

Udforskningen af de indre planeter

Ib Lundgaard Rasmussen, Danmarks Nationale Rumcenter

Efter nogle års pause bliver de indre planeter, Merkur og Venus, igen udforsket ved brug af rumsonder. Det er blandt andet de to europæiske sonder, Venus Express og BepiColombo, der vil give os ny viden om disse kloder. Hvad prøver man at finde ud af?

Én er ankommet, én er på vej og én er ved at blive bygget. Det drejer sig om de rumsonder, der benyttes til udforskningen af de indre planeter, Venus og Merkur. Den europæiske sonde Venus Express er netop gået i kredsløb omkring Venus, den amerikanske sonde Messenger har netop passeret Jorden på vej mod Merkur, der nås 2011, og et europæisk-japansk consortium er i færd med at bygge BepiColombo, en sonde, der vil placere to observatorier i kredsløb omkring Merkur år 2019.

Forventningerne til de nye resultater, sonderne vil frembringe, er, at de vil revolutionere vor viden om de indre planeter på samme måde som de tidligere sonder, der vendte op og ned på vore ideer om disse planeter. Før rumalderen troede man, at Merkur var så tæt på Solen, at planeten havde bunden rotation, at den altid vendte samme side mod Solen. Man regnede derfor med, at det varmeste sted i Solsystemet var midt på den side af Merkur, der pegede mod Solen. Nu ved vi, at Merkur roterer tre gange for hver to omløb, således at alle steder på planeten gennemløber store temperaturvariationer i løbet af en Merkurdag, som i øvrigt varer to Merkurår.

Man regnede også med, at Venus var noget varmere end Jorden, dog kun tyve til tredive grader varmere, at den var fugtig på grund af de mange skyer, ofte forestillede man sig sumpe med store krybdyr, der svømmede rundt i tussmørket. Da sonderne begyndte at trænge ned gennem den tætte atmosfære, viste det sig, at virkeligheden var helt anderledes. Venus er det varmeste sted i Solsystemet med en overfladetemperatur på mere end 450 grader Celcius. Den tætte atmosfære er et supereffektivt drivhus, der holder på varmen. Atmosfæren består hovedsagelig af kultveilte. Fra at blive sammenlignet med Jorden på et tidligere udviklingstrin (kultiden), blev Venus nu et billede på, den skæbne der venter os her på Jorden, når vort drivhus løber løbsk.

De kommende undersøgelser af Merkur

For tredive år siden passeredes den inderste planet af den eneste rumsonde, Mariner 10, der har observeret Merkur på tæt hold. Tre forflyvninger resulterede i, at man fik fotograferet lidt under halvdelen af Merkurs overflade og konstateret, at Merkur har et globalt magnetisk dipolfelt i modsætning til Mars, Månen og Venus.

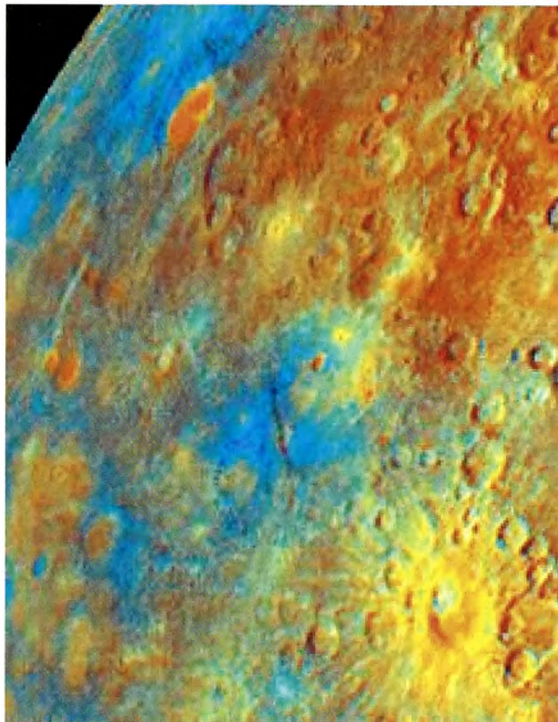
Magnetfeltstyrken på overfladen af Merkur er dog kun en hundrededel af feltstyrken på Jorden og kan derfor ikke altid beskytte planetens overflade mod de energirige partikler fra Solvinden. Til gengæld kan studier af variationerne i magnetfeltet give informationer om den indre struktur af Merkur. Hvor meget af feltet kommer fra en jernkerne? Og hvor meget skyldes lokale magnetfelter i overfladen?



Figur 1. Billedet viser Merkurs største nedslagskrater, Caloris bassinet (til venstre i billedet). Dette nedslag svarer til de største nedslag på Månen. (NASA/JPL)

For at foretage den totale kortlægning af både Merkurs overflade og magnetosfære bliver alle tre sonder placeret i polære baner, så man dækker hele planeten. Det betyder, at sonderne baner hælder mere end 80 grader i forhold til planetens ækvator. De tre sonder skal kredse om Merkur i mere end et Jordår. Det betyder, at alle dele af overfladen og alle dele af magnetfeltet vil blive undersøgt flere gange. Grundstofsammensætningen af overfladen vil blive bestemt dels ved spektroskopi, i visuelle, infrarøde og ultraviolette

bølgelængder, og dels ved at bestemme sammensætningen af den tynde atmosfære, der omgiver Merkur. Denne atmosfære består af atomer, der er slået løs fra overfladen af solvinden. Derudover vil overfladen blive analyseret ved brug af neutron-, røntgen- og gamma-spektroskopi.



Figur 2. En del af Merkurs overflade. Dette farvebillede antyder, hvilke resultater man kan forvente, når de nye sonder begynder at observere Merkurs overflade i mange bølgelængder. Det lyse område nederst til højre er friskt materiale fra et nedslagskrater. De klare røde områder er primitivt skorpemateriale. De blå områder er rige på titanium. (NASA/JPL/North Western University)

Detaljerede analyser af de tre sonders baner vil give fingerpeg om massefordelingen i Merkurs indre og forhåbentlig bevirke, at planetens dannelseshistorie bliver klarlagt. Merkur er den planet, der har den største massefylde. Det skyldes, at den har en stor jernkerne, en kerne der er forholdsvis langt større end Jordens. Dette forhold kan forklares på tre måder:

1) Merkur er dannet tæt på Solen af materiale med en anden, tungere sammensætning end de andre stenplaneter. Hvis Merkur er dannet af det samme materiale som de andre planeter, så 2) har Solen senere fået de ydre lettere lag til at fordampe, eller 3) et stort nedslag har fjernet det meste af kappen og skorpen.

I de to sidste teorier er det ikke kernen, der er for stor, men kappen og skorpen der er for lille. De fleste forskere hælder til den sidste teori om et voldsomt sammenstød mellem Merkur og en stor asteroide. Forhåbentlig vil den kommende detaljerede udforskning af Merkur afklare dette spørgsmål.

De igangværende undersøgelser af Venus

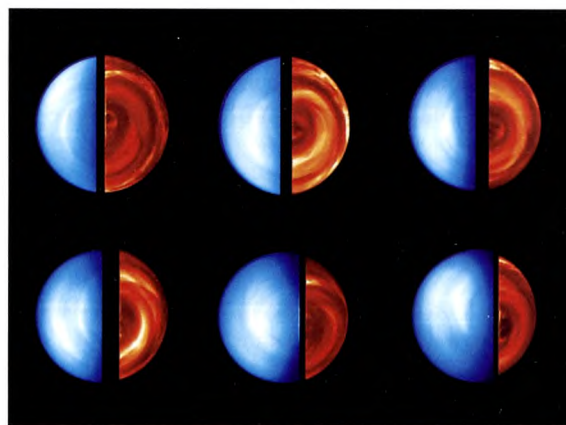
De tidligere studier af Venus har været koncentreret om at få et overblik over overfladen af planeten. Den tykke,

uigennemsigtige atmosfære – trykket på overfladen er 90 gange større end på Jorden – har forhindret visuelle observationer af planeten. Overfladen er derfor blevet kortlagt gennem radarmålinger. Disse har vist, at overfladen på Venus er forholdsvis ung, kun omkring 500 millioner år gammel. Alderen er bestemt ved at tælle hvor mange nedslagskratere, der findes på de forskellige dele af overfladen. Tællingerne har vist, at en global vulkansk aktivitet har omdannet hele overfladen på en gang. Et af de store ubesvarede spørgsmål er derfor, om der stadig er vulkansk aktivitet på Venus.

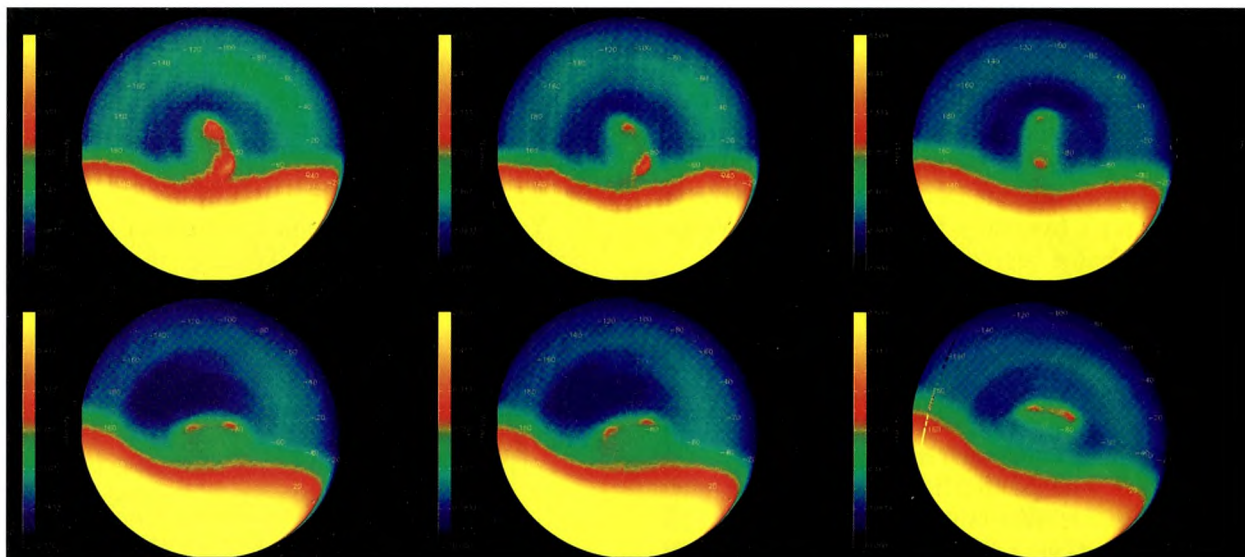
Venus Express vil blive benyttet til at besvare dette og andre uafklarede spørgsmål gennem et detaljeret studium af den tætte atmosfære. Lokale variationer i atmosfærens kemiske sammensætning kan være tegn på aktivitet på overfladen. Desuden kan lokale variationer i overfladetemperaturen være tegn på aktivitet. Desværre fungerer et af de instrumenter, PFS, the Planetary Fourier Spectrometer, der skal tage del i disse undersøgelser, ikke i øjeblikket. Man prøver at opnå de samme informationer fra et andet instrument, VIRTIS, the Ultraviolet/Visible/Near-Infrared Spectrometer.

Hvirvelvinde på Venus

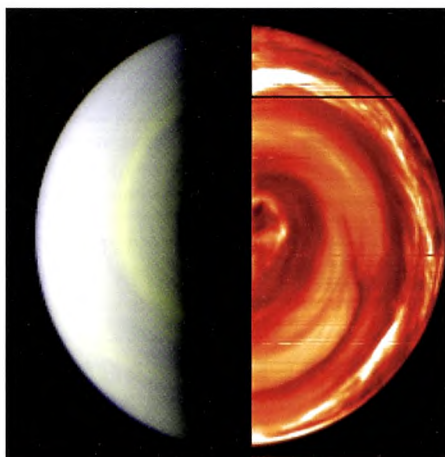
Ud over at studere den kemiske sammensætning af atmosfæren prøver man også at klarlægge de dynamiske bevægelser. Man søger en forklaring på, at der er næsten vindstille tæt på overfladen, medens der er meget kraftige vinde i de øvre atmosfærelag. Den øvre atmosfære bevæger sig rundt om planeten i løbet af tre-fire jorddøgn i en samlet bevægelse, hvor opstigende luft i de ækvatorielle områder bevæger sig hele vejen op eller ned til polerne, i modsætning til på Jorden hvor disse nord-syd bevægelser er opdelt i flere bælter, med vindstille (calmebælter) og passatvinde.



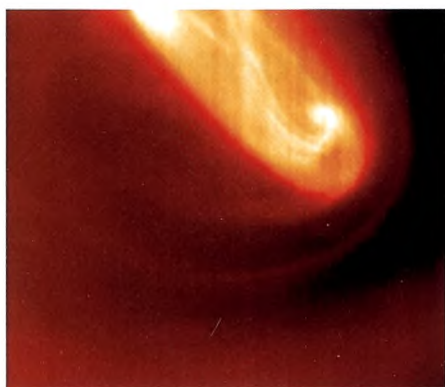
Figur 3. Disse seks kloder er Venus set af Venus Express under indflyvningen til den endelige bane. Den blå halvdel er dagsiden set i ultraviolet lys, medens den røde halvdel er natsiden set i infrarødt lys. Begge halvdele er set fra sydpolen. Dagsiden viser refleksioner fra oversiden af det tætte skylag, der ligger i ca. 60 kilometers højde. Natsiden demonstrerer, at man ved brug af infrarødt lys kan se igennem skylaget. De lyse striber er termisk stråling fra dybereliggende områder (måske overfladen af planeten) på steder, hvor skylaget er gennemsigtigt. (ESA)



Figur 4. Seks billeder af sydpolen på Venus. Man ser tydeligt hvirvlen med to øjne. Billederne er optaget i infrarødt lys med en bølglængde på 5 mikron med brug af VIRTIS instrumentet under indflyvningen mod Venus. (ESA)



Figur 5. Dette billede viser hvirvlen på sydpolen. Til venstre er det dagsiden til højre natsiden, der er afbildet. Det infrarøde billede til højre viser mange detaljer i det tykke skytag, der ligger i ca. 60 kilometers højde. De lyse områder er varmestråling fra underliggende, varmere lag, der trænger gennem skytaget. Billedet er optaget med VIRTIS instrumentet ved en bølglængde på 1,7 micron. (ESA)



Figur 6. Dette billede viser detaljer i hvirvlen på sydpolen af Venus. Man ser tydeligt dobbelt øje strukturen. Billedet er optaget, efter at Venus Express er kommet i bane om planeten. Det viser hvilken detaljerigdom vi kan forvente os i de fortsatte undersøgelser. (ESA)

Disse globale vindmønstre bevirker at der dannes nogle store, kraftige hvirvler ved polerne på Venus. Venus Express har optaget de første detaljerede billeder af disse hvirvler. Man har herved opdaget, at hvirvlen på sydpolen er dobbelt, med en meget kompliceret struktur. Optagelser ved forskellige infrarøde bølglængder tillader forskerne at undersøge strukturen i forskellige højder i atmosfæren. Man finder, at hvirvlerne varierer voldsomt i struktur ned igennem luftlagene. Så store er variationerne, at vidste man ikke, at det var samme struktur, kunne man let tro, at det var forskellige fænomener, man så afbildet.

Vand i Venusatmosfæren

Samtidigt med eftersøgningen af aktivitet på overfladen prøver man også at finde ud af, hvor meget vand der er i atmosfæren på Venus. De foreløbige resultater tyder på, at indholdet af vanddamp i atmosfæren svarer til, at Venus ville være dækket af et hav på nogle få centimeters tykkelse, hvis vanddampen blev fortættet til flydende vand. Da man regner med, at Venus har modtaget de samme mængder vand som Jorden, er spørgsmålet så: Hvor er vandet blevet af? Ved at studere forholdet mellem brint og deuterium i vanddampen, håber man at kunne identificere de mekanismer, der har fjernet vandet fra Venus.

Viser det sig, at der tidligere har været betydelige mængder af vand på Venus, åbner det for en interessant forklaring på den globale omdannelse af overfladen for 500 millioner år siden. På Jorden spiller vandet en vigtig rolle for pladetektonikken, den mekanisme, der forklarer, hvorledes kontinentpladerne bevæger sig og støder sammen. Når to plader støder sammen, presses den ene plade ofte ned i Jordens dybere lag, den glider ind under den anden plade. Vandet fungerer som blødgøringsmiddel og smøremiddel i denne proces. Hvis der har været vand på Venus, åbner det mulighe-

den for, at denne planet også har haft pladetektonik. Når temperaturen stiger, og vandet fordamper, kan pladerne ikke mere glide mod hinanden, overfladebevægelserne går i stå, og spændingerne i overfladen vokser, indtil de udløses i en globalt dækkende serie af nogenlunde samtidige vulkanske udbrud. Der er derfor stor interesse for at finde tegn på, hvorledes forholdene var på Venus før denne voldsomme begivenhed.

Mulighed for liv?

Hvis der har været flydende vand på Venus, er spørgsmålet, om der også har været liv. Det virker umiddelbart umuligt, at der skulle findes liv på et sted uden vand og med temperaturer, der kan smelte bly. Det er da heller ikke på overfladen af Venus, at man overvejer muligt liv, men højt oppe i atmosfæren. På toppen af de tætte skyer i omkring 30 kilometers højde er temperaturen omkring 60-70 grader, og det er også her at vanddampen er tættest. Nogle forskere mener derfor, at her kunne mikroorganismer overleve. Man bygger det blandt andet på, at atmosfæren indeholder carbonylsulfid, der på Jorden produceres af biologiske processer. Desuden finder man både hydrogensulfid og svovldioxid. Disse to gasser reagerer med hinanden og findes derfor normalt ikke sammen, med mindre de produceres på stedet. Ydermere mangler der kulilte i atmosfæren, et stof der let produceres af sollyset og lyn. Noget fjerner dette stof. Det kunne være mikroorganismer. Venus Express har dog fundet spor af både ilt og kulilte i den øvre atmosfære. Detaljerede undersøgelser er nødvendige, før man kan afgøre, om mængderne er mindre, end hvad man kunne forvente.

Disse spekulationer er foreløbig meget usikre. Det er imidlertid en forudsætning, at der tidligere har været flydende vand på Venus. Mikroorganismer kan muligvis overleve i vanddråber i atmosfæren, men det virker usandsynligt, at livet skulle være startet her. Livets oprindelse kræver større mængder af flydende vand, så de nødvendige kemiske processer kan finde sted. Det er dog indlysende, at disse spekulationer har øget interessen for at finde ud af vandets historie på Venus. Ultraviolette optagelser af atmosfæren har påvist nogle områder hvor der er kraftig absorption af sollyset. Også her spekuleres over forbindelsen til muligt liv. Den ultraviolette stråling kunne fungere som energikilde for eventuelle mikroorganismer i disse områder. På Venus skulle livet altså hente næring i den ultraviolette stråling i modsætning til på Jorden, hvor livet må beskytte sig mod denne stråling. Dette betyder, at livet på Venus kun kan være primitive encellede organismer, som de der fandtes på Jorden, inden ozonlaget blokerede for den ultraviolette stråling.

Som disse og mange andre resultater viser, er der for alvor igen kommet gang i udforskningen af Venus. I modsætning til missionerne til de ydre planeter, hvor billeder umiddelbart kunne formidle nye spændende

opdagelser, så kræver undersøgelserne af Venus' atmosfære langvarige målinger efterfulgt af komplicerede analyser og tolkninger af resultaterne. Meget tyder på, at det vil være værd at vente på de resultater, som forhåbentlig vil komme i en lind strøm i de kommende år.

Yderligere information kan findes i [1], som er en populærvidenskabelig beskrivelse, mens [2] giver en videnskabelig oversigt.

Litteratur

- [1] Ib Lundgaard Rasmussen (2005), Politikens bog om Solsystemet, Politikens forlag.
- [2] S. W. Bougher, D. M. Hunten og R. J. Philips red. (1997), Venus II, University of Arizona Press.



Ib Lundgaard Rasmussen er ansat som seniorrådgiver på Danmarks Nationale Rumcenter. Han har medvirket til konstruktion og opsendelse af satelliteksperimenter til studiet af Universet i infrarød og røntgenstråling, undersøgt sammensætningen af den kosmiske partikelstråling og deltager i øjeblikket i planlægningen af et eksperiment på den Internationale Rumstation til studiet af forbindelsen mellem tordenvejr og ionosfæren. Han er derudover deltager i studiet af astrobiologi.

PFEIFFER VACUUM

NYHED

**Een og samme vacuumpumpe
fra 1000 til 10⁻⁵ mbar**

**OnTool™
Booster**

Ring for yderligere information

Tel. 4352 3800 Fax 4352 3850
efa@pfeiffer-vacuum.dk