



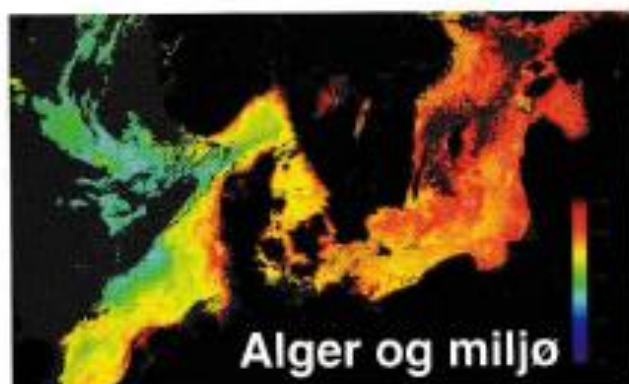
Dansk Rumfart



SWARM - en sværm af små satellitter



**6 år med Ørsted-satellitten
Historien og resultatet**



Alger og miljø

I dag får vi mere ud af satellitdata

Indhold

Danske rumfartsprojekter	2
Ørsted-satellitten – 6 års succes i rummet	4
Science fiction-skrivekonkurrence – <i>Fra Jorden til Planet X</i>	11
Algevækst, vejrudsigter, miljø og landbrug – satellitterne hjælper til	13
Ørsted efterfølgere skal flyve i flok	17
Vind en rejse til EUMETSAT – Konkurrence for skoleelever	21
Mødekalender	22

Danske rumfartsprojekter

Af Thim Nørgaard Andersen, thim@rumfart.dk

Danske rumfartsprojekter har vist sig ikke alene at være meget stabile og holdbare, de har også givet mange nyttige og værdifulde resultater til gavn for en lang række relaterede områder.

I dette nummer af Dansk Rumfart har vi valgt at fokusere på et lille udpluk af nogle af de danske rumfartsmissioner, og hvad status er for dem. Ørsted-satellitten kom på manges læber, da den blev sendt op den 23. februar 1999, og for ganske nyligt har den kunnet fejre sit 6. år i rummet – stadig i funktionsdygtig stand. På side 3 gennemgår den videnskabelige projektleder for Ørsted-

projektet, Peter Stauning fra DMI, de forløbne seks års historie om Ørsted-satellitten og de resultater, som er kommet frem om Jordens magnetfelt med baggrund i de mange måledata, Ørsted-satellitten har sendt tilbage til os.

Et andet stort område, hvor danske virksomheder og forskningsinstitutioner er involveret, er brugen af de mange forskellige observationsdata af Jordens overflade, der kommer fra det store antal satellitter, som hele tiden overvåger Jorden. Ved at kombinere disse data kan nye og brugbare informationer komme frem. Informationer

Redaktionelt

Udgiver: Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Dansk Rumfart, nummer 63, marts 2005
Deadline til Dansk Rumfart nr. 64: 15. april 2006.

Ansvarshavende redaktør

Thim Nørgaard Andersen
Parmagade 44, 3.tv.
2300 København S
Tlf. 32 84 36 37
e-mail: thim@rumfart.dk

Kontakt redaktionen

e-mail: redaktion@rumfart.dk

Redaktion

Michael Lumbolt, Steen Eiler Jørgensen & Thim Nørgaard Andersen (ansvarshavende redaktør)

Forsiden

SWARM (illustration: DSRC), Magnetfeltmålinger fra Ørsted (illustration: DMI) og algevækst i Nordsoen og Østersøen (foto: Geografisk Inst., KU).

Bagsiden

Jens Martin Knudsen (1930-2005), magneter på Pathfindermissionen (foto: NASA) og på Spirit (foto: NASA).

Tryk

A/S Handelstrykkeriet, Odense

ISSN 0905-2410

der i højere grad gør os i stand til bl.a. at vurdere miljøets tilstand, landbrugets ydeevne, og hjælpe andre lande med at optimere deres landbrugsproduktionsmuligheder. I artiklen på side 11 fortæller Michael Schultz Rasmussen fra Geografisk Institut på Københavns Universitet om de muligheder der i dag eksisterer, og om hvilke områder, informationerne kan blive til gavn for. Endvidere fortæller han lidt om, hvordan man behandler disse mange forskellige satellitdata.

I juni 2004 var der stor glæde på Danmarks Rumcenter (tidligere Dansk Rumforsknings institut). ESA udvalgte at Danmarks Rumcenters *Swarm*-projekt skulle realiseres i ESA-regi. På side 15 fortæller Nils Olsen og Rikke Hartung fra Danmarks Rumcenter om *Swarm*, hvad der skal måles, og hvordan det skal gøres. Af mange grunde er projektet meget spændende, og i Dansk Selskab for Rumfartsforskning vil vi følge projektet tæt.

Den europæiske meteorologiske organisation, EUMETSAT, står for at opsende en ny meteorologisk satellit i år, og i den forbindelse har de udskrevet en konkurrence for unge i alderen 15-16 år. På side 18 bringer vi en omtale af denne konkurrence, hvor der er mulighed for at vinde en tur til kontrolcenteret i Darmstadt i Tyskland for at overvære opsendelsen. Vi håber mange danske unge vil benytte sig af muligheden og deltage i konkurrencen.

Kort tid før redaktionens afslutning modtog vi med sorg meddelelsen om, at Jens Martin Knudsen var død. Gennem mange år gjorde Jens Martin Knudsen et stort arbejde med at udbrede kendskabet til rummet og dets fantastiske muligheder. Han gjorde det med stort engagement, og man kunne ikke undgå at blive inspireret ved at lytte til hans fortællinger. Han vil blive savnet.

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.

Ørstedsatellitten - 6 års succes i rummet

Af Peter Stauning, Danmarks Meteorologiske Institut. Videnskabelig projektleder for Ørsted

Nye forskningsresultater om strømningerne i Jordens kerne af flydende metal, indsigt i de elektriske forhold i den sejtflydende stenmasse i undergrunden, udmåling af magnetiske forhold i jordskorpen, registrering af havstrømme, sondering af atmosfærens temperatur og indhold af vanddamp, måling af elektronindholdet i den øvre atmosfære, kortlægning af strømsystemer i rummet, detektering af energirige partikler i strålingsbælterne, bestemmelse af elektriske felter i solvinden. Nej, det er ikke indholdsfortegnelsen i et opslagsværk om rumforskning og geofysik. Det er uddrag af Ørstedsatellittens resultatliste. Og når Ørsted nu den 23. februar 2005 kl. 11:29:55 passerer hen over Sydamerika i sit omløb nummer 31.621, så har den lille danske satellit nået en bemærkelsesværdig milepæl: 6 år i rummet og stadig i fuld drift. Efter en problemsfyldt start er Ørsted blevet en succes af formidabelt internationalt format. For nylig har Ørsted nået endnu et vigtigt resultat: Den lille satellit er blevet undervisningsemne i skolerne med udgivelsen af en DVD film og tilhørende bog skrevet af TV-meteorolog Charlotte Autzen.

Ørstedsatellittens lange vej til succes

Ørsted har ikke haft en let vej til sin succes. Satellitten har været hårdt ramt af forsinkelser og andre problemer. NASA havde bevilget en gratis opsendelse af Ørsted som passager på en Delta-II raket, som skulle opsende en stor amerikansk ARGOS-satellit i 1995. ARGOS-satellitten havde uheldigvis store konstruktionsproblemer og var slet

ikke klar i 1995, så Ørsted måtte lægges i "mølpose". Først i slutningen af 1998 kom der klarmelding fra ARGOS-holdet. Ørsted blev klargjort og sendt til Vandenberg Air Force base. Den første nedtælling fandt sted den 15. januar 1999, men opsendelsen måtte opgives på grund af uheldige meteorologiske forhold (kraftige vinde i større højder).

Så fulgte en tilsyneladende endeløs række af opsendelsesforsøg, hvor skiftevis tekniske og meteorologiske forhold førte til aflysning. Men endelig, den 23. februar 1999 kl. 11:29:55, ved den 11'te nedtælling lykkedes det. Den store Delta-raket løftede sig

majestætisk fra affyringsrampen på sin søjle af ild fra de brølende raketmotorer, og snart forsvandt raketten ud af syne med sin kostbare last af 3 satellitter, den amerikanske ARGOS, den sydafrikanske Sunsat og den danske Ørstedsatellit. Efter 100 minutters flugt, blev Ørsted frigjort fra løfteraketten, og så kl. 14:20, næsten 3 timer efter opsendelsen, modtog vi de første radiosignaler fra Ørsted over antennen på DML. Ørsted var i rummet og fungerede!

Nu har satellitten så fungeret i 6 år. Trods sin høje alder fungerer satellitten stadig. Ældningen har reduceret effektiviteten for solpaneler og batterier, der ikke leverer helt så megen strøm som i begyndelsen af missionen. Desuden er et af instrumenterne, det såkaldte stjernekamera, noget medtaget af den hårde stråling, satellitten har været udsat for i strålingsbælterne og under soludbrud. Men satellitten passes omhyggeligt, og Ørsted leverer stadig værdifulde data.

Ørsteds instrumenter

Målingerne af styrken og retningen af Jordens magnetfelt udføres med Ørsteds hovedinstrument, et CSC ("Compact Spherical Coil") vektor-magnetometer kombineret med et SIM ("Star Imager") stjernekompass, som er bygget på Danmarks Tekniske Universitet (DTU) og er satellit-instrumenter af verdensklasse med uovertruffen præcision og stabilitet. Magnetfeltets styrke måles absolut med et Overhauser (OVH) skalar-magnetometer leveret af CNES.

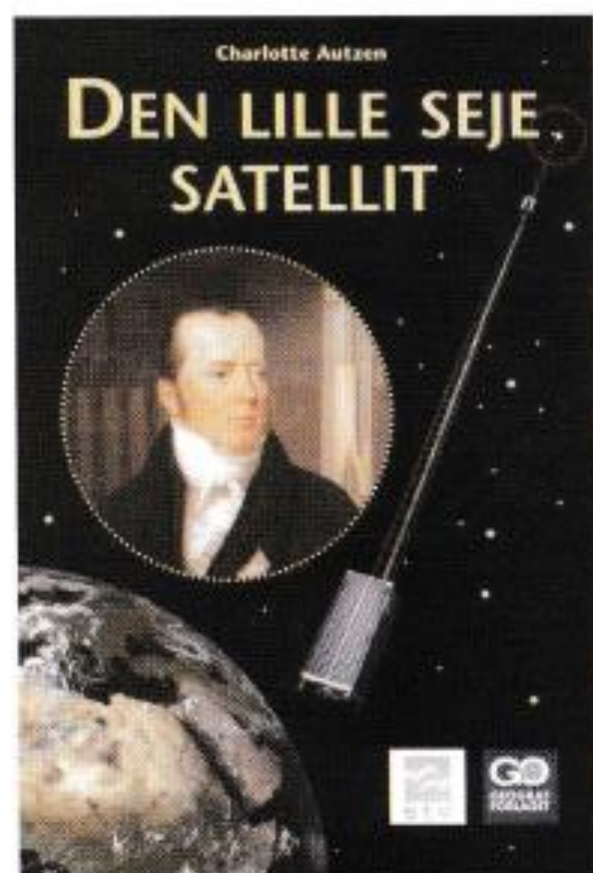
Den energirige (gennemtrængende) stråling af elektroner og atomkerner måles af CPD ("Charged Particle Detector") instrumentet bygget på DMI. Ørsted er desuden udrustet med en TurboRogue GPS præcisions-

modtager leveret fra NASA. Instrumentet anvendes ved GPS-baserede sonderinger af atmosfærens temperatur og indhold af vanddamp og ved målinger af elektronindholdet i den øvre atmosfære.

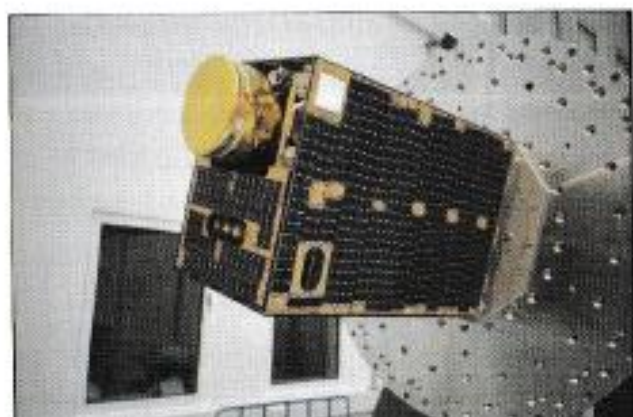
En særligt fremragende indsats ligger bag konstruktionen af den 8 m lange, sammenfoldelige mast, der holder de magnetiske instrumenter på forsvarlig afstand af mulige forstyrrende magnetfelter fra materialer og strømbaner i satellittens krop. Satellittens øvrige systemer omfatter bl.a. to CDH ("Control and Data Handling") computere. Forskellige finesser indlagt i styreprogrammet har sikret satellittens genstart under omstændigheder, der ville have fået almindelige computere til at gå helt i sort.

Ørstedsatellittens mange opgaver

Ørsteds hovedopgave er at levere måledata som basis for præcise magnetfeltmodeller. Første gang skulle være til den nye "International Geomagnetic Reference Field Model" (IGRF), som skulle gælde fra 1. januar år 2000. IGRF modellen opdateres hvert 5'te år og anvendes overalt i verden ved talrige tekniske og praktiske opgaver. Med den stærkt forsinkede opsendelse blev det et hektisk kapløb for at nå at samle tilstrækkelige data til en præcis modellering af Jordens magnetfelt. Men det lykkedes, og IGRF2000 modellen er hovedsageligt baseret på Ørsteds data. Ørsteds data er anvendt nu igen ved den nyeste internationale reference feltmodel, som gælder fra begyndelsen af dette år.



Figur 1. DVD film om Ørsted og tilhørende bog skrevet af Charlotte Autzen, STV Education.



Figur 2. Ørstedsatellitten testes i IABG. Masten er sammenfoldet i kroppen. foto: Per L. Thomsen

Den præcise kortlægning af magnetfeltet har talrige praktiske anvendelser i forbindelse med forskellige former for navigation. Kompasnavigation er stadig et billigt og pålideligt hjælpemiddel til at finde vej, såfremt man på forhånd kender magnetfeltets retning, dvs. den lokale misvisning. Således anvendes kompasnavigation ved præcis styring af borehoveder ved produktionsboringer i olieførende lag, hvor der ofte skal bores mange parallelle borehuller for at ramme alle mulige olielommer. Også andre sider af de præcise magnetiske målinger har praktiske anvendelser, som spænder fra kortlægning af havstrømme til udnyttelse af viden om jordskorpens magnetiske forhold i geologiske undersøgelser af olie- og mineralforekomster.

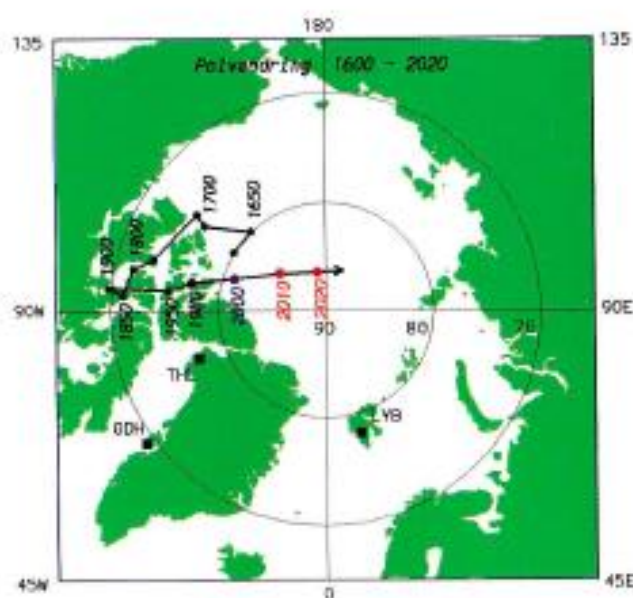
De magnetiske målinger skal desuden give forskerne data til forskellige teoretiske undersøgelser af indre og ydre kilder til Jordens magnetfelt og modellerne forfines til stadighed med data fra de seneste målinger.

Modellering af Jordens indre

Modellerne indeholder en variation i magnetfeltet med afstanden fra Jordens centrum. De første ca. 3000 km i dybden

består af sejtflydende stenmasse, magma, der udgør den såkaldte kappe ("Mantle"). Dette medium er dårligt ledende for elektriske strømme. Tillige er temperaturen så høj, at mineralerne mister eventuelle magnetiske egenskaber. Der kommer således ikke noget særligt nyt bidrag til Jordens magnetfelt fra denne region. Man kan derfor anvende modellerne til at ekstrapolere magnetfeltet indad mod den flydende kerne af smeltet metal, som især består af jern og nikkel, og hvori der løber kraftige elektriske strømme. Herved kan man få et billede af magnetfeltet ved den såkaldte "Core-Mantle Boundary" (CMB) ved overgangen mellem kappen og den flydende kerne.

Disse data har sammen med de seneste teorier for den selvmagnetiserende geodynamo givet en helt ny indsigt i forholdene i Jordens indre. Man er begyndt at forstå de processer, der skaber de elektriske strømme i Jordens flydende kerne, som frembringer det variable magnetfelt, vi måler på Jordens overflade og i det



Figur 3. Den nordlige magnetpols vandring over polarområdet gennem 400 år. (grafik: P. Stauning)

omgivende rum. I de nyeste og mest realistiske modeller har man endog været i stand til at frembringe variationer, som svarer til polvendingerne i Jordens magnetfelt. Sådanne polvendinger har foregået med ca. 250.000 års mellemrum som gennemsnit gennem de seneste 60 millioner år i Jordens historie.

Den seneste polvending foregik for ca. 780.000 år siden, hvor magnetfeltet først tabte styrke og forsvandt for senere at gendannes med modsat retning. I mindre skala er disse dynamiske processer i Jordens kerne ansvarlige for ændringerne i beliggenheden af de magnetiske poler. Figur 3 viser beliggenheden af den nordlige magnetpol fra år 1600 frem til 2000 baseret på målinger og videre frem til 2030 ud fra modeller baseret på Ørstedes data. Denne såkaldte "polvandring" har ikke været så heftig i de seneste 400 år som nu, hvor den foregår med en hastighed på omkring 60 km/år.

Magnetiske forhold i jordskorpen

Men Ørsted har på flere andre måder bidraget til væsentlige landvindinger ved kortlægningen af magnetiske anomalier i Jordens faste skorpe ("Crust") på 30-50 km's tykkelse. Den detaljerede magnetiske kortlægning foregår oftest med skibs- eller flybårne magnetometre. Men da magnetfeltet fra de magnetiske materialer i jordskorpen kun udgør nogle få procent af det samlede magnetfelt, er det af afgørende betydning at have en præcis model for feltet fra kilder dybere i Jordens indre.

Og det har Ørsted leveret. Figur 4 illustrerer den totale magnetisme i jordskorpen, dvs.

summen af permanent magnetisme i magnetisk "hårde" materialer og den øgede magnetisme i magnetisk "bløde" materialer induceret af det tilstedeværende felt.

I figur 4 viser den rødlige farvekode generelt større magnetisme i kontinenterne – specielt i bjergkæderne – end i oceanerne. Det skyldes især den større tykkelse af jordskorpen ned til den grænse, hvor temperaturen overstiger Curie-temperaturen på typisk nogle få hundrede grader. Ved denne temperatur mister materialer deres magnetiske egenskaber og kan ikke længere bidrage væsentligt til magnetiseringen.

I ocean-områderne ses tillige en stribet struktur. Den opstår ved overgangen ("brudzonen") mellem kontinentalplader, som bevæger sig væk fra hinanden, og hvor frisk magma fra tid til anden flyder op, afkøles og bliver magnetiseret i forhold til det aktuelle magnetfelt. Da Jordens magnetfelt til stadighed ændrer sig og



Figur 4. Model af remanent og induceret magnetisme i jordskorpen (Cover page, *Geophys. Res. Lett.*, 29 (15), 2002. Grafik: M. Purucker)

eventuelt skifter polaritet kan disse striber af størknet magma blive magnetiseret i modsatte retninger.

I figur 4 er de langstrakte strukturer specielt iøjnefaldende ved brudzonen, der udgår fra Californien, men man kan også se tilsvarende strukturer i Atlanterhavet på begge sider af brudzonen mellem de europæisk/ afrikanske og de amerikanske kontinentalplader. Ved undersøgelser af sådanne strukturer kan man kortlægge polvendingerne i Jordens magnetfelt gennem millioner af år. Disse brudzoner er i øvrigt også hjemsted for vulkansk aktivitet og jordskælv, som den seneste tragedie i Asien så tydeligt har vist.

Elektriske strømme i rummet

Ørsteds magnetiske målinger anvendes også ved kortlægningen af elektriske strømme i rummet. I Jordens omgivelser findes en række strømsystemer, hvis magnetiske virkninger kan måles fra Ørsted satellitten. Ofte kan disse strømme også detekteres fra Jorden. I perioder med heftig solaktivitet er det sådanne strømme, der giver "magnetisk storm". Satellitmålingerne anvendes sammen med jordbaserede målinger for at adskille og analysere de forskellige kilder til magnetiske

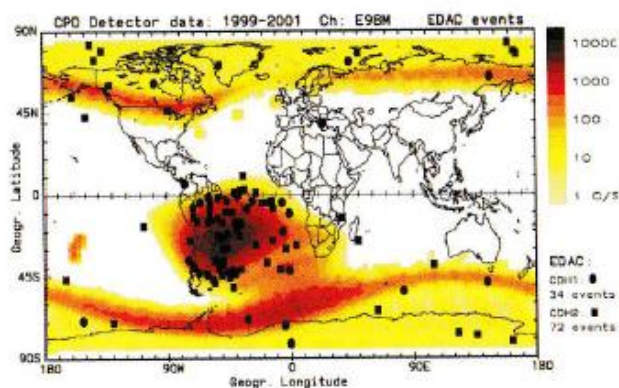
forstyrrelser.

Foruden horisontale strømsystemer i den øvre atmosfære (ionosfæren) i 100-150 km's højde, bl.a. i form af lokaliserede kraftige strømme ("Electrojets"), findes den såkaldte ringstrøm ("Ring Current") i Jordens ækvatorplan i 30-40.000 km's afstand. Desuden løber der stærke elektriske strømme i grænselaget ("Magnetopause") mellem solvinden og Jordens magnetfelt i afstande på op til flere hundrede tusinde km fra Jorden. Disse strømsystemer er indbyrdes forbundet med strømme langs magnetfeltet ("Field-Aligned Currents", FAC). Den samlede strøm mellem rummet og Jordens øvre atmosfære er ofte flere millioner ampere.

Ørsteds præcise magnetiske målinger har givet betydelige fremskridt ved kortlægningen af disse strømme og ved analysen af strømmenes afhængighed af solvinden, strømmen af glødende gas fra solen, og andre forhold som f.eks. solpletal og årstid. Den første videnskabelige publikation baseret på Ørsteds målinger blev netop en artikel om sådanne strømsystemer (Stauning and Primdahl, Geophys. Res. Lett., 15. Oct., 2000). Artiklen behandler de strømme, der induceres ved vekselvirkningen mellem solvinden og Jordens magnetfelt i 50-150.000 km's afstand.

Gennemtrængende stråling

Ørsteds målinger med CPD instrumentet har bidraget til kortlægning af den energirige stråling i rummet. Instrumentet omfatter 6 detektorenheder, som hver anvender en silicium-detektor, hvori en indtrængende

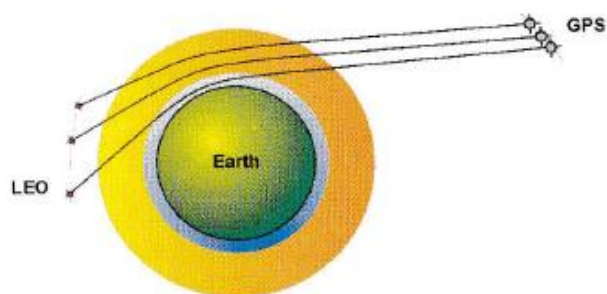


Figur 5. Måling af energirig stråling og forekomst af computer fejl. (grafik: P. Stauning)

partikel laver et ioniseret spor. De dannede ioner opsamles og giver en lille elektrisk impuls, der forstærkes, måles og tælles. Herved kan man bestemme partiklernes energi og intensitet. I Ørsteds CPD instrument har detektorenhederne forskellig skærmning og tykkelse, så man kan skelne mellem forskellige typer stråling.

Et eksempel på kortlægning af strålingen med CPD instrumentets målinger er vist i figur 5. Figuren viser med farvekode den globale fordeling i ca. 750 km's højde af den gennemsnitlige stråling over en 2 års periode. Det er Jordens magnetfelt, der styrer strålingen og dermed dens geografiske fordeling. Der forekommer ofte stærk stråling i nordlyszonerne, som ses som slyngede bånd i både den nordlige og den sydlige halvkugle. Strålingen er lejlighedsvis kraftig over polarområderne under soludbrud. Stærkest er strålingen dog i den såkaldte "Syd-Atlantiske Anomali", hvor Jordens magnetfelt er særligt svagt. Strålingbælterne holdes på plads af magnetfeltet og kommer her tættere på Jorden og dermed stærkere ind i Ørsteds bane.

Den energirige partikelstråling er et problem for andre instrumenter og især for satellittens computere. Strålingen kan trænge gennem de flere mm tykke aluminiumplader, som ellers beskytter elektronikken ombord, og trænge ind i de integrerede kredse. Det kan f.eks. gå ud over hukommelseskredse, hvor bits kan skifte uventet. Diagrammet i figur 5 viser forekomsten af bitfejl i memory for de to CDH-computere gennem ca. et år. Det ses, at bitfejl forekommer i polarområdet og



Figur 6. Princip og strålegang for GPS occultationsmåling. (Grafik: Per Høeg)

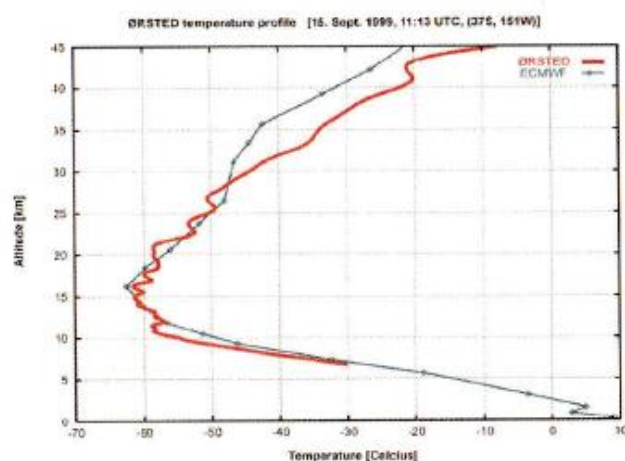
nordlyszonerne, men langt det største antal forekommer i den Syd-Atlantiske Anomali.

GPS-baserede atmosfæresonderinger

Ørsteds TurboRogue GPS præcisionsmodtager er beregnet på at udnytte radiosignalerne fra de amerikanske GPS satellitter til sonderinger af atmosfæren. Også på dette vigtige område er Ørsted blevet en pionersatellit. Princippet i målingen er illustreret i figur 6. GPS-satellitterne befinder sig i baner i mere end 20.000 km's afstand og har en omløbstid på 12 timer. En lavtgående satellit ("Low Earth Orbiting", LEO) som Ørsted har en omløbstid på ca. 100 min og bevæger sig derfor forholdsvis hurtigt rundt om Jorden. Set fra LEO-satellitten kan en GPS gå ned under eller stige op over horisonten på kort tid som skitseret i figuren. Radiosignaler fra GPS satellitterne vil bøjes en smule ved brydning i atmosfæren og signalernes fase og amplitude ændres i forhold til udbredelsen ved en tilsvarende strækning i perfekt vacuum. Disse ændringer afhænger af atmosfærens tæthed og især af dens indhold af vanddamp.

Med nøjagtigt bestemte satellitbaner kan man beregne ændringernes størrelse og dermed udlede atmosfærens sammensætning langs signalvejen.

Med passende antagelser kan målingerne omsættes til en lodret temperaturprofil i det centrale område, hvor strålen kommer tættest på Jorden. Et eksempel herpå er vist i figur 7. Den røde kurve viser temperaturprofilen bestemt ved Ørstedes GPS målinger mens den blå kurve viser temperaturprofilen i samme geografiske område og til samme tid beregnet ved ECMWF vejrcentret. Centrets temperaturdata er især baseret på målinger med radiosonde-balloner.



Figur 7. Atmosfæreprøfil bestemt ved Ørstedes occultationsmålinger og ved ECMWF. (Grafik: Stig Syndergaard)

Observationer baseret på anvendelse af GPS radiosignaler ventes at blive et meget vigtigt værktøj for atmosfæremålinger og kan få stor betydning for meteorologi og klimaundersøgelser.

Ørsted som forbillede for nationalt og internationalt samarbejde

Ørstedesatellitten er en betydelig teknisk bedrift – satellitten blev kåret af Ingeniørforeningen til en ærefuld 4. plads i konkurrencen om "Det 20. århundredes største danske ingeniørbedrift" (efter Valdemar Paulsens radiosender, Storebæltsforbindelsen og den Transiranske jernbane) -

og dens forskning smæssige resultater er enestående.

Men satellitprojektet kan også fremhæves som en organisatorisk bedrift. Det er på enestående vis lykkedes at få universiteter og andre offentlige institutioner og en række private virksomheder til at arbejde tæt sammen på et stort fælles projekt. Det nationale samarbejde har omfattet tre universiteter (Danmarks Tekniske Universitet, Københavns Universitet, Aalborg Universitet), en Ingeniørhøjskole (Københavns Teknikum), og otte private industrivirksomheder (Terma A/S, CRI, Copenhagen Optical Company Aps, DCC International, Innovision, Per Udsen Co, Rescom og Ticra) foruden to offentlige institutioner (Dansk Rumforskningsinstitut og Danmarks Meteorologiske Institut).

Det internationale samarbejde har omfattet de store rumforskningsorganisationer NASA, ESA, CNES (Frankrig) og DLR (Tyskland) samt mere end 40 universiteter og forskningsinstitutioner verden over.

Ørstedprojektet har givet Danmark stor anerkendelse i den internationale forskningss verden. Mere end hundrede forskere verden over har arbejdet med de fremragende data fra Ørstedesatellitten. Over 200 videnskabelige publikationer og proceedings - artikler baseret på Ørsted-data er indtil nu udgivet i internationale tidsskrifter og mange flere vil følge i de kommende år.

Kilder

Ørstedesatellitten har tidligere været emne i "Dansk Rumfart" bl.a. i artiklen "Ørsted - Status efter 3 års mission i rummet" af Peter Hoffmeyer, Terma A/S,

(nr. 54, maj 2002) hvor bl.a. de tekniske landvindinger i Ørstedprojektet beskrives mere indgående.

Yderligere materiale og beskrivelser af Ørstedsatellitens mange resultater samt udførlige lister over publikationer og konference præsentationer baseret på Ørsted kan findes i rapporten: P. Stauning: Ørsted's resultater. 5 år i

Rummet. DMI rapport #04-12, 2004. Publikationen findes på www.dmi.dk.

En DVD video om Ørstedprojektet: "Den lille seje" (50 min) og tilhørende bog kan købes i boghandler eller ved Geografforlaget (www.geografforlaget.dk). Der er en meget reduceret pris på klassesæt (25 bøger og 1 DVD).

Science fiction- skrivekonkurrence – Fra Jorden til Planet X

Med udgangspunkt i temaet "Fra Jorden til Planet X" skal man skrive en historie, der beskriver fremskridt og opdagelser samt udvikling, som har relation til videnskab og livet i det ydre rum. Historien kan fx handle om rejsen til og livet på en anden planet i vores solsystem, om et møde med andre livsformer, om byggeri i det ydre rum eller om en videnskabelig opdagelse. Dommerne kigger efter originalitet, kreativitet og forfatterens forståelse af både hovedtemaet og det underliggende tema: fredelig brug og udforskning af det ydre rum.



E-mail: rummet@rummet.dk

rummet.dk
Danmarks Rumcenter
Juliane Maries Vej 30
2100 København Ø.

Rummet.dk vil udvælge de to bedste historier, oversætte dem til engelsk og sende dem til EURISY, hvor de vil blive endelig bedømt af en international jury. Det er EURISY, NAROM og UNESCO, der har udskrevet konkurrencen. Hent tilmeldingsblanketten og læs konkurrencereglerne på:

www.rummet.dk

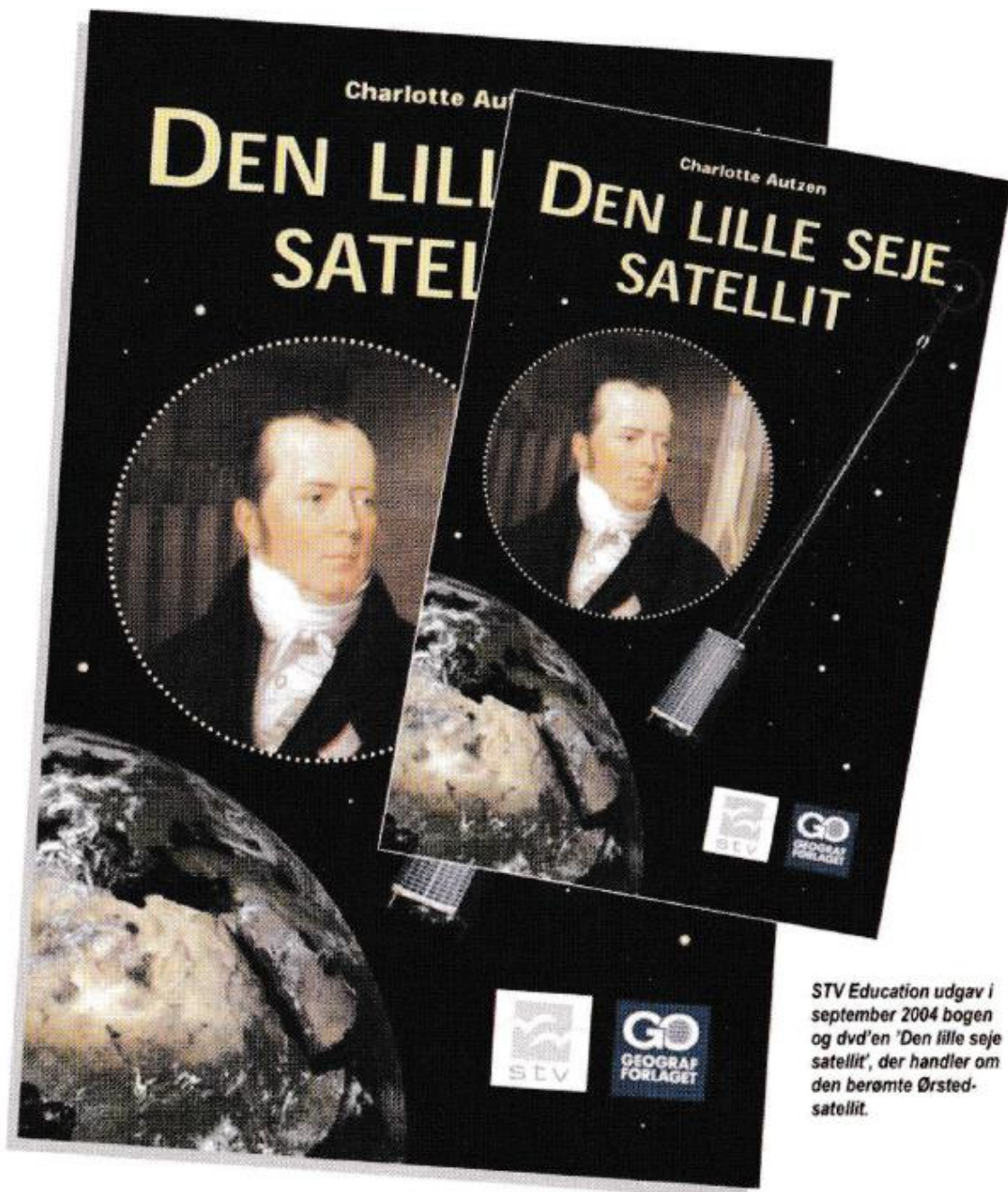
For at deltage i konkurrence skal man være mellem 12 og 17 år. Konkurrencen er delt op i to aldersgrupper:

- 12 til 14 år
- 15 til 17 år

Forfatteren til den bedste historie i hver aldersgruppe vinder et digitalkamera. Der er også præmier til 2. og 3. pladserne.

Historierne må højst være på 1.000 ord.

Bidragene skal senest 15. maj 2005 sendes til rummet.dk enten via e-mail eller med almindelig post.



STV Education udgav i september 2004 bogen og dvd'en 'Den lille seje satellit', der handler om den berømte Ørsted-satellit.

I 1999 sendte Danmark sin første nationale satellit i kredsløb om Jorden, den lille Ørsted. Den skulle udføre præcise målinger af Jordens foranderlige magnetfelt. Det gjorde den så godt, at Danmark kan kalde sig for rumfartsnation med enorm succes. Dette snart 6 år lange rumeventyr er der nu kommet en dvd-film og en bog ud af - med titlen 'Den lille seje satellit'. Bogen er skrevet af TV 2 Vejrets Charlotte Autzen, som også står for idé og tilrettelæggelse af dvd.

Bog og dvd kan købes hos GEOGRAFFORLAGET, tlf. 63 44 16 83.

Pakke med 1 dvd-film og 25 bøger: Kr. 1.200,- / Stk-salg: 1 dvd-film: Kr. 200,- 1 bog: Kr. 120,- (Alle priser ex. moms)



Algevækst, vejrudsigter, miljø og landbrug

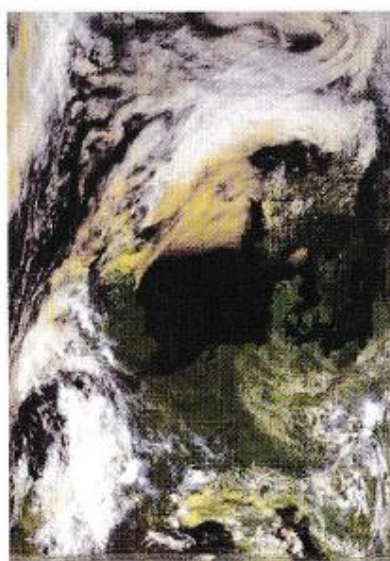
– satellitterne hjælper til

Af Michael Schultz Rasmussen, Geographical Resource Analysis & Science (GRAS) og Geografisk Institut, Københavns Universitet, e-mail: msr@geogr.ku.dk

Der er efterhånden mange satellitter der hjælper os i hverdagen og der kommer stadig flere! Mest kendt er vejrudsigten der præsenterer "skyfilmen", hvor skyerne susser hen over skærmen og vi ser og forstår dagens vejr; men meteorologen der udarbejdede prognosen støttede sig til flere forskellige satellitbilleder der viste de forskellige skyformationer, deres karakter og bevægelser. Satellitterne bag skyfilmen er de såkaldte geostationære satellitter, som er placeret i de geostationære baner ca. 36.000 km fra Jordens overflade.

Det er samme sted hvor alle kommunikations-satellitterne er placeret, fordi det er særdeles praktisk at de står over det samme sted på Jorden altid, dvs. de drejer en gang rundt om deres egen akse i løbet af 24 timer, præcis som Jorden. Det er sin sag at fremstille et billede af Jorden i en afstand på 36.000 km, derfor bliver disse data også grove i deres rumlige opløsning, der vil ikke være mange detaljer man kan se, men nok til at kende land fra by, hav fra is, varme fra kulde og lyst fra mørkt. Fra den nye Meteosat-satellit (Meteosat Second Generation) scannes den halve jordklode hvert 15. min og den mindste billedenhed - en

pixel - er 3×3 km. Det er en udmærket skala til at følge vejret og til at observere de store forskelle i planters vækst indenfor et lands grænser eller for en hel region. Måden det kan ske på er at satellitten måler den del af Solens stråler der bliver reflekteret på landoverfladen i forskellige dele af spektret.



Figur 1. NOAA AVHRR billede fra 4. juli 2001. Danmark stort set uden skyer - det er sjældent! Billedet er modtaget fra modtagestation på Geografisk Institut, Københavns Universitet.

Skyer reflektere meget lys og er nemme at genkende p.g.a. deres form. Planter derimod kan være svære at skelne fra bar jord, hvis ikke man kunne måle reflekteret lys i to forskellige dele af spektret: den røde og den nærinfrarøde del. Planter benytter den røde del af lyset som energi til fotosyntesen, hvorimod de kan ikke bruge nærinfrarøde stråling.

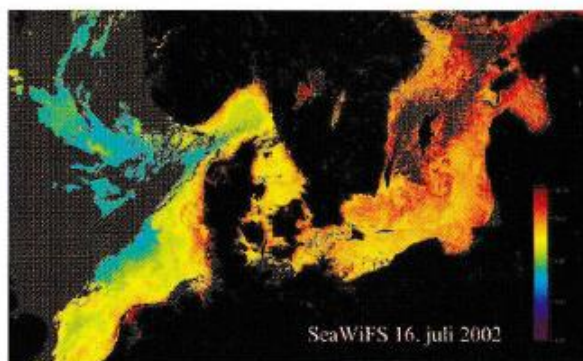
Når planter ses som grønne, er det fordi en forholdsmæssig større del af den grønne stråling reflekteres.

Mennesker kan ikke se nærinfrarød stråling. Når et radiometer ombord på en satellit kan måle flere steder i lysets spektrum kaldes data for multispektrale. Der er også andre instrumenter ombord på satellitterne, f.eks. et radiometer som kan registrere langbølget udstråling og herved bestemme overfladens temperatur.

Meteosat, som måler både reflekteret sollys i forskellige dele af spektret samt langbølget

udstråling, er kun en satellit ud af mange. Hvis vi bevæger os nærmere Jorden vil der i en afstand på mellem 700 og 900 km ligge en sværm af satellitter som kredser rundt om jorden. Det tager typisk 100 minutter for en tur rundt om kuglen. Disse satellitter kaldes ikke helt overraskende for polar-orbitende, netop fordi de er i orbit omkring Jorden og passere tæt ved polerne. Afhængig af hvor stor del af Jordens overflade der bliver scannet per omløb samt med hvilken detaljerings grad, eller pixel størrelse, vil disse satellitter skulle bruge mange orbit til at dække hele Jordens overflade. En arbejdshest indenfor satellitter er NOAA serien der uafbrudt har scannet jorden siden 1979. NOAA har en pixelstørrelse på 1 km² og måler reflekteret sollys i 2 dele af spektret (rødt og nærinfrarødt) samt registrere langbølget udstråling. Der er altid to NOAA satellitter i orbit og de leverer typisk 4 til 12 daglige billeder af Danmark. Når meteorologen i vejudsigten viser et nærbillede af Danmark, så er det et NOAA billede. Her er langt flere informationer end de grove Meteosat data. NOAA data er i tidens løb blevet anvendt til mangt og meget, lige fra dokumentering af ørkenspredning, som ses som en ødelæggelse eller reduktion af plantedækket, til observation af skovbrande, havis forekomster og udbredelse af tropiske regnskove. Amerikanerne lavede i mange år særdeles gode estimater af landbrugsproduktionen i både det gamle USSR og Kina og det gjorde de med NOAA eller NOAA-lignende satellitter. NOAA bliver også brugt til at bestemme havets temperatur og her kommer et vigtigt bidrag som en datakilde der kan vise ændringerne i det globale klima. Global change-

forskningen har stor glæde af den 25 år lange tidsserie af NOAA data. Geografisk Institut ved Københavns Universitet har mange års erfaring i arbejde med NOAA data til bestemmelse af planteproduktion og klimaforhold.



Figur 2. Algekort fra den 16. juli 2002 viser store koncentrationer af klorofyl (alger) i Østersøen. Kortet er fremstillet ud fra SeaWiFS satellitdata (© Orbimage og GRAS)

Vi er dus med Vejrudsigten, men snart bliver vi også dus med Vandudsigten, DHI - Institut for Vand og Miljø, har udviklet en Vandudsigt som er baseret på en hydrologisk model der beregner vandets strømning. Vandudsigten kan informere om temperatur, saltholdighed, bølger og alger og er interessant for alle der har havet som arbejdsplads eller fritidsførelse. Satellitdata bliver her benyttet til løbende at checke og justere modellen. Det er et fint koncept: modellen kører altid og kan til et hvert tidspunkt levere en Vandudsigt, satellitterne kommer forbi med jævne mellemrum og leverer data når forholdene tillader, (f.eks. når det er skyfrit) og data er hermed løbende medvirkende til at forbedre prognoserne (se www.vandudsigten.dk). DHI benytter havtemperaturer fra NOAA data samt bestemmelse af alge-koncentrationer fra andre satellitter: Envisat, Modis og SeaWiFS. Envisat er den nyeste europæiske

satellit der blev opsendt i 2001. Det er til dato den mest avancerede satellit i den familie som kan dække Jorden dagligt eller hver anden dag (se <http://envisat.esa.int>). For at kunne levere data til Vandudsigten er der i dag sat et system op, som processerer satellit data så snart de er modtaget og via Internettet sender dem automatisk videre til den hydrologiske model bag Vandudsigten. Figur 2 viser et kort over algekoncentrationer i Østersøen og de Danske farvande den 16. juli 2002. Den røde farve viser høje koncentrationer omkring Gotland og Øland. Denne information kan dels integreres i Vandudsigten som beskrevet, eller benyttes selvstændigt til at studere algeudbredelser. Det er også muligt at benytte disse data til at varsle om høje koncentrationer af alger og hermed lukning af badestrande.

Blandt de polarorbiterende satellitter findes Landsat, SPOT og IRS, det er de såkaldte høj opløselige data som gengiver mange detaljer fra Jordens overflade og som derfor benyttes til at udarbejde kort. Pixelstørrelserne varierer fra 30 meter for Landsat ned til 2,5 meter for de bedste SPOT data. I Danmark benytter vi disse data til kortlægning af arealanvendelse, typisk indenfor landbruget, men også til dokumentation for ændringer af kystlinjer. Den vigtigste anvendelse af Landsat og SPOT data er i de dele af verden hvor information om skov, landbrug, infrastruktur, byer m.m. er sparsomme eller ikke opdaterede. Her kan geografer, rådgivere og entreprenører hurtigt fremstille helt opdaterede kort. Data benyttes også i forskningens verden med information om ændringer af menneskers levevilkår ofte i

fjerne afkroge. Den første amerikanske Landsat satellit blev sendt op i 1972 og selvom de efterfølgende Landsat satellitter er blevet stærkt forbedrede, repræsenterer hele den lange tidsserie et datamateriale som kan benyttes til at dokumentere ændringer i vores miljø og i naturressourcerne. Det er en fordel ved satellitdata som ofte overses, nemlig muligheden for at sammenligne situationen i dag med hvad der skete for mere end 30 eller 40 år siden, hvis vi tager de allerførste og meget primitive (om end ganske nyttige) spion data med. Landsat og SPOT data i kombination med NOAA og Envisat type af data, er og har været benyttet til at bestemme landbrugsproduktionen i EU. V.h.a. eksempelvis SPOT har man kortlagt markerne og v.h.a. Envisat Meris data har man bestemt planteproduktionen (eller høstudbyttet) for forskellige steder.



Figur 3. QuickBird data der viser operahuset i Sydney. Den mindste billedenhed, en pixel, er på ca. 60 cm (© DigitalGlobe).

Det nyeste skud på stammen er de meget højt opløselige data fra satellitterne Ikonos, QuickBird og OrbView 3. Her når vi helt ned i en opløsning på ca. 60 cm med QuickBird data!! Disse data er tæt på at være lige så gode som flyfoto, trods det at de er optaget i ca. 400 km højde (et normal rutefly flyver i

10 km højde!). Disse data er alle kommercielle og man har siden den første kom i orbit i 1999 (Ikonos) udviklet nye anvendelser og nye markeder: kortlægning et hvilket som helst sted på Jorden i en meget høj kvalitet samt fremstilling af digitale terrænmodeller (3-D landskabs modeller). Hele infrastrukturen bag QuickBird og Ikonos er gearet til hurtigt leverance at netop de data og det produkt som kunden ønsker. Disse meget højopløselige data var fra starten forholdsvis kostbare, men priserne er nu faldet til et mere rimeligt niveau. Ikonos og QuickBird data blev i stor udstrækning brugt til hjælpearbejdet efter tsunamien i Asien i december 2004. På disse billeder kunne man hurtigt danne sig overblik og dirigere indsatsen (se www.unosat.org).

En anden og fundamentalt helt forskellige type satellit data kommer fra et radar instrument, de såkaldte SAR data (Synthetic Aperture Radar – kunstig lang antenne radar). Fordelen ved SAR data er deres evne til at se gennem skyer og til at bestemme selv meget små ændringer i ruhed på jordens og vandets overflade. I Danmark benytter Danmarks Meteorologiske Institut disse data til overvågning af havis ved Sydgrønland, og data benyttes også til overvågning af olieudslip i vore farvande. Forskellige typer af radar data kan anvendes til at bestemme bølge højde og retning,

ligesom at de kan give et bud på beskrivelse af vindforhold på åbent vand. Forskningscenter Risø arbejder med den problemstilling ift udvikling af off-shore vindmølleparker. Den største ekspertise i Danmark indenfor radarinstrumenter findes på Ørsted, DTU, som har en lang tradition for at udvikle egne SAR instrumenter, med EMI-SAR'en som det hidtil bedste resultat. Monteret på et lavtgående fly kan EMISAR'en benyttes til at give meget præcise information om landskabet, så som landbrugsafgrøder, læhegn, jordforhold, identificere arkæologisk interessante steder m.v.

Der findes yderligere mange andre systemer som giver os værdifuld information om vort miljø og ressourcer. Her er blot beskrevet nogle af de mest almindelige.

Fremover vil vi se en tendens til at de til stadighed bedre data bliver nemmere tilgængelige og information fra disse satellitdata vil blive kombineret med andre data (både satellit data, men også traditionelle data) og resultaterne vil blive benyttet og integreret i mange forskellige services, modeller og forskellige informationsportaler. Visionerne er at give alle – professionelle og almindelige interesserede mennesker – adgang til information om deres omgivelser, miljø og indsigten i de globale problemstillinger.



Figur 4. 3-D udsigt til Kilimanjaro i Østafrika. Den digitale højdemodel er fremstillet vha space shuttle radar data og ovenpå er der draperet et Landsat ETM satellitbillede (kilde: NASA).

Ørstedes efterfølgere skal flyve i flok

Af Nils Olsen, nio@spacecenter.dk og Rikke Hartung, rhp@spacecenter.dk, Danmarks Rumcenter

Det europæiske rumagentur, ESA, opsender i 2009 Swarm, der er en konstellation af 3 satellitter. Swarm skal fortsætte den undersøgelse af Jordens magnetfelt, som blev påbegyndt af Ørsted-satellitten. Med Swarm kan forskerne både "røntgenfotografere" Jordens indre og måle på dens omgivelser. Det giver dem bl.a. mulighed for at skille de magnetiske bidrag fra kilderne til Jordens magnetfelt fra hinanden, se bevægelserne i Jordens dybe indre, studere bjergarternes skiftende magnetisering samt undersøge, hvordan satellitter påvirkes af ændringer i magnetfeltet.

I efteråret 2003 gik Solen amok. I løbet af få uger eksploderede dens overflade i en række af voldsomme udbrud, som spyede kaskader af stof og stråling ud i rummet. Da de enorme mængder af ladede partikler fra Solen ramte Jorden kort tid efter, kunne man bl.a. nyde et smukt nordlys over Danmark. Soludbruddene fik dog også mere alvorlige konsekvenser. Satellitter blev slået ud af den kraftige stråling, og flyselskaber blev nødt til at omlægge en del af deres flyruter væk fra de områder, hvor strålingen var stærkest.

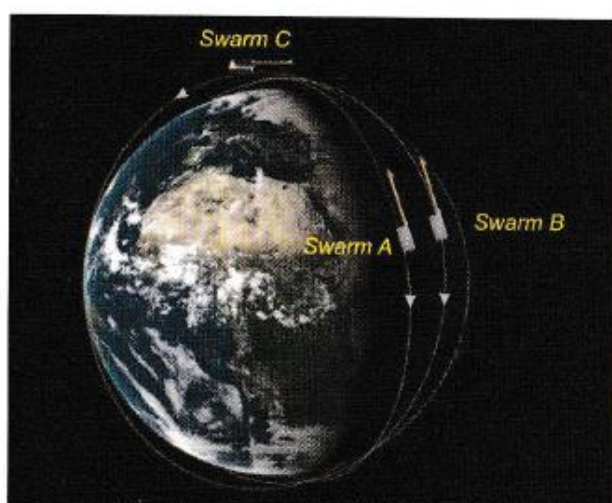
Jordens magnetfelt fungerer som skjold mod kosmisk stråling, men i nogle områder, bl.a.

over det sydlige Atlanterhav, er magnetfeltet betydeligt svagere end over resten af Jorden. Det betyder, at strålingen er forøget, og det er farligt for flypersonale, der i forvejen udsættes for højere doser af kosmisk stråling end folk i lavere luftlag, og flyenes elektronik kan blive slået ud. Derfor valgte flyselskaberne altså at omlægge ruterne. I fremtiden bliver det muligt at følge mere præcist med i udsvingene i magnetfeltet og advare om forøget kosmisk stråling. Det er et af formålene med de europæiske Swarm-satellitter, der har et dansk islæt.

Ørstedes arvtagere

Swarm-satellitterne skal fortsætte Ørsted-satellittens arbejde og skaffe endnu bedre data om Jordens magnetfelt. Ørstedes måleudstyr kan måle meget nøjagtigt, men på grund af satellittens hastighed på omtrent 27.000 km/t, er det ikke muligt at afgøre, om de observerede forandringer i magnetfeltet skyldes forandringer over tid eller satellittens bevægelse.

Overordnet set stammer Jordens magnetfelt fra fire kilder: Kernen, skorpen, ionosfæren og magnetosfæren. For at få et præcist billede over magnetfeltet, skal man kunne skille bidragene fra kilderne fra hinanden. Det kan man gøre, hvis man måler



Figur 1. Swarm-konstellationen består af tre ens satellitter. To (Swarm A+B) flyver i en højde på mindre end 450 km ved siden af hinanden med en afstand på mindre end 150 km. Den tredje satellit, Swarm C, vil være i en anden bane og i en højde på 530 km.

Jordens magnetiske kilder

Jordens kerne – bevægelse i den flydende jernkerne i 3000 kilometers dybde skaber elektriske strømme, som danner et magnetfelt. Mere end 95 % af Jordens magnetfelt kommer fra kernen.

Jordens skorpe – de øverste 10-30 km af Jorden. Skorpen indeholder magnetisk materiale, der nogle steder lokalt kan ændre magnetfeltet fra Jordens dybe indre betydeligt.

Ionosfæren – Solens ultraviolette stråler ioniserer den øverste del af atmosfæren, som muliggør elektriske strømme. Disse er særligt kraftige, når der har været et soludbrud. Ionosfæren strækker sig fra ca. 80 km til 1000 km over Jordens overflade.

Magnetosfæren – region, hvor Jordens magnetfelt vekselvirker med de partikler, der med meget varierende styrke slynges ud fra Solen.

Magnetosfæren strækker sig langt ud i rummet fra 5.000 km til 60.000 km over Jordens overflade.

magnetfeltet samtidigt fra flere forskellige steder i rummet med en "sværm" af satellitter. Undersøgelser har vist, at optimale resultater kan opnås med en konstellation af tre satellitter. To af dem (*Swarm A* og *B*) skal flyve ved siden af hinanden med en afstand på mindre end 150 km, mens den tredje satellit (*Swarm C*) skal flyve i en højere bane. Figur 1 viser denne konstellation.

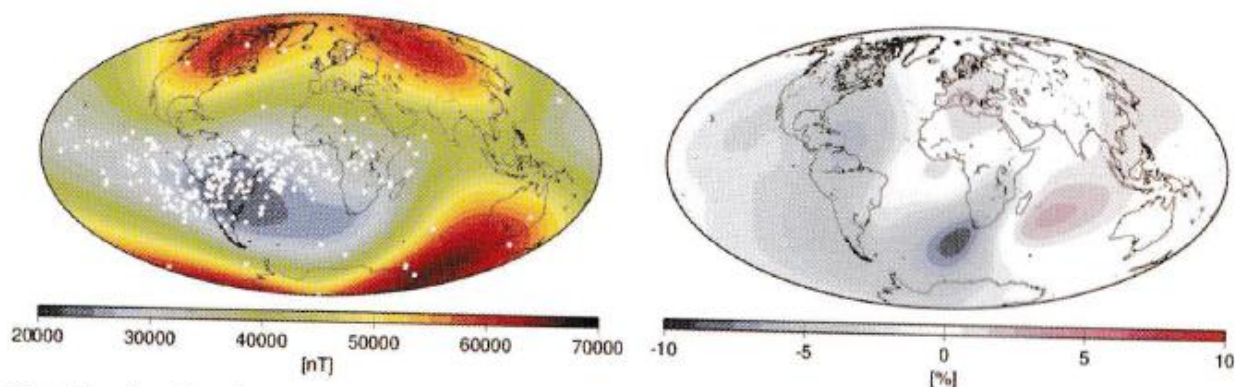
Instrumenterne på de tre *Swarm*-satellitter er stort set lige til dem, der er på Ørsted-satellitten. Hovedinstrumenterne er henholdsvis et såkaldt skalært magnetometer, der måler magnetfeltets styrke, og et vektormagnetometer, der måler magnetfeltets retning. Forbedringer i instrumenterne betyder, at hver *Swarm*-satellit kan måle mellem tre og ti gange mere præcist end Ørsted.

Målingerne skal bruges til at belyse flere forskellige spørgsmål og teorier, bl.a. om Jordens poler er ved at bytte plads, og om magnetfeltet har indflydelse på den øvre atmosfære og lavtflyvende satellitter. Forskerne håber også på at kunne få meget mere præcise billeder af Jordens skorpefelt.

Bjergarternes magnetisering og "gamle båndoptagelser"

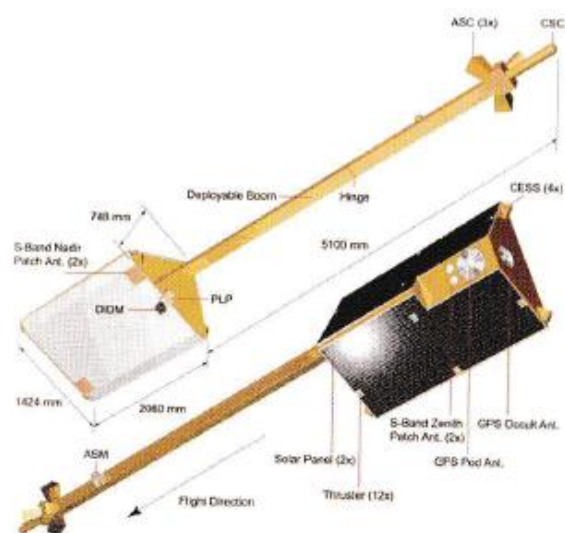
Parret *Swarm A* og *B* fungerer som en kikkert, der med sit stereosyn kan se flere detaljer end et enkelt øje. De to satellitter skal hovedsageligt måle Jordens skorpefelt, og de forventes at opfange langt finere strukturer, end det er muligt at gøre i dag. Det er især bjergarternes magnetisering, som forskerne er interesseret i.

Bjergarter kan være magnetiske på to måder. Jernmalm og lignende bjergarter er i sig selv



Figur 2. Styrken af Jordens magnetfelt (venstre) og dets relative forandring mellem 1980 og 2000 (højre).

magnetiske. Andre bjergarter fastfryser magnetfeltet, som det var, da bjergmaterialet størknede. Derfor fungerer de som en slags "håndoptager". Begge former for magnetisering giver såkaldte magnetiske anomalier, dvs. udsving i magnetfeltet. Nogle steder er udsvingene så voldsomme, at de kan ses med en kompasnål, bl.a. på klippeøen Bornholm, hvor der er forskellige magnetiske bjergarter.



Figur 3. Et af forslagene til hvordan Swarm-satellitterne skal se ud.

Klar til polskifte?

Området med svagt magnetfelt over det sydlige Atlanterhav, kaldes "den sydatlantiske anomali", og kan ses på figur 2 (det mørkeblå område). De hvide prikker i samme område viser sammenfaldet mellem fejl på en satellit og gennemflyvning af den sydatlantiske anomali. Sammenhængen er iøjnefaldende og for at minimere risikoen af fejl på satellitterne – og sikre mennesker i flyvemaskiner mod overdoser af kosmisk stråling – er kendskabet af forandringen i Jordens magnetfelt af stor betydning. Især fordi den sydatlantiske anomali ser ud til at blive større. Faktisk er hele Jordens

magnetfelt blevet svagere, og det kan skyldes, at Jorden er ved at gøre sig klar til at skifte magnetiske poler. Det er sket flere gange gennem Jordens lange historie – i gennemsnit hver 250.000 år. Den sidste polvending var for 720.000 år siden, så det tyder på, at det meget snart kan ske igen.

Påvirkes lavtflyvende satellitters baner?

Swarm skal også måle, om magnetfeltet har indflydelse på lavtflyvende satellitters baner. Nyere forskningsresultater peger nemlig i retning af, at magnetfeltet og de forandringer, der sker i feltet over tid, har langt større indflydelse på den øvre atmosfære, end man tidligere har antaget. Swarm-satellitterne vil derfor også blive udstyret med accellerometre, der skal måle luftens tæthed i den øvre atmosfære.

Nu er projektet sat i gang, men det har krævet lang forberedelse – og tålmodighed – fra det hold, der under dansk ledelse har udviklet projektet.

På tegnebordet siden 1998

Allerede i 1998 inden Ørsted-satellitten blev opsendt, foreslog danske forskere et projekt til det danske småsatellit program, som bestod af en sværm af fire Ørsted-lignende satellitter. Det blev dog afvist, fordi man mente, det var for ambitiøst og dyrt til det danske program. I 1999 fremsendte et europæisk konsortium ledet af Danmarks Rumcenter derfor Swarm-forslaget til Det Europæiske Rumagentur, ESA. Projektet bestod på daværende tidspunkt af seks små satellitter i to forskellige baneplaner og blev udvalgt som nr. 4 ud af 27 indsendte forslag. Desværre var der kun penge til de to første

projekter, og endnu engang måtte *Swarm* vente.

I januar 2002 bad ESA igen om forslag til missioner, og denne gang blev *Swarm* udvalgt blandt de første tre og fik dermed grønt lys – og penge – til en videnskabelig og teknisk undersøgelse af projektet. På Danmarks Rumcenter blev der bl.a. opsat en "virtuel mission", hvor man beregnede kunstige data langs simulerede satellitbaner, og efterfølgende undersøgte dataene på samme måde, som man ville gøre med virkelige data. Det var ud fra denne virtuelle mission, at man kom frem til den optimale konstellation på tre satellitter. Det endelige *Swarm*-projekt blev sammen med fem andre forslag præsenteret for ESA i april 2004, som – bl.a. på basis af resultaterne af den virtuelle mission – udvalgte *Swarm* til at være ESA's næste *Earth Explorer Mission*.

Da teknologien i hver *Swarm*-satellit er baseret på den ekspertise, som blev bygget op omkring Ørsted-satellitten og den tyske CHAMP-satelliet, anses *Swarm*-konceptet for at være afprøvet og sikkert. Ideen med at

lade tre satellitter flyve sammen i en konstellation bestående af tre satellitter er samtidig ny og innovativ, og dermed lever *Swarm*-konceptet op til ESA's to hovedmål for missioner: Sikkerhed og innovation. De to krav virker uforenelige, men ved at sætte afprøvet teknik sammen på nye måder, har man altså kunnet imødekommet begge.

Forventet opsendelse i 2009

Første fase af missionen er nu afsluttet, og i sommeren 2005 begynder projektets næste faser, hvor de endelige satellitter skal tegnes, bygges og testes. Hvis alt går efter planen skal satellitterne opsendes i slutningen af 2009 og herefter opmåle Jordens magnetfelt frem til 2013.

Læs mere om *Swarm* på www.rummet.dk,
www.swarm.dk og på
www.esa.int/export/esaLP/swarm.htm

Rettelse

I Dansk Rumfart nr. 62 har der desværre indsneget sig en lille fejl på side 10 i billedteksten. Den korrekte tekst er: *Solen er en vigtig kilde bl.a. til optagelsen af calcium. Den ultraviolette stråling fra Solen sørger for at vitamin D syntetiseres i huden som gennem yderligere transformationer hjælper både ved optagelsen fra tarmen, og reguleringen af calcium i knoglevævet. (Foto: ESA/NASA).*

Vind en rejse til EUMETSAT – Konkurrence for skoleelever

Den europæiske meteorologiske organisation, EUMETSAT, opsender i løbet af 2005 en ny vejr satellit – Meteosat-9. For at markere opsendelsen har EUMETSAT udskrevet en konkurrence for skoleelever i alderen 15 – 16 år. Førstepremien er en rejse for det vindende hold til EUMETSATs hovedkvarter i Darmstadt i Tyskland, hvor der vil blive mulighed for at følge opsendelsen. Selve opsendelsen sker med en Ariane 5 raket fra Kourou i Fransk Guyana i Sydamerika. Det hele vil derfor blive fulgt live på stor-skærme fra Darmstadt. Der vil desuden være en rundvisning på hovedkvarteret.

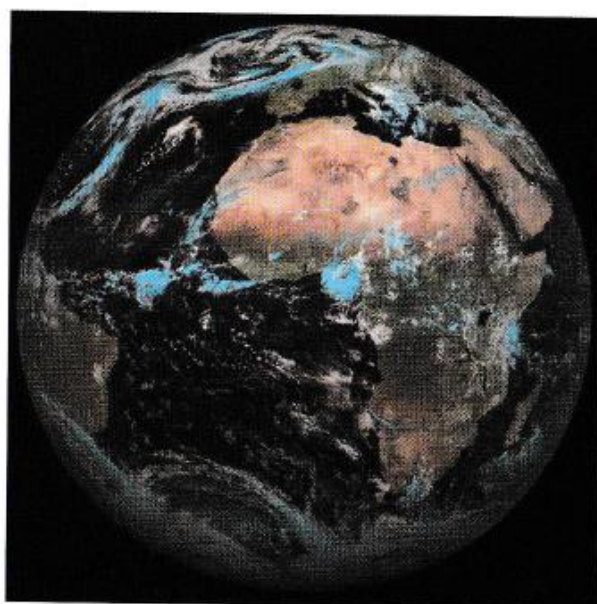
Konkurrencen

Konkurrencen startede den 8. november sidste år og løber frem til den 31. marts i år. For at deltage skal man være mellem 15 og 16 år, og gå i skole i et af EUMETSATs 18 medlemslande. Da Danmark er medlem af EUMETSAT kan alle danske skoleelever deltage.

Holdene skal tilmelde sig i hold af 2, 3 eller 4 elever, og der skal være en lærer fra skolen tilknyttet hvert hold. Hele konkurrencen kører på hjemmesiden: <http://www.eumetsat.comp.org>, hvor man kan finde spørgsmålene der fokuserer på vejr satellitter og meteorologi. Spørgsmålene er delt i to kategorier - kaldet quizzes; én hvor der skal besvares spørgsmål om den meteorologiske satellit Meteosat-9, og én hvor der skal besvares generelle spørgsmål om meteorologi. Mange af svarene vil holdene kunne finde ved at søge på internettet. Nogle af svarene vil man kunne finde ved at kigge på Danmarks Meteorologiske Instituts hjemmeside, www.dmi.dk.

Endelige er der en forlænget spilletid, der vil komme i anvendelse i tilfælde af at der er to eller flere hold som har besvaret spørgsmålene i de to kategorier korrekt. Her er tale om et spørgsmål, hvor der skal

formuleres et længere svar, og hvor dommerne vil lægge vægt på originaliteten. På hjemmesiden kan man læse meget mere om konkurrencen. Ved redaktionernes afslutning findes der ikke en officiel dansk version af betingelserne for deltagelse, men på <http://rumfart.dk/eumetsatkon/> har Dansk Selskab for Rumfartsforskning oversat konkurrencebetingelserne til dansk, og hvis man gerne vil vide mere om konkurrencen og betingelserne er man velkommen til at kontakte Dansk Selskab for Rumfarts forskning på info@rumfart.dk.



Jorden set fra Meteosat 8 den 23. maj 2003. Billedet er taget med forskellige spektrale filtre og derefter sat sammen til ét billede (foto: ESA).

Hvad er EUMETSAT?

For at koordinere de meteorologiske observationer og varslinger har en række lande i Europa dannet organisationen EUMETSAT. Alle medlemslande betaler hvert år et bidrag, og EUMETSAT sørger for drift og vedligeholdelse af en række

meteorologiske satellitter. Herhjemme er det Danmarks Meteorologiske Institut der repræsenterer Danmark i EUMETSAT, og alle de vejrudsigter og billeder vi kan se i fjernsynet og på internettet kommer fra meteorologiske satellitter der er drevet af EUMETSAT.

Mødekalender for foråret 2005

I mødekalenderen nedenfor annonceres Selskabets møder med titel, mødetidspunkt og mødested. Beskrivelser af møderne kan findes på Selskabets hjemmeside, rumfart.dk, under *Medlemsservice/Mødekalender* eller direkte fra forsiden.

Oplevelser fra en Mars-simulering

Torsdag den 17. marts 2005, kl. 19.30
Rockefeller Komplekset, Store auditorium



SIRTF – infrarød astronomi fra rummet

Tirsdag den 26. april 2005, kl. 19.00
Rockefeller Komplekset, Store auditorium



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.

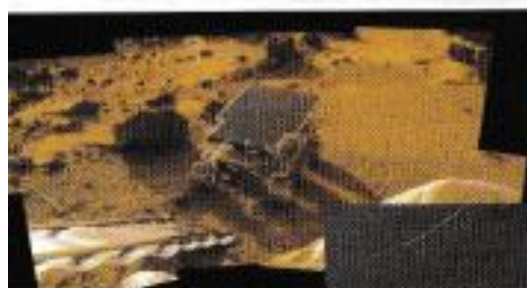
Årskontingenter er: Ordinært medlem: 300 kr., studerende: 175 kr., unge under 18 år: 60 kr.
Bestil girokort via menupunktet "Bliv medlem" på rumfart.dk.

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



Mars Pathfinder og Sojourner-roveren.



Magneterne på Mars Exploration Rover.



Magnet og farvekorrektionsskala på Pathfinder.



Magnet på MER og farvekorrektionsskala.



Jens Martin Knudsen (1930-2005) var igennem en menneskealder meget involveret i udbredelsen af kendskab til rumforskning, og ikke mindst har han været en enestående og inspirerende foredragsholder, der forstod at formidle sit budskab såvel til fagfolk som til offentligheden.

Gennem næsten 30 år beskæftigede Jens Martin Knudsen sig med spørgsmålet om livets oprindelse, og her lagde han et stort arbejde i udforskningen af Mars og dens overflade. Han var initiativtager til eksperimenter hvis betydning har været uvurderlige. De bedst kendte er magneteksperimenterne, som første gang fløj med på NASAs Mars Pathfinder mission, der i 1997 fik mange til at rette blikket mod to usædvanlige magneter ombord på sonden. Betydningen af dette magneteksperiment gjorde det muligt at få endnu en række magneter med på de to nyere Mars-sonder: Spirit og Opportunity.