

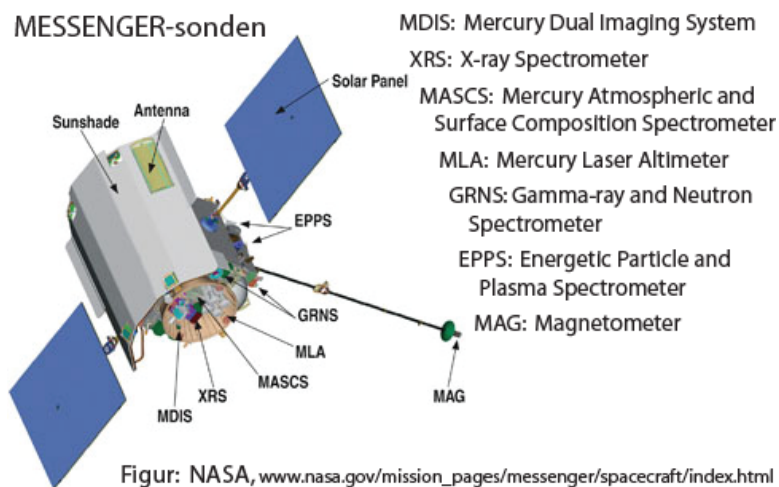
# Overraskende resultater fra romsonden MESSENGER

Reidar G. Trønnes, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo

(publisert i [www.forskning.no/artikler/2009/desember/236523](http://www.forskning.no/artikler/2009/desember/236523))

**29. september passerte romsonden MESSENGER Merkur for tredje og siste gang før den begynner sin detaljerte bane-kartlegging av planeten i 2011. Merkur-passasjene har gitt nye og interessante data, og et av de mest uventede resultatene er at steinmaterialet i planeten trolig har høyere konsentrasjon av jernoksid (FeO) enn det vi har trodd.**

Reisen til MESSENGER (akronym for: MErcury Surface, Space ENvironment, GEOchemistry and Ranging) startet med oppskyting 3. august 2004. Romsonder som skal inn i en stabil bane rundt den innerste planeten i Solsystemet må gjennomgå omfattende nedbremsinger. Derfor har MESSENGER fulgt en lang og komplisert rute med nedbremsinger ved hjelp av Venus i oktober 2006 og juni 2007 og Merkur i januar 2008, oktober 2008 og september i år. Etter ankomst i en stabil bane i mars 2011 venter et års detaljert kartlegging ved hjelp av ulike instrumenter.



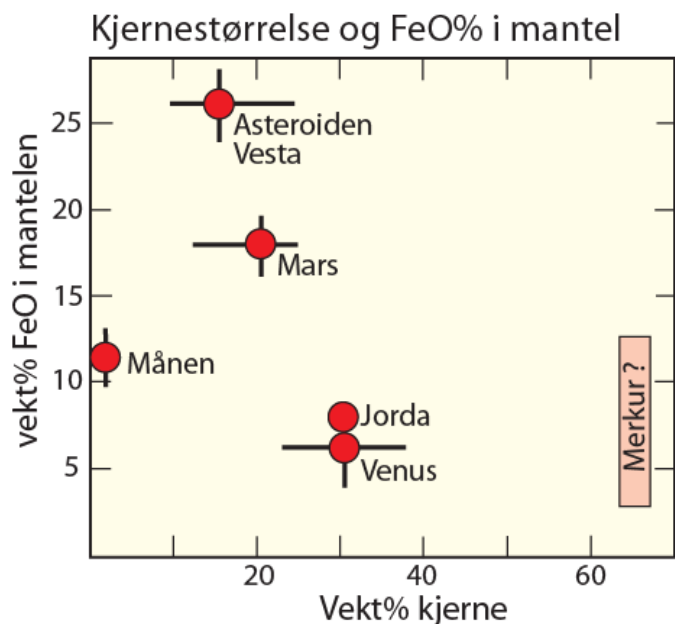
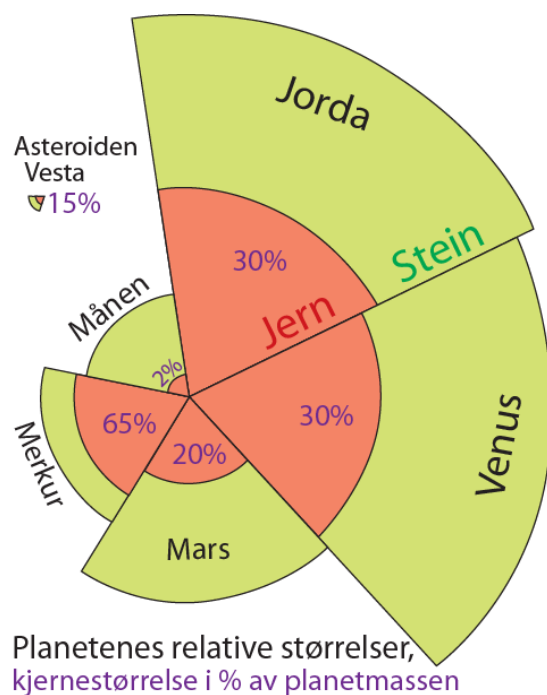
De tre passeringene av Merkur har gitt muligheter til å justere og optimalisere instrumentene og dessuten bidratt med nye resultater. Den første passeringen i januar 2008 viste at Merkurs overflate er dekket av betydelig større mengder basaltlava enn det observasjoner fra teleskoper på Jorda og romsonden Mariner 10 ([http://en.wikipedia.org/wiki/Mariner\\_10](http://en.wikipedia.org/wiki/Mariner_10)) tydet på. Bildet nedenfor viser en krateretthet som er mye lavere enn på de gamle og lyse høylandsområdene på Månen (<http://www.forskning.no/artikler/2009/juli/225478>). Kollisjonsaktiviteten i solsystemet var svært høy under og like etter planetveksten og avtok deretter raskt. Derfor har de eldste områdene mye større krateretthet enn de områdene som er dekket av yngre basalt-lavaer.



Den mest overraskende observasjonen, spesielt fra den tredje passeringen av Merkur, er at FeO-innholdet i basaltene på overflaten trolig er mye høyere enn det vi har regnet med de siste årene ([www.nasa.gov/mission\\_pages/messenger/media/flyby20091029.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/messenger/media/flyby20091029.html)).

Merkur har en meget stor jernkjerne som utgjør omtrent 65% av planetens masse. Kjernen er trolig flytende, og som i de andre jordlignende planetene er den dominert av metallisk jern, med små mengder silisium, svovel, og kanskje litt oksygen. Observasjoner fra Mariner 10 og fra Jorda indikerte at innholdet av jernoksid (FeO) i basaltene på overflaten kunne være svært lavt, kanskje bare 2-3 vekt%. Et så lavt FeO-innhold i basaltene, og dermed også i deres kildebergarter i mantelen, kunne tyde på at oksygentilgangen til Merkur, som vokste i den innerste delen av soltåken, var meget lav.

De nye resultatene fra den siste passeringen av Merkur indikerer at FeO-innholdet i steinen er betydelig høyere, og at oksygen-tilførselen til Merkur derfor ikke var så begrenset som vi har trodd. Den store kjernen av metallisk jern er dermed ikke balansert av et spesielt lavt FeO-innhold i mantelen. Selv dersom FeO-innholdet i steinen bare var 2-3%, ville trolig det totale prosentvise jern-innholdet i Merkur være langt større enn i nabo-planetene. Både Venus og Jorda har jernkjerner som bare utgjør ca. 30% av planetmassene (se figurene).



Ubalansen mellom metallisk jern og stein i Merkur kan kanskje forklares ved et av tre alternative scenarier:

1. Merkur kan ha vokst fra materiale som opprinnelig var meget jernrikt og samtidig oksygen-fattig. En kombinasjon av utilstrekkelig oksygentilgang og en dynamisk anrikning av de tyngste partiklene nærmest sola kunne gi et slikt resultat. Den siste delen av planetveksten må ha tilført betydelige mengder steinmateriale med et rimelig høyt oksygen- og dermed FeO-innhold.
2. Merkur vokste fra omtrent samme materiale som Jorda og Venus og ble minst like stor, eller omtrent like stor, som Mars før mye av steinmantelen ble skrellet av i en eller flere kjempekollisjoner på en sent stadium av planetveksten. Merkurs kjerne kunne da kanskje ha vært 30-40% av planetmassen før deler av mantelen ble fjernet.
3. Samme utgangspunkt som alternativ 2. Avskrellingen av deler av mantelen kunne ha foregått ved fordamping av steinmaterialet dersom den unge og nærliggende sola fremdeles hadde sterk T-Tauri-aktivitet. Hvis ekstreme magnetfelt i korte perioder varmet overflaten av Merkur til 3000 - 10000 °C, ville mye av steinmaterialet ha fordampet og blitt feid bort av solvinden.

Merkur er fremdeles en gåtefull planet. De tre hurtige MESSENGER-passeringene i relativt stor avstand har gitt oss smakebiter på hva vi kan forvente fra den omfattende, bane-baserte kartleggingen. Det er imidlertid først etter at de detaljerte dataene strømmer inn og kan analyseres i 2011 og de påfølgende årene at vi virkelig kan regne med å fravriste Merkur de viktigste hemmelighetene. Den detaljerte datainnsamlingen vil være et viktig skritt på veien mot en bedre innsikt i dannelsen og strukturen av Solsystemet.

Samtidig med detaljkartleggingen av Merkur, vil romsonden Dawn gå inn i bane rundt asteroiden og protoplaneten Vesta i august 2011 (<http://www.forskning.no/artikler/2007/september/1191014734.47>). Dette året ligger dermed an til å bli et "kronår" for vår utforskning av Solsystemet.

Videre undersøkelser av Merkur planlegges via romsonden BepiColombo i et samarbeidsprosjekt mellom den Europeiske (ESA) og den Japanske (JAXA) romfartsorganisasjonen. De foreløpige planene innebærer oppskyting i 2014 og bane-kartlegging fra og med 2020 (<http://en.wikipedia.org/wiki/BepiColombo>).

*Tillegg i faktaboks:*

## Planetenes dannelselse

De terrestriske planetene Merkur, Venus, Jorda, Månen og Mars og protoplaneten Vesta har kjerner av jern omgitt av stein. Disse planetene vokste i den indre delen av den diskosformete skyen av gass (H og He) og støv rundt vår unge sol for 4,57 milliarder år siden. I den ytre delen av soltåken vokste store planeter som er is-dominerte (Uranus og Neptun) og gass-dominerte (Jupiter og Saturn). Gasskjempene må ha vokst før den unge Solas kraftige magnetfelt (under T-Tauri-stadiet) feide gassen ut av soltåken. I den indre delen av Solsystemet vokste planetene fra stein- og jern-støv dominert av grunnstoffene O, Fe, Mg, Si, Ca og Al. Jern kan opptre i både metallisk og oksidert tilstand, mens Mg, Si, Ca og Al helst opptrer som oksider i silikatmineraler (steinmateriale). De terrestriske planetene har jerndominerte kjerner fordi det var for lite oksygen til å oksidere alt jernet. Sannsynligvis er det tilsvarende kjerner av jern og stein i de store gass- og isplanetene.

Planetveksten foregikk ved små og store kollisjoner og sammensmelting av støv-, stein- og jernklumper. Varmeutviklingen fra kortlevet radioaktivitet (hovedsakelig fra  $^{26}\text{Al}$  med en halveringstid på 700 000 år) og kollisjoner var så sterk at protoplanetene gjennomgikk perioder med stor-skala smelting (trolig 60-90% smelte). Under slike forhold var det metalliske jernet og mye av steinmaterialet flytende. Metallisk jernsmelte skilte seg ut som tunge dråper i steinmelten og sank inn mot sentrum av protoplanetene der kjernene ble til. Selve kjerneseparasjonen er også en varmegivende (eksoterm) prosess som bidro ytterligere til oppvarming og smelting. I dag er 95% av Jordas kjerne fremdeles flytende, og det er sannsynlig at Merkur, Venus og Mars også har overveiende flytende kjerner. Steinmaterialet i de overliggende mantlene er derimot i fast fase og fungerer som varmeisolasjon for kjernene.