinstrument, som et vigtigt navigationsinstrument for fly- og skibstrafik, og ikke mindst som en uundgåelig deltager ved præcisionsbombning i krigssituationer. GPS bygger imidlertid på et snart 30 år gammelt design, og en større modernisering af systemet er derfor påbegyndt. Denne modernisering starter samtidig med udviklingen af den første



prototype-satellit til det europæiske satellitnavigationssystem Galileo, og samtidig med at man i Rusland har påbegyndt en modernisering af det russiske satellitnavigationssystem Glonass. Med udgangspunkt i en beskrivelse af de forskellige

moderniserings- og udviklingstiltag giver foredraget en introduktion til nogle af de nye muligheder de næste 10 år vil give brugerne af globale satellitnavigationssystemer.

Yderligere oplysninger hos

Michael Lumholt, tlf. 3810 0979, e-mail: michael@rumfart.dk

Gratis adgang. Alle er velkomne.

E-mail-annoncering

Er du tilmeldt Selskabets mailliste, får du tilsendt en påmindelse før møder og foredrag. Vi sender dig også en besked, hvis et møde bliver aflyst eller flyttet.

Tilmelding til maillisten kan ske på Selskabets hjemmeside rumfart.dk, ved at vælge "Medlemsservice" i panelet til venstre og herefter vælge "Mailliste".

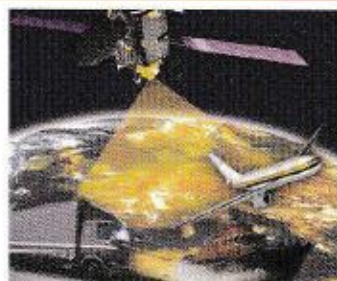
Mødekalender for efteråret 2003

Laserkommunikation i rummet

(tilmelding påkrævet)

Onsdag den 22. oktober, kl. 19.30

Ingeniørhuset, Kalvebod Brygge, København V



Satellitnavigation nu og i fremtiden

Tirsdag den 11. november, kl. 19.30

H.C. Ørstedes Institut, auditorium 2

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.





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.

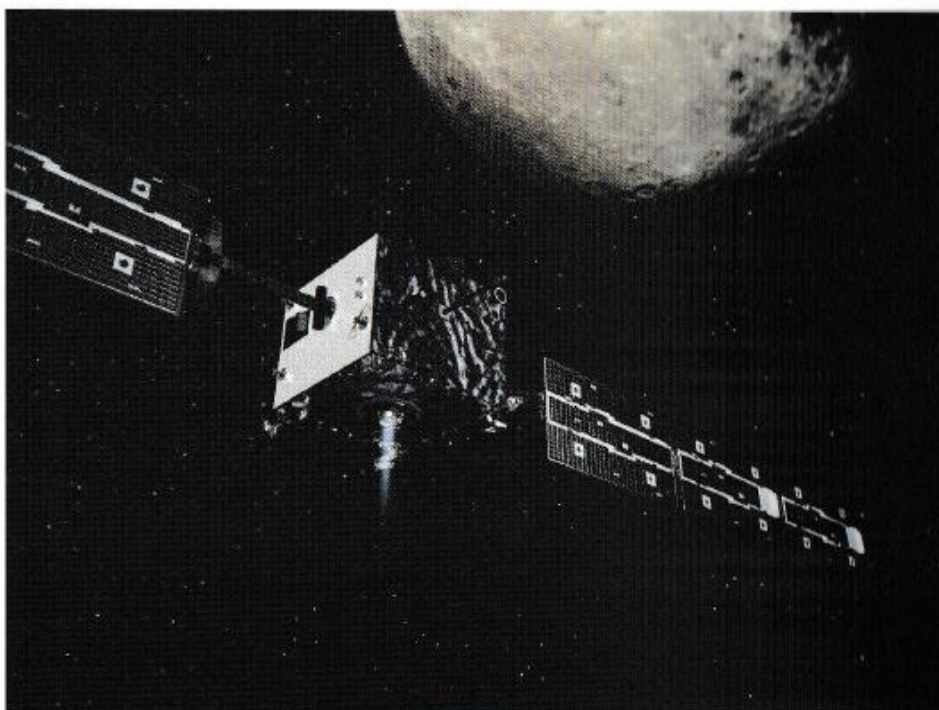
Årskontingenter er: Ordinært medlem: 300 kr., studerende: 175 kr., unge under 18 år: 60 kr. Bestil girokort via menupunktet "Bliv medlem" på *rumfart.dk*.

Kontaktpersoner

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

Næstformand: Thomas A. E. Andersen, tlf. 86 69 43 12, e-mail: thomas@rumfart.dk

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



SMART-1 er ESAs nye stolthed. Satellitten blev opsendt med en Ariane 5 raket fra Kourou i Fransk Guyana den 28. september i år. Det er den først europæiske satellit der anvender en ion-motor til fremdrift. Test af ion-motoren er et af de eksperimenter SMART-1 har som formål. Satellittens destination er Månen, hvor den skal foretage detaljerede spektrografiske undersøgelser i det infrarøde spektrum samt med røntgentechnik af overfladen. Målet er en kortlægning af mineral forekomster, og at fastlægge om der er vand på Månen. Tidligere undersøgelser har ikke med sikkerhed kunne konstatere om der er vand på Månen. Forventet ankomst er 2005. (Illustration: ESA).



Med ombord på SMART-1 er to stjerneameraer fra Ørsted•DTU. De skal sikre, at satellittens orientering i rummet er kendt. Her er de to stjerneameraer ved at blive klargjort til en vibrationstest. (Foto: F. Jørgensen).