Stellarium som måleinstrument

Hvad kan man stole på? Sammenligninger med mine egne månebilleder

Michael H. Grant · lektor emeritus i fysik og matematik · november 2026

Kort fortalt

Planetarieprogrammet Stellarium er et fremragende værktøj i astronomiundervisningen. Koordinater, tidspunkter, vinkelstørrelser og Månens stilling er præcise. Men billedet på skærmen er en tegning og ikke et fotografi. Jeg har sammenlignet Stellarium på mobilen med billeder fra mit Unistellar eVscope2 og fra måneformørkelsen 7. september 2025. Resultatet er en enkel tommelfingerregel: brug Stellarium til tal, og brug rigtige fotografier til at måle skygger, lysstyrker og former.

- **Stellarium er godt til:** koordinater (RA, Dec, højde, azimut), tidspunkter, Månens vinkeldiameter, colongitude og Månens drejning på himlen.
- **Stellarium er ikke godt til:** længden af skygger på Månen, lysstyrken nær terminatoren og krumningen af Jordens skygge under en formørkelse.
- **Tjek altid:** tidszone, sted og tidsstemplerne på egne billeder. Jeg opdagede selv, at eVscope2 stempler billederne i UT og ikke i dansk tid.

Det Stellarium gør godt

Under måneformørkelsen aflæste jeg Månens vinkeldiameter i Stellarium til 32,43′, og den værdi gav sammen med min egen måling af Jordens skygge en afstand til Månen inden for 1 % af den rigtige. Stellarium placerer også Jordens skygge rigtigt. Regnes kantens position om med Stellariums koordinater for Måne og Sol, giver tre skærmbilleder forholdet k mellem skyggens og Månens radius som 2,74, 2,71 og 2,78. Mit foto gav 2,76 ± 0,08.

Stellarium viser også Månen drejet præcis, som den ser ud i et teleskop på en alt-az-montering, altså med zenit opad. Figur 1 viser mit eVscope2-billede ved siden af Stellarium indstillet til samme tidspunkt. Kraterne ligger samme sted, og Månen er drejet ens. Det er en god kontrol af, at tid og sted er indstillet rigtigt.



Figur 1. Mit eVscope2-billede 22. november 2026 (venstre) og Stellarium på mobilen kl. 18:42 dansk tid (højre). Billedfilen hedder 17:42, men Unistellar-appen viser 18:42 dansk tid: tidsstemplet i filen er UT. Stellarium ved 18:42 dansk tid har samme drejning som fotoet.

Faldgrube 1: Tid og tidszone

Solens højde over et sted på Månen vokser med omkring en halv grad i timen. Ved skyggemålinger er en time forkert derfor alvorligt: ved en solhøjde på 6° giver det knap 9 % fejl i højden. Stellarium regner med den tidszone, der er indstillet, men man skal også kende tidszonen for sine egne billeder.

Mine eVscope2-billeder har tidsstemplet i filnavnet og i billedinfo. Jeg gik ud fra, at det var dansk tid. Da jeg lagde Stellarium kl. 18:42 ved siden af et foto stemplet 17:42, passede drejningen præcist, og Unistellar-appen viste da også 18:42 for samme billede. Tidsstemplerne er altså i UT. Det kan også kontrolleres uden appen: på en alt-az-montering er billedets drejning lig med Månens parallaktiske vinkel, som afhænger af klokkeslættet. For mine fire eVscope2-billeder passer drejningen med UT, men ikke med dansk tid:

Billede	Tidsstempel	Afvigelse, UT	Afvigelse, dansk tid
26. marts 2026	18:57	3°	18°
25. maj 2026	22:01	0,5°	16°
22. november 2026	17:42	0,3°	2,7°
23. november 2026	01:21	1,5°	5,4°

Mine første beregninger brugte dansk tid. Det gjorde kraterhøjderne 4–8 % for lave, og min sammenligning med Stellarium fra 25. maj var i virkeligheden 2 timer forskudt. Det er rettet nu. Kalibreringen ud fra kraterne kunne næsten ikke afsløre fejlen, fordi Månens libration kun ændrer sig lidt på én til to timer. Drejningen af billedet var den sikre test.

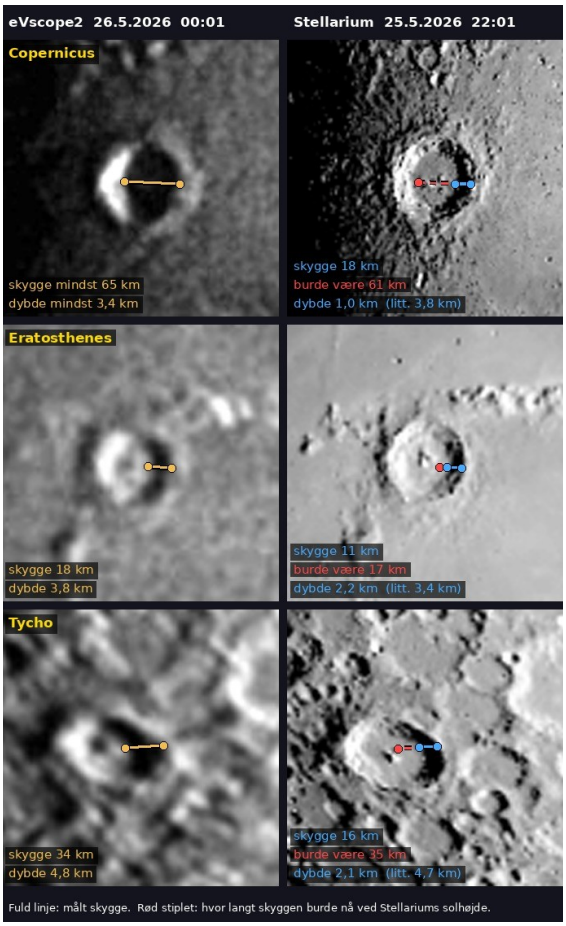
Faldgrube 2: Skyggerne er for korte

Stellarium på mobilen tegner Månens skygger ud fra højdedata. Det ser overbevisende ud, men skyggerne er for korte. Jeg har målt skyggerne af fem objekter på et skærmbillede fra 25.

maj 2026 kl. 22:01 dansk sommertid og regnet højderne ud på samme måde som for mit foto, med Solens højde på Stellariums eget tidspunkt:

Objekt	Stellarium	Mit foto	Litteratur
Copernicus	1,0 km	≥ 3,4 km	3,8 km
Eratosthenes	2,2 km	3,8 km	3,4 km
Tycho	2,1 km	4,8 km	4,7 km
Plato	0,9 km	3,0 km	1,0–2,0 km
Mons Pico	1,5 km	1,7 km	2,4 km

For de tre kratere med en sikker litteraturværdi giver Stellarium kun 27–66 % af den rigtige højde, i gennemsnit omkring det halve. Mit foto er taget 2 timer senere end skærmbilledet. Solen stod altså lavere i Stellarium, så Stellariums skygger burde have været længere end fotoets og ikke kortere. En sandsynlig forklaring er, at skyggerne regnes ud fra et forudberegnet højdekort i begrænset opløsning, som runder de skarpe kraterrande af. Stellarium 23.1 fik netop en mulighed for supersampling af skyggerne på Månen.

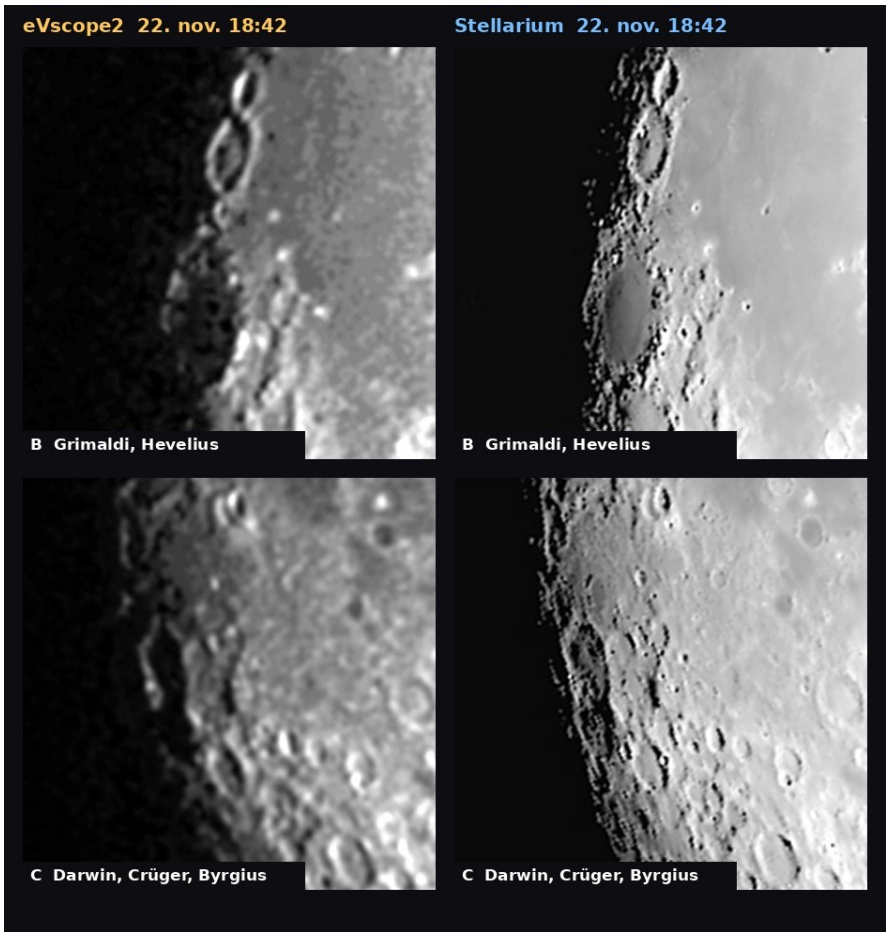


Figur 2. Mit eVscope2-billede 26. maj 2026 kl. 00:01 dansk sommertid (venstre) og Stellarium 25. maj kl. 22:01 (højre). Fuld linje: målt skygge. Rød stiplet linje: hvor langt skyggen burde nå ved Stellariums solhøjde ud fra kraterets kendte dybde.

Faldgrube 3: Lyset ved terminatoren

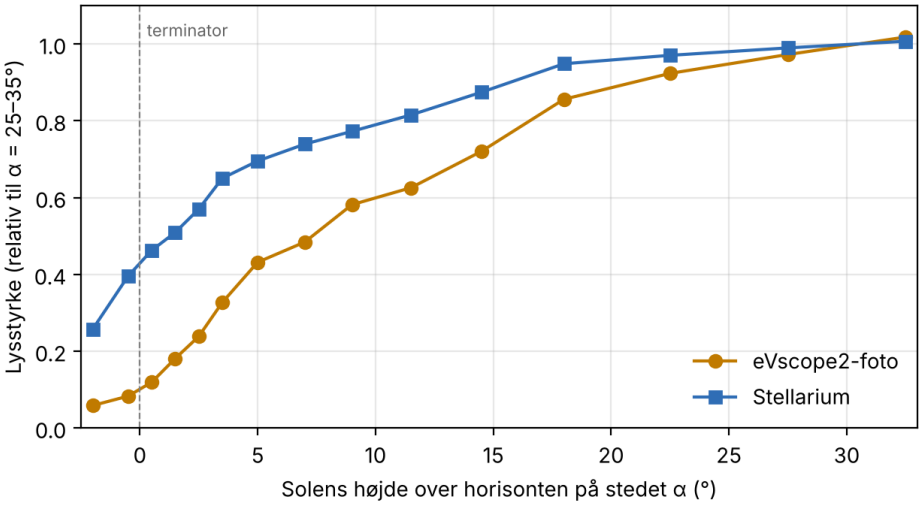
Den 22. november 2026 var Månen 12 dage gammel, og terminatoren lå tæt ved vestranden. Figur 3 viser to udsnit af mit foto og af Stellarium på præcis samme tidspunkt, kl. 18:42 dansk

tid, drejet så Månens nordpol vender op. Stellarium viser et jævnt lyst landskab helt ud til terminatoren, med små sorte skyggepletter. På fotoet bliver overfladen gradvis mørkere mod terminatoren, og Grimaldis bund, som Stellarium viser tydeligt, er næsten usynlig.



Figur 3. Udsnit ved vestranden 22. november 2026 kl. 18:42 dansk tid. Venstre: mit eVscope2-billede. Højre: Stellarium. Kontrasten er strakt hver for sig.

Forskellen kan måles. For hvert punkt i det vestlige område har jeg regnet Solens højde α ud og sammenlignet lysstyrken med lysstyrken ved $\alpha = 25–35°$ (figur 4). Den virkelige Måne er ved $\alpha = 1–3°$ kun 18–24 % så lys, mens Stellarium viser 51–57 %. Stellarium viser også noget lys, hvor Solen endnu ikke er stået op. Den virkelige Måne bliver mørk mod terminatoren, fordi lyset falder meget skråt ind, og fordi selv små ujævnheder kaster skygge. Stellarium viser den derimod næsten lige så lys som midt på dagen. Lysstyrker målt i Stellarium kan derfor ikke bruges til at undersøge, hvordan Månens overflade spreder lyset.



Figur 4. Lysstyrken i det vestlige område som funktion af Solens højde på stedet, 22. november 2026 kl. 18:42 dansk tid. Hvert punkt er medianen over mange billedpunkter. Begge kurver er sat til 1 ved α = 25–35°.

Faldgrube 4: Kanten af Jordens skygge

Under måneformørkelsen 7. september 2025 står Jordens skygge det rigtige sted i Stellarium, men kanten er tegnet som en blød overgang, der krummer alt for meget. Cirkler tilpasset kanten giver k ≈ 1,0–1,6 i stedet for ca. 2,7. Eleverne skal derfor ikke tegne cirkler på skærmbilledet. De kan i stedet bruge kantens position: skyggens centrum ligger modsat Solen (RA + 12h og Dec med modsat fortegn), og er s vinkelafstanden fra Månens centrum til skyggens centrum og x kantens afstand fra Månens centrum, begge i måneradier, er k = s + x.

Faldgrube 5: Afstanden er fra dit eget sted

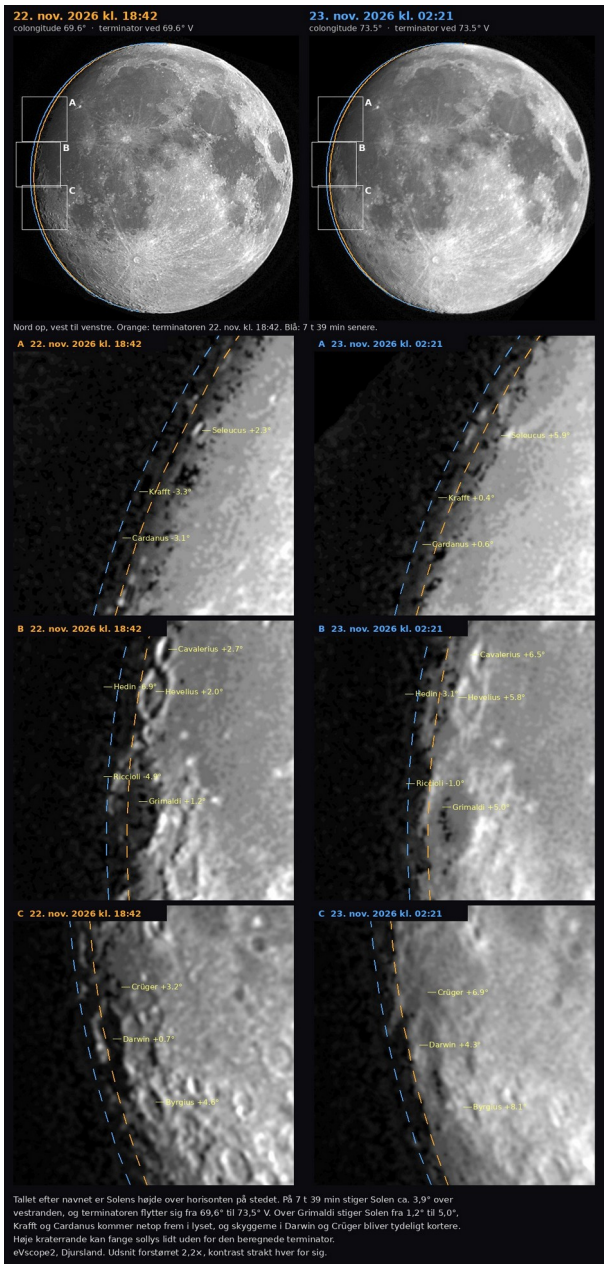
Stellarium viser afstanden til Månen fra observationsstedet (topocentrisk). Den aften var det 368 478 km fra Djursland, mens afstanden fra Jordens centrum var ca. 369 600 km. Forskellen på ca. 1 100 km er omtrent Jordens radius gange sinus til Månens højde over horisonten. Aristarchs metode giver afstanden fra Jordens centrum, så det er den, et resultat skal sammenlignes med.

Faldgrube 6: Himlen og udgaven

- **Himlens lysstyrke er simuleret.** I tusmørke ser himlen lys og udvasket ud, ligesom i virkeligheden. Slå atmosfæren fra (tasten A), hvis man vil se Månen tydeligt.
- **Mobil og computer kan tegne forskelligt.** Udgaverne har ikke altid de samme indstillinger og teksturer. Mine sammenligninger er lavet med Stellarium på mobilen.

Terminatoren vandrer: en øvelse med rigtige billeder

Terminatoren flytter sig ca. 0,5° i selenografisk længde i timen. Det kan ses på to billeder fra samme nat. Mine billeder fra 22. november kl. 18:42 og 23. november kl. 02:21 dansk tid viser terminatoren flytte sig fra 69,6° til 73,5° vest (figur 5). Krafft og Cardanus kommer netop frem i lyset, over Grimaldi stiger Solen fra 1,2° til 5,0°, og skyggerne i Darwin og Crüger bliver tydeligt kortere. Her er Stellarium nyttigt som opslagsværk: colongituden og tidspunkterne kan aflæses dér, men selve skyggerne skal måles på fotografierne.



Figur 5. Terminatoren 22. november 2026 kl. 18:42 dansk tid (orange) og 7 t 39 min senere (blå), med tre forstørrede udsnit ved vestranden. Tallet efter hvert navn er Solens højde på stedet.

Råd til undervisningen

- **Brug Stellarium til tal:** koordinater, tidspunkter, vinkelstørrelser, colongitude og Månens drejning.
- **Mål på fotografier:** skyggelængder, lysstyrker og former. Et billede med en mobil holdt op til okularet er nok til de store kratere.
- **Kontrollér tiden to gange:** Stellariums tidszone og tidsstemplerne på egne billeder. Læg et skærmbillede fra Stellarium ved siden af fotoet: drejningen afslører en tidsfejl på en time.
- **Sammenlign med den rigtige størrelse:** afstanden fra Jordens centrum, ikke fra observationsstedet.

- **Lad eleverne opdage fejlene selv:** en sammenligning mellem Stellarium og et foto er i sig selv en god øvelse i kildekritik.

Metode

Billederne er kalibreret ved at tilpasse en cirkel til Månens belyste rand og positionerne af kendte kratere. Solens stilling set fra Månen er beregnet med IAU's model for Månens rotation og en efemeride for Solen og Månen (astropy). Stellarium-skærmbillederne er lagt oven i fotoene med automatisk billedgenkendelse (SIFT), så de samme punkter på Månen kan sammenlignes. Flere detaljer og alle figurer findes på mhgfysik.dk/maane-skygger.html.