

## Center for Stellar Astrofysik 2016

### Årets videnskabelige højdepunkter

Stellar Astrophysics Centre (SAC) har nu eksisteret i næsten fem år. SAC's forskning dækker en lang række emner, med basis i stjernernes astrofysik. Dette inkluderer observationelle og teoretiske studier af stjernernes struktur og udvikling, i høj grad baseret på asteroseismisk analyse af stjernesvingninger, studier af ekstra-solare planeter og astrobiologi, med henblik på at lede efter liv uden for Jorden. Vores forskning siden 2012 har vist, at disse forskellige områder giver megen gensidig inspiration for forskningen, og sammen har de skabt et meget dynamisk og frugtbart videnskabeligt miljø ved centret.

SAC bruger fortsat SONG-teleskopet på Tenerife, og vi organiserer også den internationale brug af data fra *Kepler* og TESS gennem vores KASC/KASOC og TASC/TASOC organisationer. Den første artikel baseret på SONG er nu blevet publiceret. Den solignende stjerne  $\mu$  Herculis blev observeret i 215 nætter, en ny verdensrekord for jordbaserede asteroseismiske observationer, og det har ført til en enorm forbedring af bestemmelsen af stjernens parametre. Disse nye resultater vil medføre en revision af vores modeller af stjernerne.



Model af TESS-satellitten i skala 1:1 i auditoriet på institut for Fysik og Astronomi (IFA), Aarhus Universitet

De fotometriske observationer fra NASA's *Kepler* mission har afsløret et væld af forskellige typer af stjerners variation. Et meget interessant fænomen er stellare *superflares*, pludselige kortvarig opblussen, som er blevet forbundet med de udbrud, typisk meget svagere, der ses som eksplosioner i Solens magnetisk aktive områder. På den anden side er der fundet indirekte tegn på meget kraftigere udbrud fra Solen; hvis et sådant udbrud fandt sted i dag kunne det have katastrofale konsekvenser for vores teknologiske infrastruktur på jorden og i rummet. Det er derfor af stor interesse bedre at forstå de udbrud *Kepler* har observeret. Forskere ved SAC foretog en stor spektroskopisk undersøgelse af de stjerner, *Kepler* havde observeret, inklusive stjerner med *superflares*, for at studere deres magnetiske aktivitet. De fandt, at skønt *superflares* i de fleste tilfælde kom fra stjerner med en meget højere aktivitet end på Solen, var der tilfælde, hvor stjernernes aktivitet var sammenlignelig med Solens.

SAC's asteroseismiske undersøgelser har vist, at data for især røde kæmpestjerner giver mulighed for at karakterisere meget store samlinger af stjerner, ud til store afstande, gennem bestemmelse af deres afstand, masse og alder. Sådanne

samlinger af velkarakteriserede stjerner giver en unik mulighed for at studere vores egen Galakse, Mælkevejens struktur og historie, og på den måde undersøge generelle galaksers udvikling. Givet at stjernerne og deres fordeling repræsenterer spor af Mælkevejens tidligere historie bliver dette felt omtalt som 'Galaktisk arkæologi'. Det involverer en sammenligning af detaljerede modeller for Galaksens udvikling med de observerede egenskaber ved de stjerner, den indeholder. At udnytte det fulde potentiale i Galaktisk arkæologi kræver yderligere information om stjernerne, specielt deres grundstofindhold. SAC har derfor startet en større serie spektroskopiske undersøgelser ved Isaac Newton teleskopet på La Palma, i SAGA Projektet (*Strömgren survey for Asteroseismology and Galactic Archaeology*). De første resultater viste en klar alders-gradient, med højere alder for større højde over Galaksens plan, og en stort set rolig udvikling af Galaksen over de seneste 10 milliarder år.

Forskere fra SAC har for nylig analyseret asteroseismiske data for et stort antal planetsystemer observeret med *Kepler*, for at foretage en præcis og homogen bestemmelse af parametre for exoplaneterne, der afhænger af, hvordan strålingen fra den centrale stjerne påvirker udviklingen af planetens atmosfære. Analysen gav en overbevisende bekræftelse af teoretiske forudsigelser. Planeter i en bane så tæt ved deres stjerne, at de modtager mere en 650 gange den fluks, Jorden modtager fra Solen, og med en diameter mellem 2,2 og 3,8 gange Jordens diameter, findes ikke. Dette er tilfældet på trods af, at både større og mindre planeter er blevet observeret i tilsvarende afstande fra deres stjerne. Resultatet kan fortolkes på følgende måde: Rene klippeplaneter bliver ikke større end ca. 2 gange Jordens diameter. Større planeter må nødvendigvis have en betydelig atmosfære som omfatter resten af deres volumen. For planeter tæt på deres stjerne bliver denne atmosfære reduceret på grund af den kraftige stråling fra stjernen. For planeter op til ca. fire gange Jordens diameter efterlader det den 'nøgne' klippekerne. Større planeter bliver ikke så kraftigt påvirket af disse processer, da deres tyngdekraft er tilstrækkelig til at fastholde atmosfæren selv givet den kraftige stråling fra stjernen, og mindre planeter ved dette strålingsniveau er rene klippeplaneter. Dette resultat blev opnået ved at kombinere analysen af lyskurver for exoplaneter fra *Kepler* med asteroseismologi og demonstrerer derfor netop en af SAC's unikke kompetencer.

Arbejdet med at opsende en såkaldt *CubeSat* i bane om Jorden, i et samarbejde mellem SAC, Institut for Ingeniørvidenskab ved Aarhus Universitet og den eksterne industripartner GomSpace, er nu nået til et punkt hvor finansieringen af planlægning og bygning af satellitten er på plads, og der er etableret en aftale med det europæiske rumagentur ESA om opsendelsen.

Et stort antal yderligere aktiviteter fandt sted ved SAC i 2016, inklusive formidling, undervisning, workshops, arbejde med nye interessante data, internationale konferencer, og udveksling af stab mellem SAC's internationale afdelinger.



*Solnedgang bag Teide på Tenerife. SONG teleskopet i forgrunden.  
(Mads Fredslund Andersen)*