

## Kæmpestjerne på vej mod støvmur

Orion, der er et af de mest markante stjernebilleder på nattehimmelen om vinteren og i det tidlige forår, er hjemsted for den klare, lidt rødlige stjerne Betelgeuse.

Med en diameter, der er omkring tusind gange større end Solens, er Betelgeuse en såkaldt rød kæmpestjerne. Ifølge forskerne vil Betelgeuse ende sit liv i en gigantisk eksplosion – en supernova. Når det sker, vil den eksploderende stjerne blive så klar, at den kan ses på himlen om dagen. Der kan dog gå mange tusinde år endnu, inden Betelgeuse bliver til en supernova.

Nye observationer af Betelgeuse viser, at stjernen er på vej mod et sammenstød med en mur af støv, der ligger i rummet mellem stjernerne. Forskerne mener, at sammenstødet vil ske om ca. 12.500 år, men allerede

om 5000 år vil skaller af gas slynget ud fra den aldrende stjerne ramme støvmuren. Observationerne er lavet med det europæiske Herschel-rumteleskop, der studerer himlen i infrarødt lys (varmestråling) og i submillimeter-området. Submillimeter-stråling er en mellemting mellem infrarødt lys og radiostråling.

Det er helt normalt, at røde kæmpestjerner udslynger store mængder materiale i form af gas og støv. For Betelgeuses vedkommende har det udkastede materiale skabt en chokfront foran stjernen i den retning, den bevæger sig. Støvmuren er

ifølge forskerne enten en tråd af materiale koblet til Mælkevejens magnetfelt, eller kanten af en nærliggende sky af gas og støv. Når sammenstødet sker, vil støvmuren formentlig blive markant forstyrret, mens Betelgeuse selv næppe vil lide overlast.

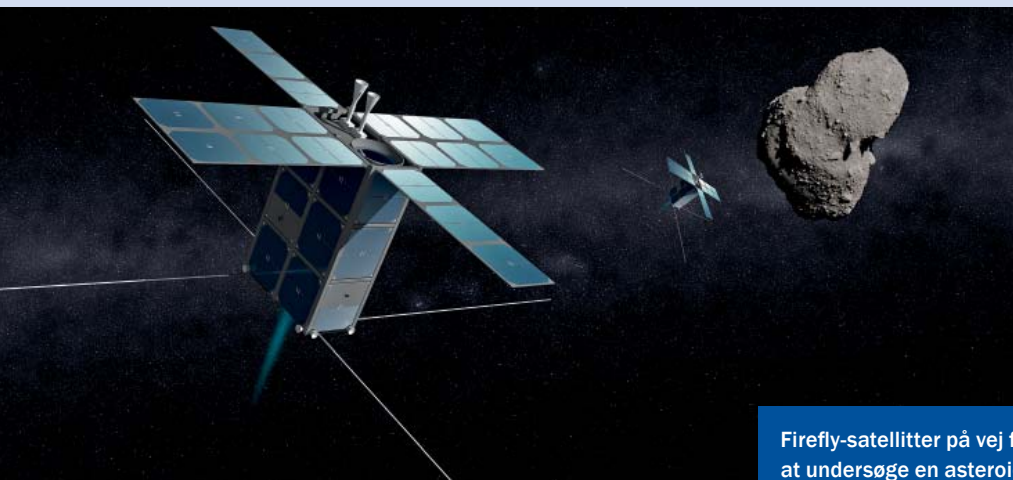
Michael Linden-Vørnle

Credit: ESA/Herschel/PACS/L. Decin m.fl.



Betelgeuse set af Herschel. Stjernen er omgivet af en klumpet boble af materiale, mens en række støvede buer ses til venstre for stjernen. Muren af støv, der er oplyst af stjernen, ses som en næsten lodret bjælke ned gennem venstre side af billedet.

## Minedrift på asteroider



Firefly-satellitter på vej for at undersøge en asteroide.

Nu er der ikke bare ét, men to private firmaer, der har til hensigt at hente værdifulde ressourcer fra asteroider i Solsystemet. Sidste år i april annoncerede firmaet Planetary Resources deres planer om minedrift på asteroider og i slutningen af januar kom en ny spiller på banen: et firma ved navn Deep Space Industries. Både Planetary Resources og Deep Space Industries vil inden for de nærmeste år sende rumfartøjer af sted, der i første omgang skal undersøge interessante asteroider.

Planetary Resources vil som udgangspunkt sende et rumteleskop i kredsløb om Jorden, der skal finde interessante asteroider. Det skal senest ske i 2014. Næste trin bliver så sonder, der kan flyve ud og undersøge asteroiderne og dermed bane vejen for missioner, der kan returnere prøver til Jorden og i sidste ende gå i gang med egentlig minedrift.

Deep Space Industries vil ikke opsende et rumteleskop, men vil gå direkte til en flåde af små satellitter – såkaldte Fireflies – der fra 2015 skal se nærmere på interessante asteroider. Året efter skal større satellitter kaldet Dragonflies så indsamle prøver fra asteroider og returnere dem til Jorden.

Undersøgelser peger på, at asteroider i bogstaveligste forstand er en skatkiste af metaller og mineraler, som det i hvert fald i princippet vil være muligt at få fat på – fx guld og platin samt andre metaller (de sjældne jordarter), der er vigtige for fremstilling af elektronik. Spørgsmålet er, om det i sidste ende kan betale sig.

Planetary Resources og Deep Space Industries har her en forskellig tilgang til, hvordan de værdifulde metaller fra rummet skal udnyttes. Således fokuserer Deep Space Industries i højere grad end Planetary Resources på at asteroide-ressourcerne skal udnyttes direkte i rummet til fx produktion af reservedele til satellitter, opbygning af rumbaseret infrastruktur eller støtte til en bemandet mission til Mars.

I første omgang skal både Planetary Resources og Deep Space Industries dog demonstrere, at de kan omsætte deres visioner og idéer til virkelighed. Hvis de på et tidspunkt får succes, vil udnyttelsen af asteroide-ressourcer både kunne bidrage til vækst og udvikling på Jorden og spille en central rolle for vores fremtid i rummet.

Michael Linden-Vørnle

Credit: B. Versteeg, DSI

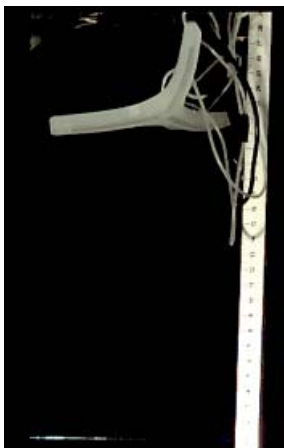
## Eksplisiv robot

Amerikanske forskere har i tidsskriftet *Angewandte Chemie* præsenteret en "blød robot" af silikone, der ved hjælp af et princip som i en forbrændingsmotor er i stand til at hoppe mere end 30 gange sin egen højde.

Robotten består i princippet blot af tre bløde arme, hvor der ud i hver arm kan ledes oxygen og metan ( $\text{CH}_4$ ) via en slange og en ventil, og med en computerkontrolleret gnist kan gassen antændes. De kontrollerede eksplosioner får den bløde robot til at hoppe – og den kan bringes til at hoppe mange gange uden at blive ødelagt af varmen fra eksplosionerne.

Forskerne håber, at en udviklet version af deres hoppende robot fx vil kunne bruges i forbindelse med redningsarbejde, hvor små billige robotter af silikone, vil kunne hoppe over forhindringer i sammenstyrtede huse i deres søgen efter overlevende.

CRK. Kilde: *Angew. Chem. Int. Ed.* 2013, 52, 1–6



Her hopper robotten ca. 25 cm. Se video af den hoppende robot: [www.mae.cornell.edu/research/groups/shepherd/](http://www.mae.cornell.edu/research/groups/shepherd/)

## Tungere standardkilogram

Et kilogram har siden 1889 været defineret som massen af det Internationale Prototypekilogram (IPK) i Paris, og det er den eneste enhed, som stadig er defineret ved en bestemt fysisk genstand. Dengang blev der fremstillet omkring 40 kopier af IPK, som blev fordelt på en række lande. Men med årene er de fleste af kopierne blevet tungere i forhold til IPK. I princippet kan man dog ikke afgøre, om det skyldes, at de har taget på, eller om IPK har tabt masse. Under alle omstændigheder kan man ikke være sikker på, at et kilogram i dag er det samme som i 1889.

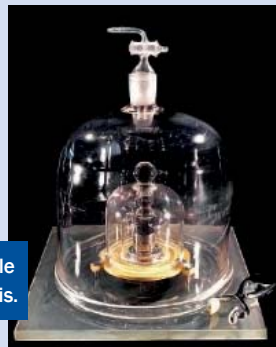
Når lodderne tager på, skyldes det forurening af deres overflader, for selvom man opbevarer dem i rene laboratorier, kan man ikke helt isolere dem fra atmosfæren. Lodderne bliver derfor med mellemrum vasket og renses efter bestemte forskrifter, men åbenbart ikke med samme resultat. Derfor har forskere fra University of Newcastle i januarudgaven af tidsskriftet *Metrologia* foreslået en renseproces, der involverer UV-stråling og ozon, som skal rengøre overfladerne bedre uden også at beskadige dem. Rensemethode med UV-stråling og ozon benyttes i øvrigt også til at rengøre de reaktionskamre, der anvendes til studier af aerosoler (se artiklen Rejsen under jorden i dette nummer).

Samtidig tyder de engelske undersøgelser på, at alle lodderne – og altså også IPK – har taget lidt på i masse. Flere laboratorier er dog i gang med at fremstille en vægt, således at masse kan forbindes med naturkonstanten Plancks konstant. Så vil man nemlig kunne fastlægge enheden kilogram ved at definere værdien af Plancks konstant og dermed undvære lodderne. Forventningen er, at en nøjagtig målemetode vil være udviklet inden for fem-ti år.

For en ordens skyld skal det tilføjes, at hvis nogle af læserne også har konstateret, at de er blevet tungere med årene, har det ikke noget med sagen at gøre. Hvis IPK har ændret sin masse, drejer det sig formodentlig om 50 mikrogram, og hvis prototypen er blevet tungere, ville det faktisk medføre, at vi alle vejer lidt mindre end før.

Jens Olaf Pepke Pedersen, DTU Space  
Kilde: *Metrologia* (2013) bind 50, side 27-36.

Det Internationale  
Prototypekilogram i Paris.



## Æstetisk videnskab

Hvert år afholder det amerikanske forskningsråd (NSF) sammen med tidsskriftet *Science* en konkurrence, hvor forskere indsender deres mest æstetiske fotos eller illustrationer. Dette års vinder af kategorien fotos viser et close-up af krystaller fra en tand på søpindsvinet *Arbacia punctulata*. Mens geologiske mineraler og syntetiske krystaller normalt har plane overflader og skarpe kanter, så kan mineraler lavet af levende organismer have bemærkelsesværdige former. Billedet er optaget med et scanning-elektronmikroskop og efterfølgende farvet, så hver farve fremhæver en sammenhængende enkeltkrystal af calcit ( $\text{CaCO}_3$ ).

Foto: Pupa U.P.A. Gilbert and Christopher E. Killian, University of Wisconsin-Madison

Close-up foto af krystaller fra tand på søpindsvinet *Arbacia punctulata*. Vinderindslag til konkurrence i tidsskriftet *Science*.

