



Titan - Saturns største måne i fokus

Linden-Vørnle, Michael

Published in:
Aktuel Naturvidenskab

Publication date:
2010

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

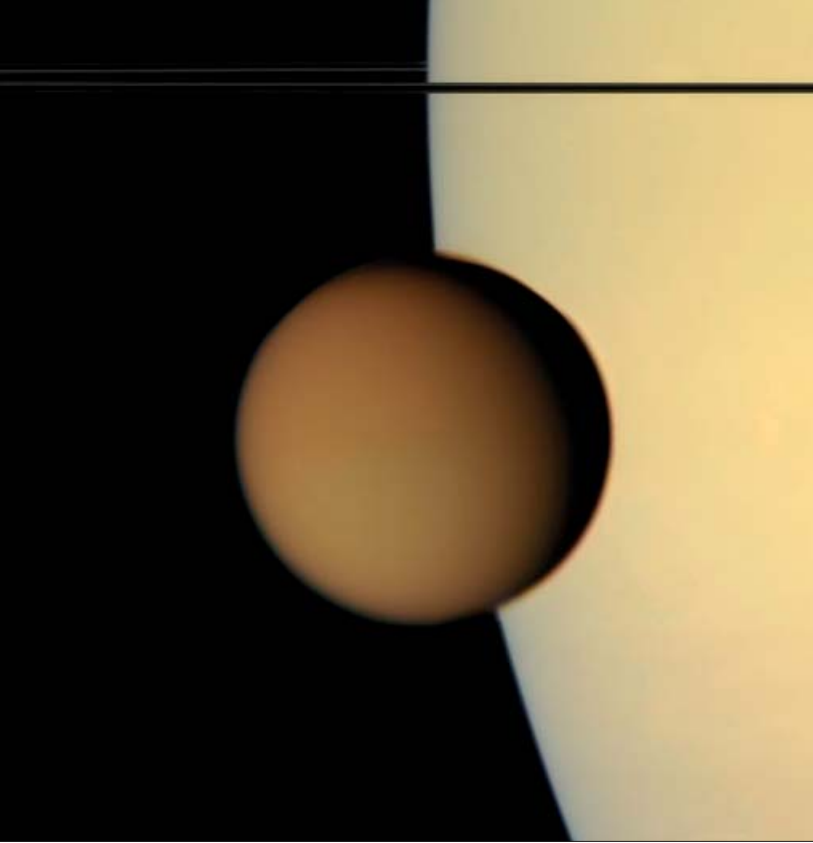
Citation (APA):
Linden-Vørnle, M. (2010). Titan - Saturns største måne i fokus. *Aktuel Naturvidenskab*, (5), 6-9.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Credits: NASA/JPL/Space Science Institute

Titan

- Saturns største måne i fokus

Selvom den er iskold, minder saturnmånen Titan på mange måder om Jorden.

Det viser observationerne lavet af rumsonderne Cassini og Huygens.

Af Michael Linden-Vørnle

■ Siden juli 2004 har Cassini-rumsonden kredset om Saturn og har derfor også gjort det muligt for forskerne at studere Saturns største måne, Titan – den eneste måne i Solsystemet, der har en tæt atmosfære. De mange observationer giver et stadig klarere billede af, at den store, iskolde måne og vores planet har mange fællestræk – og det selvom temperaturen på Titan er ca. -180°C . Både på Titan og på Jorden er det de samme mekanismer, der former landskabet – herunder vind, regn og vulkaner.

Titans tætte atmosfære består mest af kvælstof, mens den næsthyppigste bestanddel er metan – her på Jorden kendt

som biogas eller naturgas. Fordi Titan er meget kold, er vand dybfrossent og hårdt som klippe, mens metan kan fortættes til væske, regne ned på overfladen og skabe erosion. Andre undersøgelser har vist tegn på vulkansk aktivitet på Titan. Her er det dog ikke smeltet sten, der vælter op fra undergrunden, men en kold suppe af vandis og ammoniak. Denne form for isvulkaner kaldes for *kryovulkaner*.

Søer af naturgas

Cassini-sonden flyver jævnligt forbi Titan og studerer månen med bl.a. radar. Disse målinger har afsløret søer af flydende metan og ethan ved Titans poler, men der er langt flere søer ved

den iskolde månens nordpol end ved sydpolen. Sondens målinger viser, at søerne på den nordlige halvkugle dækker et område, der er ca. 20 gange større end ved høje sydlige breddegrader. Målingerne viser også, at der er flere delvist fyldte og nyligt udtørrede søer nordpå.

For at forklare den skæve fordeling af søer på Titan har forskerne overvejet, om der er en eller anden grundlæggende forskel på månens nordlige og sydlige halvkugle. En mulig forklaring er, at det er Saturns bane om Solen, der er årsag til forskellen. På samme måde som variationer i Jordens bane menes at skabe istider på vores planet, så kan variatio-

ner i Saturns bane være kilden til klimaforandringer på Titan. Forskerne bag ideen mener, at situationen lige nu favoriserer en transport af kulbrinter som metan fra månens sydlige til dens nordlige halvkugle med mere nedbør og flere søer til følge. Efterhånden som klimaet på Titan forandrer sig over tusinder af år, vil denne situation så ændre sig.

Ind under huden på Titan

Også Titans indre opbygning er blevet kortlagt ved hjælp af Cassini-sonden. Ved nøje at følge Cassini under de tætte passager af Titan har det været muligt at registrere små ændringer af sondens bane skabt af variationer

← (tv) Titan med sin tætte, metanholdige atmosfære og Saturn i baggrunden. Når metanet påvirkes af Solens ultraviolet lys dannes bl.a. smog-partikler, der skaber lag af orangefarvet dis. Det er samme type fotokemi ("fotos" er det græske ord for lys), der skaber smogtåge over stærkt forurenede storbyer her på Jorden.

← (th) Ved at observere i infrarødt lys (varmestråling) kan Cassini-sonden se gennem disen i Titans atmosfære. Sonden kan dog ikke se ned på overfladen, men kan se overfladens evne til at reflektere infrarødt lys. Kombineret med sondens radarmålinger er det dog et slagkraftigt værktøj til at kortlægge den iskolde måne.

i Titans tyngdekraft. Da disse variationer er et resultat af den iskolde månens indre opbygning, har Cassinis passage altså gjort det muligt at komme ind under huden på Titan.

Målingerne viser, at Titans indre er en rodet blanding af is og klippe. Denne indre opbygning giver forskerne mere indsigt i, hvordan Titan er blevet dannet. Det rodede indre slår nemlig om, at månen ikke har været udsat for en kraftig opvarmning. Hvis Titan var blevet varmet op, ville is og klippe have fordelt sig i adskilte lag. Ifølge forskerne tyder den beskudte opvarmning på, at Titan er blevet dannet forholdsvis langsomt for en sådan måne – i løbet af en million år eller deromkring.

Andre undersøgelser af Titan peger på, at der findes et ocean af flydende vand og ammoniak under overfladen. Det er observationer af markante landskabstræk på Titans overflade (søer, dalsænkninger og bjerge), der har bragt forskerne på sporet af dette underjordiske ocean. Det har nemlig vist sig, at disse landskabstræk med tiden har flyttet sig – helt op til 30 km. En systematisk forskydning af disse landskabstræk forklares bedst med, at månens skorpe er adskilt fra månens indre med et ocean, så skorpen kan bevæge sig. Som udgangspunkt kan tyngdemålingerne ikke be- eller afkræfte

denne tanke, men forskerne mener bestemt, at et ocean er en mulighed og vil fortsætte med at undersøge sagen.

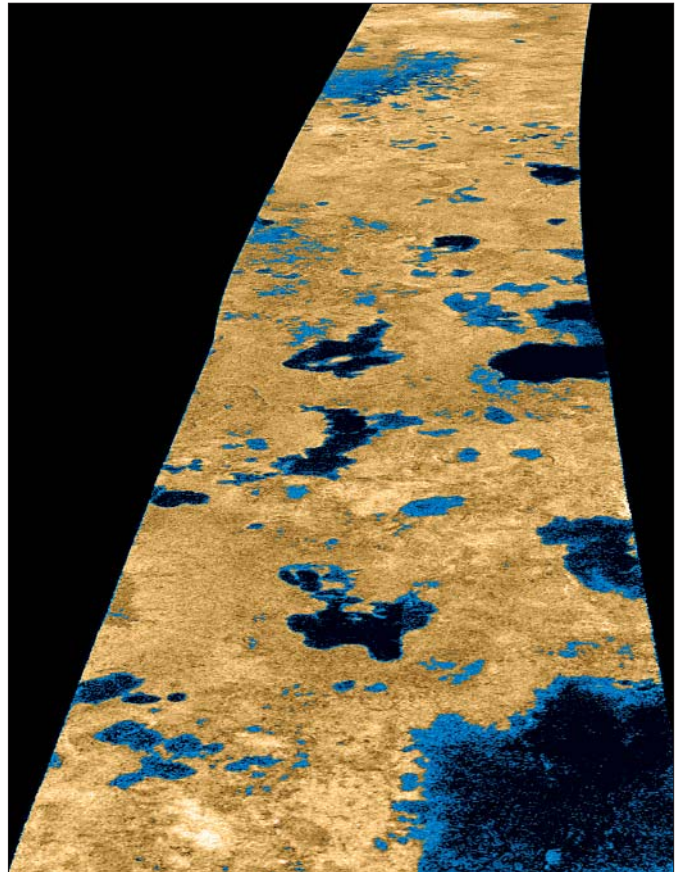
Låner Saturns magnetfelt

Cassini-sondens målinger har også afsløret, at Saturns magnetfelt smitter af på Titan. Selvom Titan ikke selv producerer et magnetfelt, er den store måne altså magnetisk, når den kommer ud af Saturns magnetosfære – den del af rummet, der domineres af Saturns magnetfelt. Ud fra målingerne holder den elektrisk ledende del af Titans atmosfære (ionosfæren) på magnetfeltet i mellem 20 minutter og tre timer.

Det blev afsløret ved en af Cassini-sondens forbi-flyvninger af Titan, hvor månen på tidspunktet for passagen befandt sig udenfor Saturns magnetosfære. Forbi-flyvningen gav forskerne en enestående mulighed for at studere samspillet mellem Titan og den konstante strøm af elektrisk ladede partikler, der hele tiden flyder fra Solen – den såkaldte solvind.

Europæisk landing

Det er dog ikke kun Cassini-sonden, der undersøger Titan. Den 14. januar 2005 fik Titan nemlig besøg af den europæiske rumsonde Huygens, der var fløjet med som passager på Cassini. Knap tre uger forinden, den 25. december 2004, var Huygens-



Søer af metan på Titan set af Cassini-sondens radarinstrument. På billedet er jævne områder gengivet med en mørk farve, mens ujævne områder har en lys farve. Credit: NASA/JPL/USGS

sonden blevet sendt ud på den sidste del af sin rejse. Fjedre skubbede Huygens væk fra Cassini og satte samtidigt sonden i rotation, så den kunne holde sin orientering i rummet på rejsen til Titan.

Under rejsen til Titan var den eneste aktivitet om bord på Huygens et elektronisk vækkeur, der skulle vække sonden til live kort tid før den ramte Titans atmosfære. Vækkeuret, der var blevet bygget af det danske firma Terma A/S, var derfor helt afgørende for missionens succes. Det var derfor en stor triumf for dansk rumteknologi, da det viste sig, at vækkeuret havde ringet som forventet. Det blev bekræftet kort efter kl. 11:30 dansk tid, da Green Bank radioteleskopet i USA opfangede det svage signal fra Huygens-sondens radiosender. Modtagelsen af signalet betød, at sonden havde klaret den første, meget kritiske del af missionen: opbremsningen i Titans



Den 25. december 2004 blev den europæiske Huygens-sonde sendt af sted fra sit moderskib, Cassini-sonden, med kurs mod Titan.

atmosfære og udfoldningen af hovedfaldskærmen.

Under nedstigningen og landingen blev datastrømmen fra sondens opsamlet af Cassini-

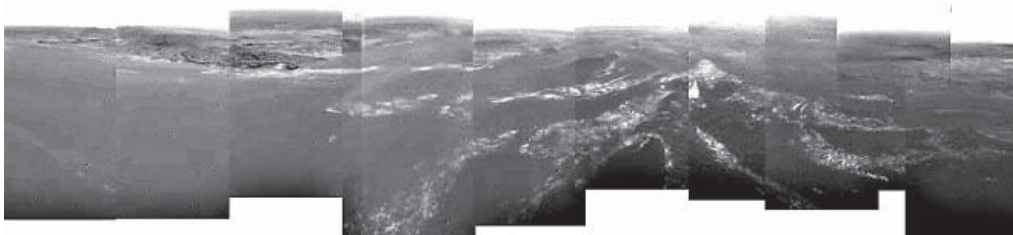
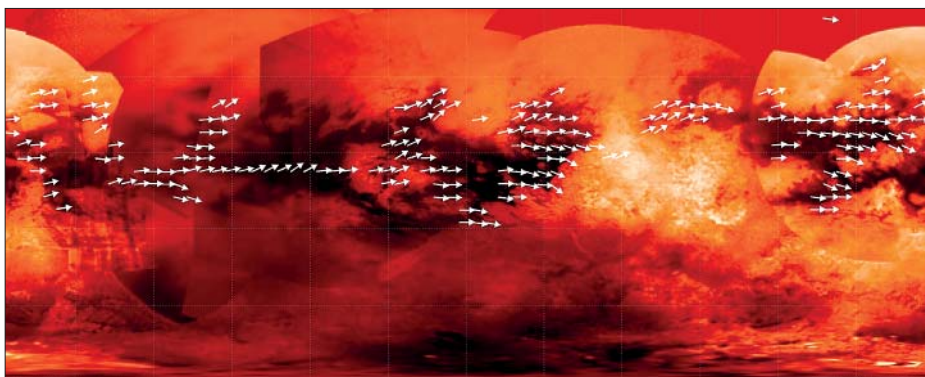


Foto: ESA/NASA/JPL/UA

Et 360 graders panorama optaget af Huygens-sonden fra en højde på 8 km viser mørke områder med hvide striber. Nogle af striberne formodes at være dis eller tåge nær overfladen, fordi de ikke ses på billeder af det samme område taget lodret ned. Ud fra sondens bevægelse i forhold til overfladen har forskerne vurderet vindhastigheden til 6-7 meter pr. sekund.

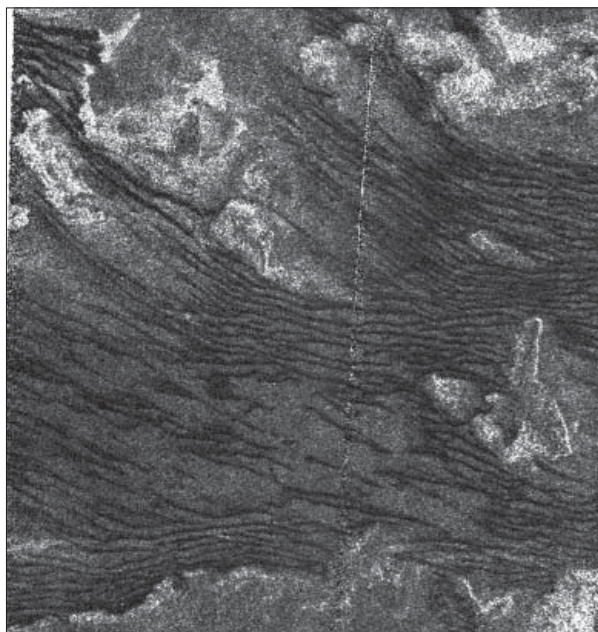
Titans vindforhold



Ved hjælp af radarmålingerne har forskerne også fået mulighed for at kortlægge de globale vindforhold på Titan. Det er ellers vanskeligt, da der kun er få skyer i månens tætte atmosfære, som kan sladre om vindens retning. Helt konkret har forskerne set på klitter på Titan, i alt 16.000 af slagsen, kortlagt ved hjælp af tyve radarbilleder optaget over fire år. Da klitterne dannes ved, at vinden flytter sand på Titans overflade, kan klitternes orientering bruges til at undersøge vindforholdene på månen.

Klitterne ses primært ved Titans ækvatoregne – formentlig fordi klimaet her er mere tørt, så sandkornene lettere kan bevæge sig. Forskerne mener, at sandkornene i Titans klitter er lavet af kulbrinter, der stammer fra de organiske forbindelser i Titans tætte atmosfære. Ved højere breddegrader er klimaet mere fugtigt med søer af flydende kulbrinter som metan og ethan.

På det sort/hvide billede ses klitterne på Titans overflade



Fotos: NASA/JPL/Space Science Institute

som langstrakte bånd (såkaldte *longitudinale* klitter). På det farvede basiskort over Titans overflade lavet ved hjælp af

digitale billeder, angiver pilene retningen, i hvilken sand formodes at blive transporteret langs med klitterne.

sonden, der samtidigt passerede forbi Titan. Selve nedstigningen tog 2 timer og 28 minutter, mens sonden overlevede godt tre timer på overfladen. Ud af de tre timer var Cassini dog kun

i stand til at modtage data fra Huygens i 70 minutter.

Ikke-biologisk metan

Et af de videnskabelige instrumenter på Huygens-sonden

undersøgte sammensætningen af de gasser, der er i Titans tætte atmosfære – ikke mindst metanet. Her på Jorden frembringes metan bl.a. af bakterier, der nedbryder organisk materiale.

Et af de interessante spørgsmål er, hvorfor der er så store mængder metan i Titans atmosfære. Metanet nedbrydes nemlig af Solens ultraviolette lys, så uden en metankilde til at genforsyne atmosfæren, ville Titans metan for længst være forsvundet.

Metan består af ét kulstofatom og fire brintatomer, men kulstof er ikke bare kulstof. Det forekommer i forskellige udgaver – såkaldte isotoper: kulstof-12 og kulstof-13. Forskellen på de to er, at kulstof-13 indeholder en ekstra neutral kernepartikel (en neutron), så det er en smule tungere.

De levende organismer, vi kender, har en forkærlighed for kulstof-12, hvilket normalt gør, at kulstofbaserede molekyler (som metan), der har noget med liv at gøre, er beriget med kulstof-12. Huygens-sondens målinger tyder imidlertid ikke på, at der er sket en sådan berigelse. Det betyder, at Titans metan næppe er af biologisk oprindelse. Det kommer dog ikke som en stor overraskelse, da Titan med sin lave temperatur – i hvert fald på overfladen – er alt for kold til liv.

Metan i tre omgange

En mere sandsynlig forklaring er, at metanet kommer fra Titans indre og bringes til overfladen og ud i atmosfæren ved geologiske processer som f.eks. udbrud af kryovulkaner. Denne tanke er blevet udfoldet af forskere fra universitetet i Nantes (Frankrig) og University of Arizona (USA) i form af en teoretisk model, der kan forklare titanatmosfærens indhold af metan. De mener, at metanet er kommet fra månens indre – ikke på én gang, men i tre separate perioder.

Forskerne mener, at metanet er bundet i månens skorpe af vandis. Under skorpen findes en kappe af flydende vand blandet med ammoniak. Inderst har Titan en kerne af klippematerialer. Tanken om, at Titans metan er kommet fra månens indre og er strømmet ud i atmosfæren, er ikke ny. Det er til gengæld forskernes idé om, at udstrømningen ikke kun er sket én gang,

men hele tre gange. Tre episoder med udgasning af metan fordelt over fire milliarder år kan tilsyneladende få regnestykket til at gå op.

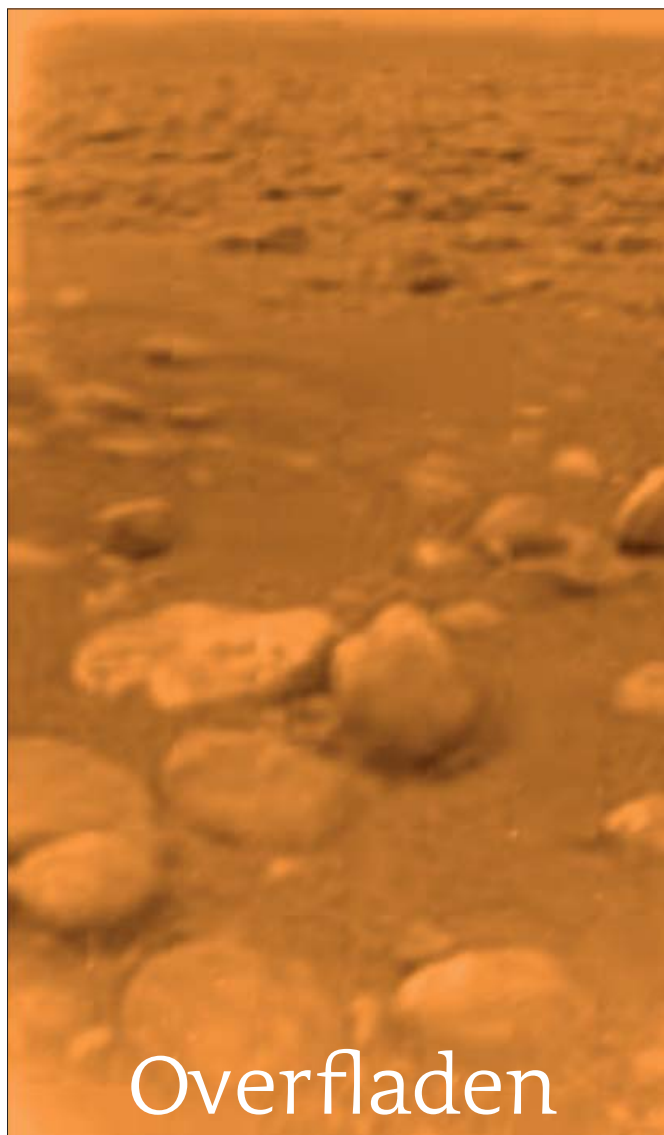
Den første udgasning fandt sted umiddelbart efter, at Titan var blevet dannet for ca. 4,5 milliarder år siden. Restvarme fra månens dannelse, varme fra naturlig radioaktivitet og ammoniak, der virker som frostvæske, var her de drivende kræfter. Da denne første udgasning fandt sted i løbet af den første milliard år af Titans historie, er alt metan fra denne episode efter alt at dømme forsvundet ud af atmosfæren. Enten fordi det igen blev bundet i skorpen eller blev nedbrudt af sollyset.

Anden episode skete for ca. to milliarder år siden. Her var det igen den naturlige radioaktivitet, der var på spil. Radioaktiviteten i Titans klippekerne havde produceret så meget varme, at kernen på dette tidspunkt blev flydende og begyndte at tilføre varme til månens kappe ved konvektion. Det er en proces, hvor varmt materiale stiger op, afgiver varmen og synker ned igen ligesom en gryde i kog.

Tredje udgasnings-episode er set med en geologs fornemmelse for tid toppet for nylig – for ca. 500 millioner år siden. Ved denne lejlighed mener forskerne, at det er Titans afkøling ved konvektion i månens skorpe, der har drevet udstømningen af metan. Forskerne mener, at denne tredje episode, der stadig giver anledning til lejlighedsvis udstømning af metan ved udbrud af kryovulkaner, er den sidste, som Titan selv kan producere. Når Solen om flere milliarder svulmer op til en rød kæmpestjerne, vil månen imidlertid blive varmet op, så metan på ny kan strømme ud i atmosfæren.

Støtter tanken om ocean

Hvis forskernes teoretiske model er rigtig, så støtter den tanken om en kappe af flydende vand og ammoniak under den granithårde skorpe af metanholdig is – altså et underjordisk ocean. Metanet i Titans atmosfære er dog ikke



Overfladen

Huygens-sondens optagelse fra overfladen af Titan. Forskerne formoder, at sonden kan være landet i en kanal, hvor flydende metan på et tidspunkt har strømmet. En nøjere undersøgelse af lysreflektionen fra overfladen har gjort det muligt, at gengive billedet i naturlige farver. Analysen af lysreflektionen har vist, at de klumper, der ligger på overfladen, består af is og ikke af klippe. Den gruppe af isklumper, der ligger i forgrunden af billedet, befinder sig mindre end en meter fra sonden. Klumperne er forholdsvis små – op mod 15 cm i længden for den aflange klump lige under og til venstre for midten af billedet. Tanken om, at sonden er dumpet ned i en udtørret kanal, støttes af klumpernes udseende. Strømmende væske er nemlig den mest oplagte forklaring på klumpernes afrundede former.

kun interessant i forhold til at lære mere om den iskolde klodes udvikling. Metanet er nemlig udgangspunkt for udviklet organisk kemi i månens atmosfære. Ved at studere denne kemi håber forskerne at lære mere om hvilke processer, der har banet vejen for livets opståen.

Forskerne krydser fingre for, at Cassini-sonden kan fortsætte længe med at observere den store måne. De håber bl.a. at få mulighed for at studere årstidsforandringer, så vi kan få en endnu større indsigt i de processer og mekanismer, der former denne fjerne og kolde, men alligevel beslægtede verden. ■

Om forfatteren



Michael Linden-Vørnle er astrofysiker ph.d. Tycho Brahe Planetarium
Tlf.: 3318 1997
E-mail: mykal@tycho.dk

Videre læsning bl.a. med animationer fra Huygens-sondens landing:

<http://www.esa.int/esaMI/Cassini-Huygens/index.html>

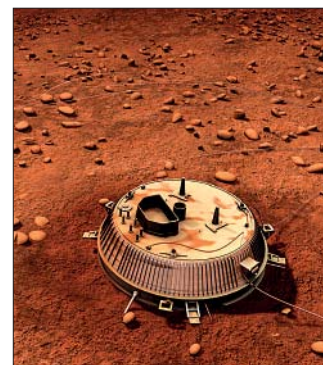


Foto: ESA/NASA/JPL/UA

Illustration: ESA – C. Carreau

En kunstners forestilling af Huygens-sonden på overfladen af Titan.