

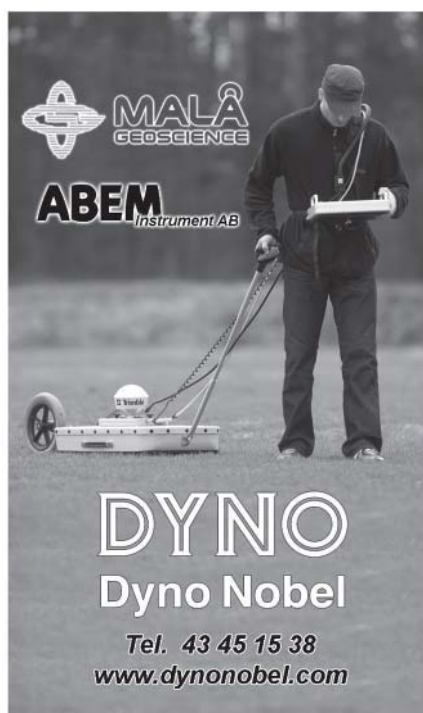
Mars og Marsaktiviteter

- nye projekter under opsejling

Af lektor Per Nørnberg, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, forskningslektor Haraldur Páll Gunnlaugsson, Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet og forskningsadjunkt Jonathan Peter Merrison, Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet.

Mars Simulerings Laboratoriet på Aarhus Universitet har bidraget med vigtig viden i forbindelse med Mars-missionerne, og der er også udsigt til, at igangværende projekter kommer i betragtning til NASAs og ESAs Mars-ekspeditioner i 2007 og 2011.

Mars Simulerings Laboratoriet, Aarhus Universitet startede aktiviteterne i 1999 med bygningen af en vindtunnel, som kan simulere atmosfæriske støvbewægelser under marsforhold. Denne vindtunnel har siden undergået forandringer i flere tempi og er suppleret med andre kamre til marseksperimenter. Heraf er laboratoriets biokammer, som er fremstillet til langtidseksperimenter med mikrobiologisk overlevelse under Marsforhold, den mest markante konstruktion.

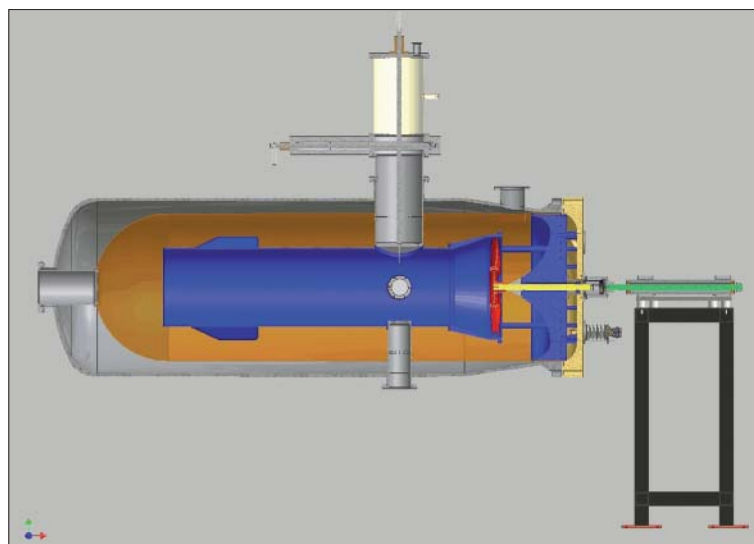


MALÅ
GEOSCIENCE

ABEM
Instrument AB

DYNØ
Dyno Nobel

Tel. 43 45 15 38
www.dynonobel.com



Tværsnit af vindtunnelen – forklaring findes i teksten nedenfor. (Grafik: Henrik Bechtold)

Vindtunnelen

Vindtunnelen var i høj grad inspireret af den vellykkede landing af NASAs Pathfinder rover på Mars. Niels Bohr Institutet, dengang med Jens Martin Knudsen i spidsen, havde et magnetarray med på Pathfinder, og ville gerne finde en marsanalog støvprøve, som opførte sig som støvet på Mars. Det viste sig ved simple eksperimenter med en jordprøve fra Midtjylland, der indeholdt magnetisk jernoxidholdigt materiale, og som vi allerede arbejdede med, at den var velegnet til formålet.

Det gjaldt derfor om at komme så tæt på Mars-forhold som muligt, og det blev således målet med vores vindtunnelkonstruktion.

Det er lykkedes at lave en vindtunnel (se figuren ovenfor), der kan arbejde ved tryk, temperatur, atmosfærisk gasammensætning, vindhastighed, støvkoncentration og UV-lys-

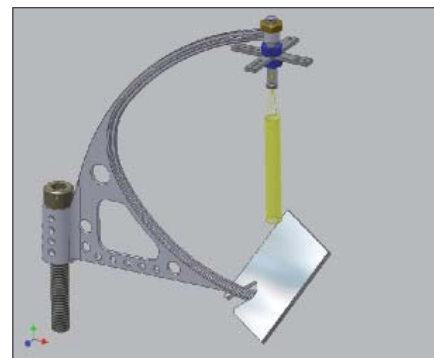
Tryk	7 mb
Temperatur	+20 til -100 °C
Atmosfærisk gassammensætning	CO ₂ 95,3 % N ₂ 2,7 % Ar 1,6 % O ₂ 0,13 % H ₂ O 0,03 %
Typiske vindhastigheder	0 - 30 m/sek
Typisk støvkoncentration	én 2-3 µm partikel pr. cm ³

Typiske Marsforhold. (Grafik: UVH)

intensitet, som det man finder på Mars

Den vindtunnel (blå) der bruges i laboratoriet i dag har en længde på ca. 1,5 m og en diameter på 40 cm. Den ligger inden i sit eget returrør (orange) for at skaffe plads til hele konstruktionen inden i en ståltank (grå) på ca. 3 x 1 meter. Den blå flange til højre kan køles ned med flydende kvælstof og har gennem stag forbindelse til vindtunnelen, som så også køles ned. Den røde turbine, der ses i højre ende af vindtunnelen, sætter luften i bevægelse, og slusen for oven og vinduerne i siderne bruges til at montere instrumenter igennem og lave observationer igennem.

Vindtunnelen viste sig at være den eneste konstruktion, der er lavet, og den er derfor



Vindsensoren Telltale, der skal måle vindretning og vindhastighed, er ca. 10 cm høj og skal efter planen monteres på toppen af Phoenixlandereren. (Grafik: Henrik Bechtold)

blevet brugt af forskningsgrupper fra en lang række lande til eksperimenter og instrumenttests.

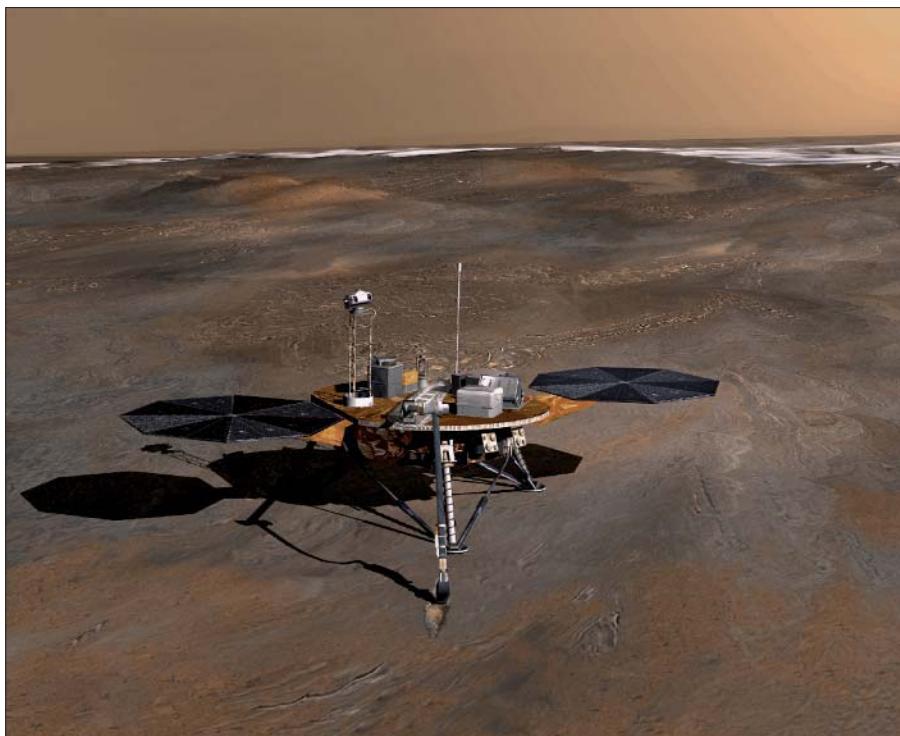
Telltale

Tre af de aktiviteter, som medarbejderne i Mars-laboratoriet selv har været i gang med, har resulteret i udsigten til deltagelse i fremtidige Marsmissioner hos både NASA og ESA.

Den første mission er NASAs *Phoenix lander*, som er en faststående konstruktion, der flyver til Mars i august 2007 og vil lande på planeten i maj 2008. Landingen vil foregå forholdsvis tæt på Mars' nordpol, hvor man ved, at is af vand befinder sig tæt under overfladen, og hvor Phoenix landerens arm derfor med sin skovl kan tage materiale op fra den ismættede jord.

Denne jord skal placeres i instrumenter, som kan varme den op og lave kemiske og fysiske analyser på materialet. Det er håbet ud fra disse analyser at kunne bidrage til historien om, hvorvidt der er eller har været liv på Mars.

På landeren vil der blive rejst en meteorologimast kort efter landingen. Denne mast skal måle på meteorologiske forhold på Mars, og i toppen af den sidder der en vindsensor, som er lavet i Mars Simulerings Laboratoriet i Aarhus. Vindsensoren er nødvendig for at kunne måle vindhastighed og vindretning, som især er interessante at kende, når armen graver prøver op og skal hælde dem i instrumenterne. Det er vigtigt, at den fine del af prøverne for eksempel ikke blæser væk, så man kommer til at analysere på materiale, som giver et skævt billede af forholdene. Vindsensoren kaldes med et engelsk ord for *Telltale* – efter de trimsnore der sidder på sejlskibes sejl. Den er en halv



Phoenix landeren som efter planen skal sendes op i august 2007 med planlagt landing på Mars i maj 2008. (Copyright NASA)

snes centimeter høj og ses på figuren nederst på den foregående side

Vindmåleren er her et meget let kaptonrør ophængt i kevlar-fibre, som stiller sig i vinden efter retning og vindhastighed. Informationen fra *Telltale* kommer udelukkende fra landerens kamera, som kan se kaptonrøret både direkte og igennem det spejl, der er placeret under røret. Phoenixlanderen er vist på figuren øverst på denne side. Her ses meteorologimasten som den tynde lyse mast, og i toppen af den bliver *Telltale* monteret.

ExoMars

Den anden marsflyvning, hvor laboratoriet i Århus er med, er ExoMars (2011), som er en del af ESAs Aurora-program, der drejer sig om udforskningen af vores nærmeste omegn i solsystemet. Her skal Århus-gruppen lave en vindmåler og støv-detektor, som kan måle opladningsegenskaber af støvet i Marsatmosfæren. Instrumentet er udviklet i Århus, men sættes sammen med et andet instrument til måling af støvpartikler, som er lavet af Observatorio Astronomico di Ca-

Mössbauer-spektroskopi på Mars

Mössbauer-spektroskopi bruger resonans-absorption af γ -stråler i ^{57}Fe -atomkerner til at give informationer om jernatomers egenskaber i krystaller. Blandt de ting, som er nemme at observere i Mössbauer-spektrene, er jernatomers ladningstilstand og magnetiske vekselvirkninger. I naturlige prøver på Jorden er det muligt at identificere flere af de jernholdige mineraler og deres egenskaber, og dette har også været tilfældet på Mars.

Overraskende resultater

Blandt de mere overraskende resultater fra Mössbauer-spektrometrene på de to Mars Exploration Rovers, *Spirit* og *Opportunity*, som i øjeblikket kører rundt på planeten, er, at vulkanske klipper er mindre oxiderede end hidtil antaget. Selv det røde støv,

som dækker hele planeten, indeholder dominerende mængder af uoxideret jern i form af Fe(II) -holdige mineraler som pyroxen og olivin.

Kun få steder er der blevet fundet mineraler dannet i vand, blandt andet jarosit, $(\text{KFe}_3^{+++}[(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2])$, i aflejringer ved Meridiani planum og goethit ($\alpha\text{-FeOOH}$), i Gusev krater, som peger på, at vand var stabilt i en periode nogle hundrede millioner år efter planetens dannelse. Andre resultater tyder på, at vand ikke har spillet en større rolle i de sidste små 4 milliarder år.

Udvikling af ekstra detektor

Mössbauer-spektrometrene på Mars Exploration Rovers kan give informationer om jernatomer i $\sim 150 \mu\text{m}$ og $75 \mu\text{m}$ tynde overfladelag af prøver.

Ved Aarhus Universitet bliver der udviklet en ekstra detektor til det eksisterende design af Mössbauer-spektrometrene, hvor elektroner dannet ved ^{57}Fe -kernehenfaldet bliver målt. Disse elektroner kan kun komme fra et ca. $0,3 \mu\text{m}$ tyndt overfladelag og kan dermed give informationer om meget svage overfladevekselvirkninger, som nok har fundet sted på Mars.



(Grafik: H. P. Gunnlaugsson)

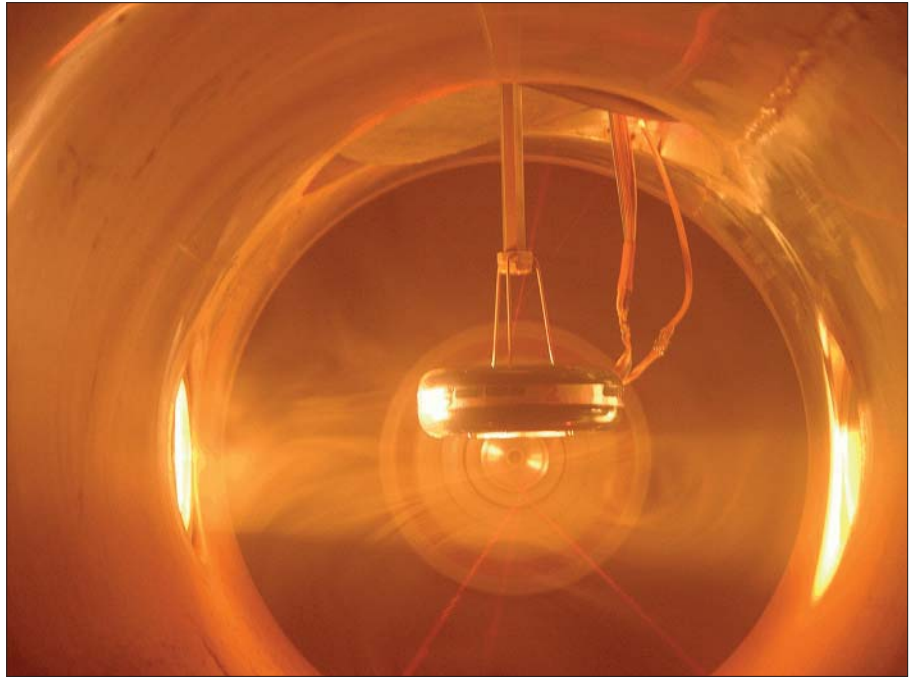
podimonte ved Napoli. Århus-instrumentet, som er døbt LAMDA, er vist på figuren til højre. Det måler vindhastigheder og støvophobning ved hjælp af lys reflekteret fra lasere.

På figuren ovenfor ser man et billede af LAMDA inde i vindtunnelen. De tre lasere, som bruges til hastighedsmålinger, ses tydeligt som spor i støvatmosfæren under måleinstrumentet. Tre andre lasere "aflæser" støvindfangning i elektriske felter ved refleksion fra oversiden af instrumentet.

CEMS-detektor

Et andet Århus-instrument, som får muligheden for at komme med til Mars, er en detektor som skal bygges sammen med et allerede eksisterende Mössbauer-spektrometer, der også skal med på ExoMars missionen i 2011. Det er en detektor, som kan måle elektroner udsendt fra Marsoverfladen, når overfladen udsættes for γ -stråling, der stammer fra en Co-57 kilde, som henfalder til Fe-57. Kilden sidder i Mössbauer-instrumentet. Det samme gør den detektor, som opfanger det "normale" røntgensignal fra marsoverfladen. Århus-gruppen bidrager med at udvikle en CEMS-detektor (Conversion Electron Mössbauer Spectroscopy), som kan detektere elektroner. Disse elektroner har en lav energi og stammer dermed fra et overfladenært lag af prøven.

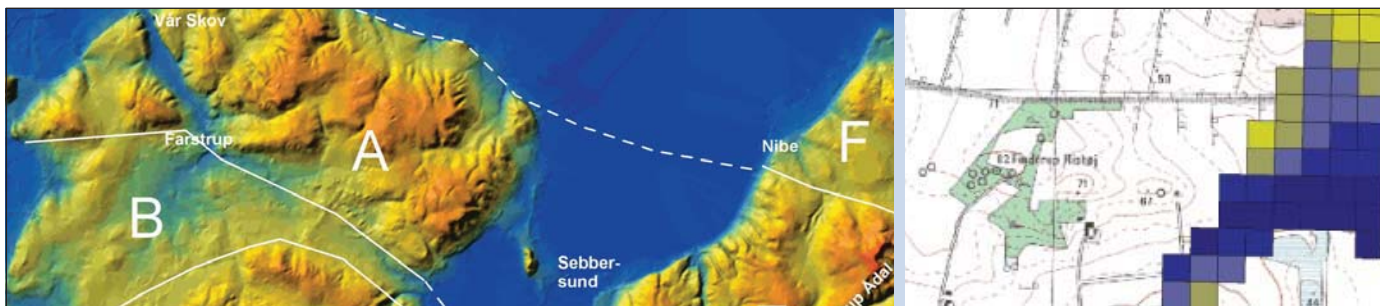
Med denne metode får man information



LAMDA vindhastighedsmåler og støvdetektor, der hér ses inde i vindtunnelen. (Foto: Jonathan P. Merrison)

om det yderste lag på omkring 200-300 nm af en mineralprøve, som indeholder jern, og da Mars består af mineraler, som for langt størstedelens vedkommende indeholder jern, har man med den nye detektor et instrument, som både giver os oplysninger om hele

prøven, der analyseres på, og oplysninger om det alleryderste lag af prøven. Det er en vigtig information, når man ønsker at vide mere om forvittringsmiljøet på Mars. Her er der en mulighed for at sammenligne bulk-prøven med et eventuelt forvitret overfladelag. ■



Ingen grundvandsmodel uden geologi!

Hos Watertech involveres flere fag eksperter i opgaveløsningen. Erfaringsmæssigt opnåes herved det bedste resultat.

Vi sammenstill:

- Geofysiske data
- Boredata
- Topografiske data
- Hydrauliske data
- Geokemiske data

til GIS-baserede geologiske modeller - hvor forståelsen af den geologiske opbygning er i fokus!

Søndergade 53
8000 Århus C
Tlf.: 8732 2020

Algade 52
4000 Roskilde
Tlf.: 8732 2020

watertech.dk

