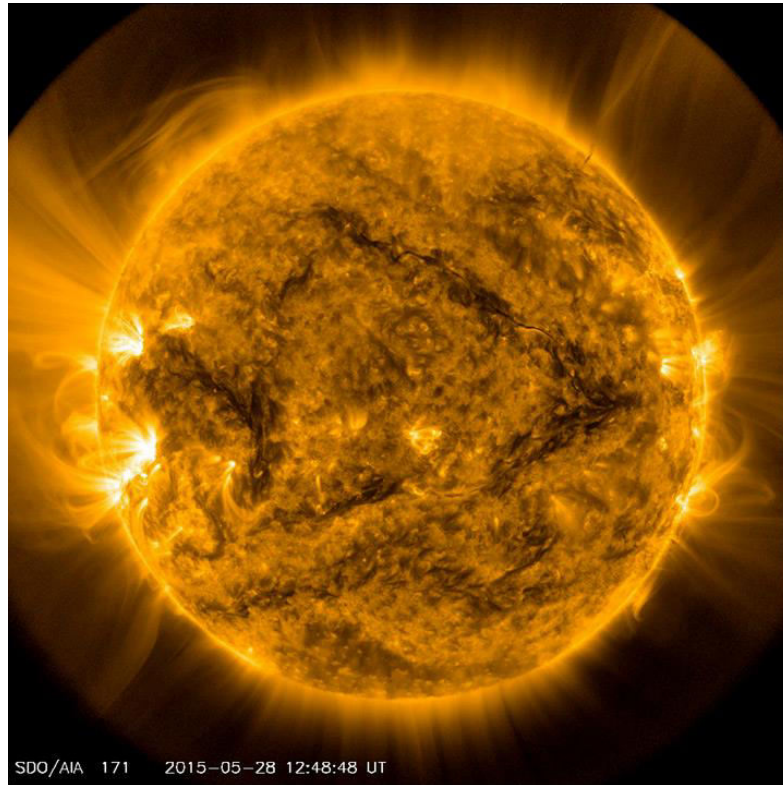


## Lysets forunderlige rejse gennem solen.

Den 21. januar 2016 havde Midtjysk Astronomiforening besøg af lektor Christoffer Karoff fra Institut for Stellar Astrofysics og Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet.



Foredraget blev indledt med en billed/video-kavalkade af solens overflade optaget af SDO-satellitten. Herefter blev processerne i solen gennemgået – fra centrum og ud mod solens korona.



SDO-billede af solen

I centrum af solen er temperaturen omkring 15 mio. grader og der produceres enorme mængder energi ved fusion af hydrogen til helium. Ved processen omdannes omkring  $3,6 \times 10^{38}$  protoner (hydrogenkerner) pr. sekund, hvilket svarer til ca.  $3,86 \times 10^{26}$  J/s (ca. ½ mio. års forbrug med det nuværende energiforbrug på jorden). Ved fusionen dannes bl.a. neutrinoer og fotoner og nogle af disse neutrinoer og fotoner finder vej til jorden. Neutrinoerne er meget vanskelige at detektere, hvorimod nogle af fotonerne kan registreres som lyset fra solen. Christoffer Karoff beskrev fotonens vej fra kernen og ud gennem solen. Fotonen havde i foredraget fået navnet *Jørgen* – opkaldt efter Jørgen Christensen-Dalsgaard, professor og "Godfather" for helio- og asteroseismologigruppen ved Aarhus Universitet.

Fra kernen passerer fotonen gennem strålingszonen. Denne tur varer mange tusinde år og temperaturen falder til et par mio. grader ud mod konvektionszonen.

I konvektionszonen er der stor turbulens og opblanding med bevægelser af masse op mod solens overflade (afkøling) og bevægelse af masse ind i solen igen.

Bevægelserne i konvektionszonen blev illustreret vha. en videooptagelser af et glas med varm kaffe, hvori der (med pipetter) blev tilsat kold fløde i bunden af glasset.

Ved solens overflade (fotosfæren) er temperaturen faldet til ca. 5.800 grader og mange af fotonernes energi er faldet, så de kan ses i det synlige spekter.

Ud gennem solens atomsfære – fra fotosfæren gennem kromosfæren og ud til koronaen – stiger temperaturen igen til over et par mio. grader. Man mener, at energien til denne temperaturstigning stammer fra magnetfeltløkkerne i solens atmosfære. Partikeltætheden i koronaen er dog meget lav. Christoffer Karoff viste SDO-optagelser af solens atmosfære optaget i UV-området. Solens atmosfære kan desuden observeres, hvis man er så heldig at se en solformørkelse.

Solen roterer – det så Galilei allerede i 1610 ved observation af solpletter, som flyttede sig fra dag til dag. Solen har tilmed såkaldt "differentiel rotation" - dog kun i konvektionszonen og solen har en rotationstid på ca. 25 døgn ved ækvator og op mod 30 døgn mod polerne. Det viste Jesper Schou (uddannet ved Aarhus Universitet – nu Boulder, Colorado) i 1998 vha. helioseismologiske metoder.

Magnetfelterne danner solpletter på solens overflade og i disse mørke områder er temperaturen lavere end i de omkringliggende områder. Solpletaktiviteten varierer med en ca. 11 års cyklus. Denne periodicitet blev iflg. Christoffer Karoff først opdaget af en dansker – Christian Pedersen Horrebow, som var astronom ved Rundetårnet i 17. hundrede tallet. Det er dog pt. en "tysker" (Heinrich Schwabe), som har fået æren, men det vil Christoffer vist forsøge at få ændret.

Solpletaktiviteten følger solens magnetiske cyklus, som reelt set strækker sig over en ca. 22-årig cyklus (med to polvendinger), så solen efter 22 år igen har den samme retning af de magnetiske poler. Forklaringsmodellen bygger på ændringer mellem dipolære- og kvadrupolære magnetfelter over den 22-årige cyklus.

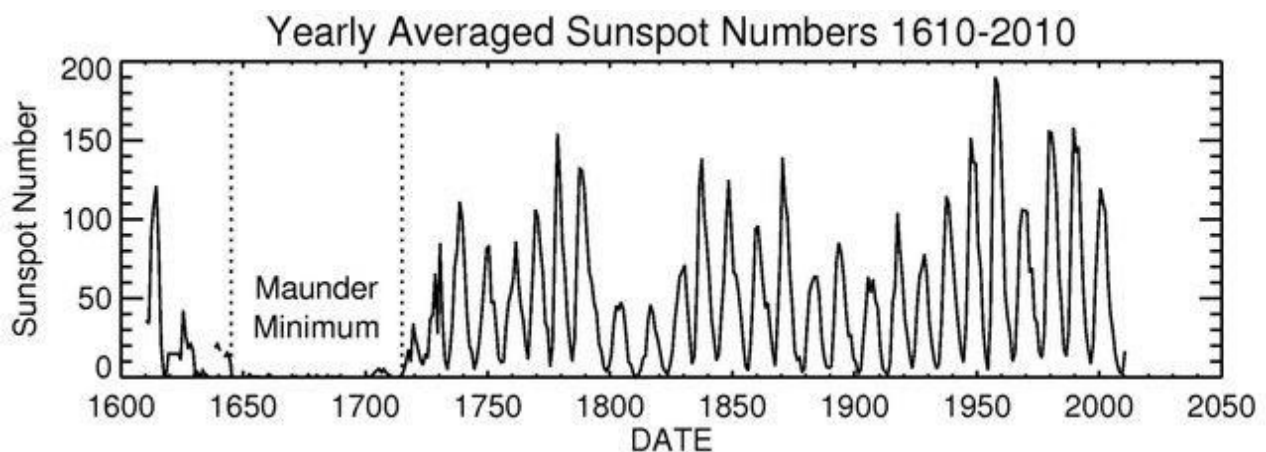
En figur over den registrerede solpletaktivitet de sidste 400 år, viste et fald i solpletaktiviteten kort tid efter at Galilei, som den første observerede fænomenet.

Den lave solpletaktivitet fra ca. 1645 til 1715 – den såkaldte Maunder Minimum –

faldt sammen med en relativ kold periode i Europas historie. Herefter har man igen kunnet observere udsving i aktiviteten med ca. 11 års intervaller.

### Solpletaktiviteten gennem 400 år

Observationerne fra Maunder Minimum og andre observationer har ført til teorier om en sammenhæng mellem solpletaktiviteten og udsvinget i klimaet her på jorden. Mest kendt i denne sammenhæng er den danske forsker Henrik Svensmarks teorier. Foredraget afsluttedes med en gennemgang af faktorer, som kan tænkes at have indflydelse på jordens klima. Solens UV-stråling kan variere med op til 40 % og UV-



strålingen størst er, når solaktiviteten er på sit højeste. UV-strålingen menes at kunne påvirke jetstrømme i de højere atmosfærelag, jetstrømme som så igen kan påvirke vind- og havstrømme ved jordens overflade.

Vulkanudbrud og udledning af drivhusgasser er andre faktorer med indflydelse på temperaturen på jorden. Iflg. Christoffer Karoff er det i øvrigt svært at finde repræsentative og sammenlignelige temperaturmålinger fra de sidste par hundrede år, men meget tyder trods alt på, at det ER blevet varmere i de senere år.

Jean Laursen