

# Visueel waarnemen, de techniek ontrafeld

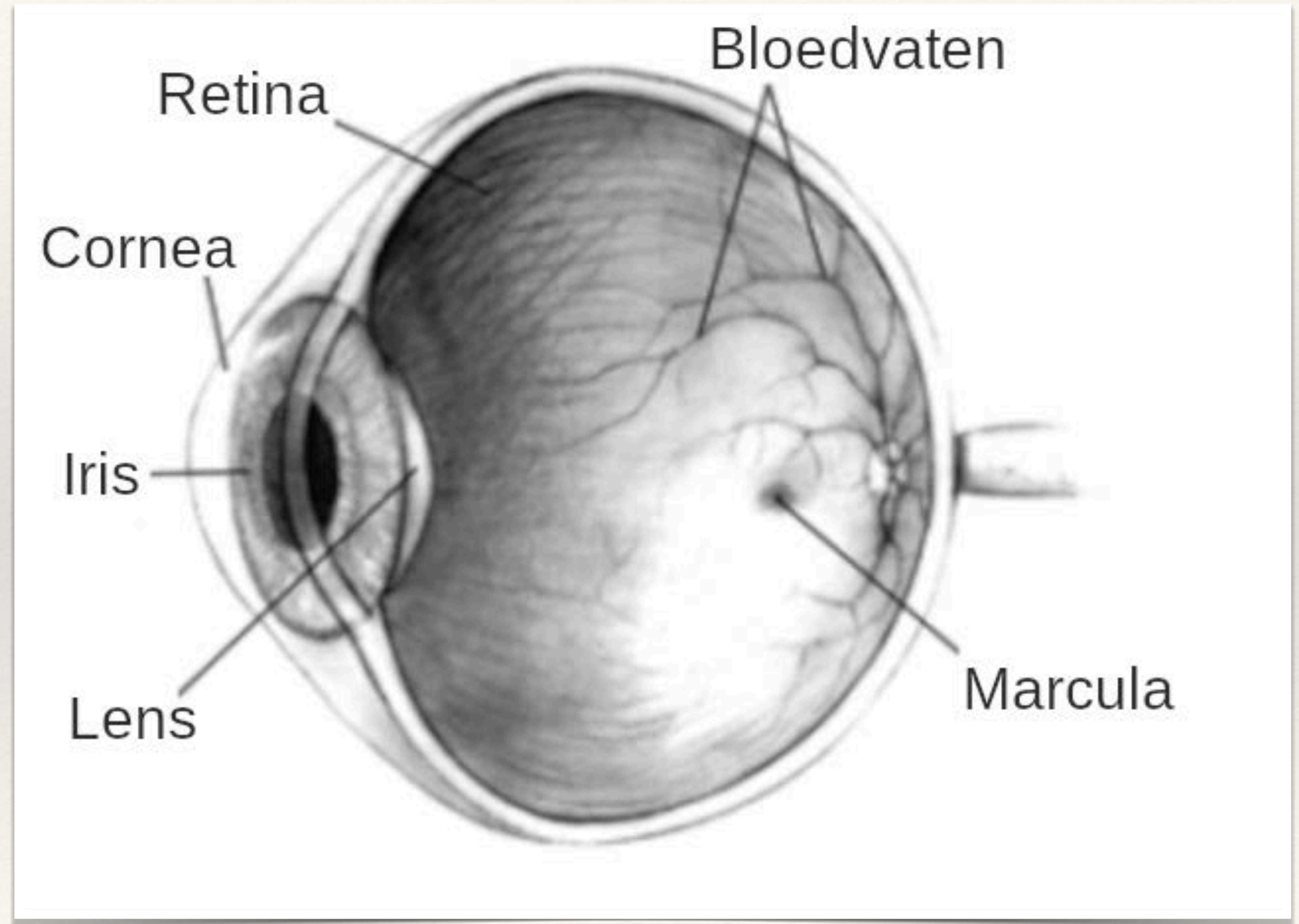


“I have yet to meet the amateur fossil collector who displays a complete tyrannosaurus skeleton in his cabinet. In contrast, the amateur astronomer has access at all times to the original objects of his study; the masterworks of the heavens belong to him as much as to the great observatories of the world.”

*—Robert Burnham Jr, Burnham's Celestial Handbook*

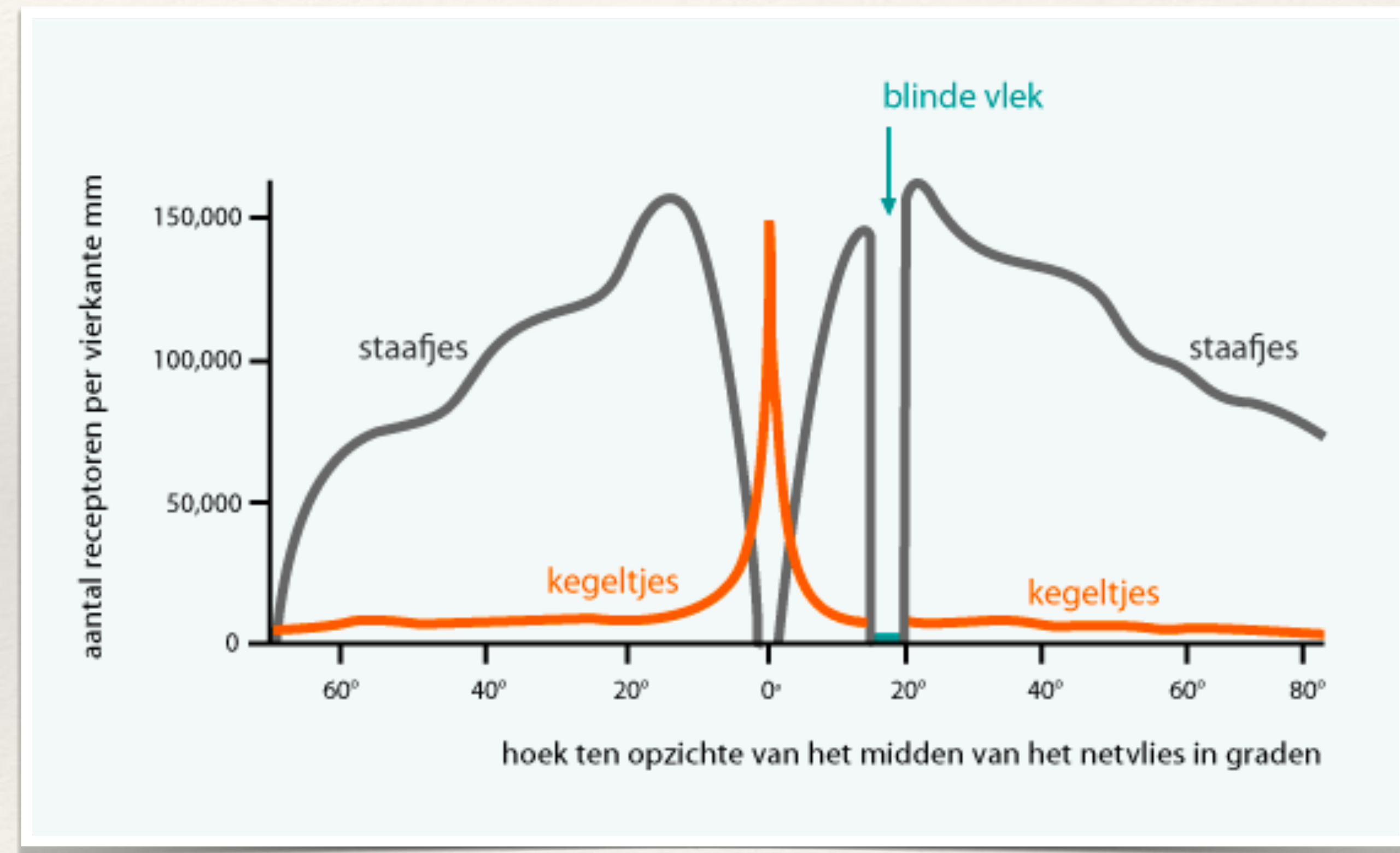
# Het oog

- ❖ Cornea: hoornvlies
  - ❖ Scherpstellen
- ❖ Iris: regenboogvlies
  - ❖ Diafragma
- ❖ Pupil
  - ❖ Lens
- ❖ Retina: netvlies



# Staafjes en kegeltjes

- ❖ Retina: netvlies
  - ❖ Receptoren:
    - ❖ Kegeltjes voor 3 kleuren
    - ❖ Staafjes: gevoeliger
  - ❖ Perifeer kijken, want staafjes zijn veel gevoeliger!
    - ❖ Tot 4 magnitudes!



---

# De standaardeenheid voor lichtsterkte

---

- ❖ Candela:
  - ❖ Latijn voor kaars
  - ❖ Eén candela komt ongeveer overeen met de lichtsterkte van een gewone kaars.
  - ❖ Kaars van puur spermaceti of walschot van 75,6 gram met een brandsnelheid van 7,78 gram per uur.



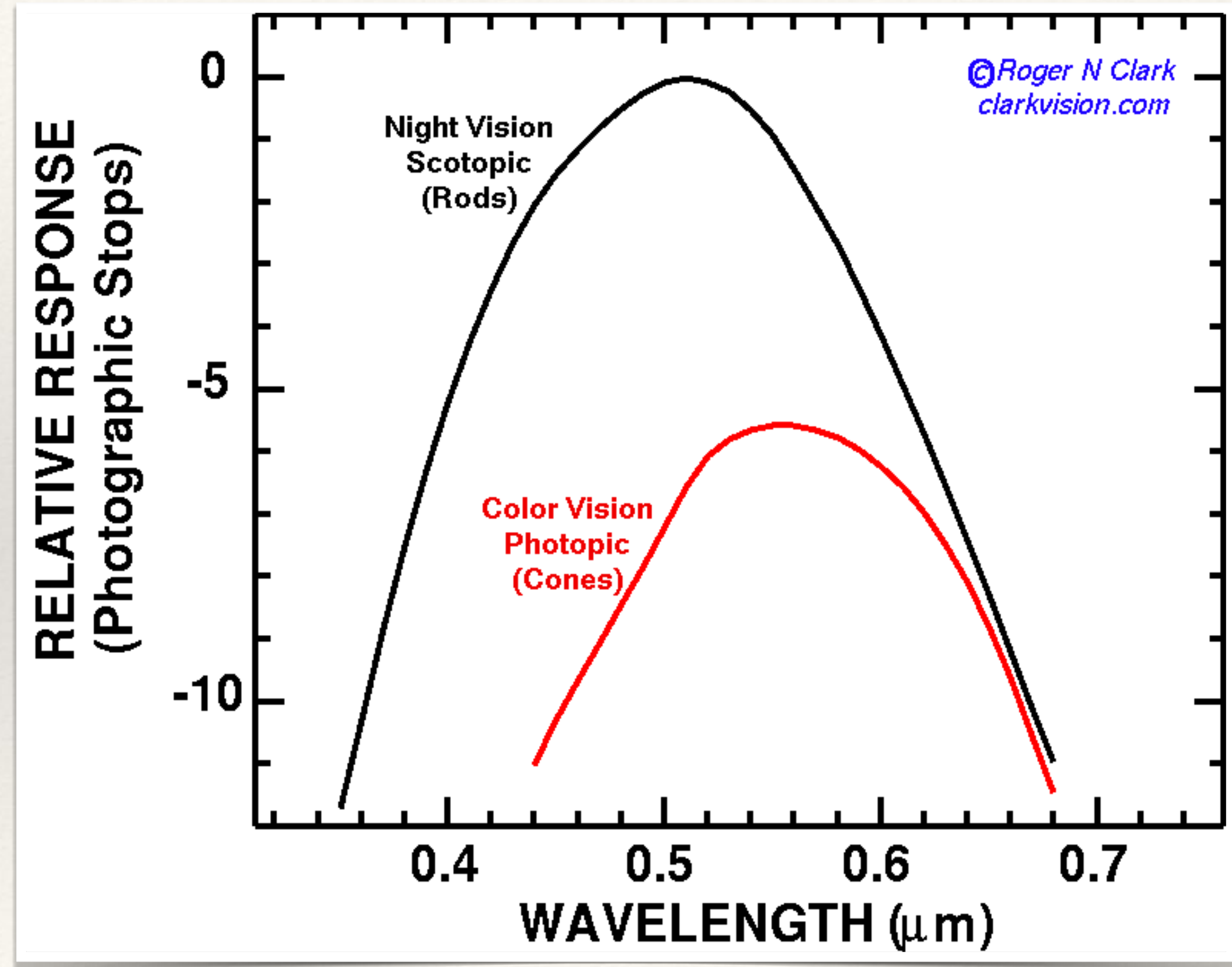
# Dagzicht - nachtzicht

- ❖ Dagzicht: Fotopisch zicht
  - ❖  $> 10\text{cd/m}^2$
  - ❖ Enkel gebruik van kegeltjes
  - ❖ Scherpste zicht!
- ❖ Schemering: Mesopisch zicht
  - ❖ Tussen  $10\text{cd/m}^2$  en  $0.01\text{cd/m}^2$
  - ❖ Gebruik van kegeltjes en staafjes
  - ❖ 1/3 scherpte
- ❖ Nachtzicht: Scotopisch zicht
  - ❖  $< 0.01\text{cd/m}^2$
  - ❖ Vooral staafjes



# Nachtzicht

- ❖ Direct zicht of foveaal zicht
- ❖ Perifeer zicht of parafoveaal zicht
- ❖ Gebruik rood licht!
- ❖ Als je het rood van je rode licht kan zien, dan is het te helder!



# Nachtzicht

- ❖ Aanpassen aan donkerte:
  - ❖ 2 - 5 minuten: Aanpassen van kegeltjes, 100 tot 1000 keer gevoeliger, scherpte halveert!
  - ❖ > 8 minuten: Staafjes beginnen over te nemen, tot 30000 keer gevoeliger, scherpte zakt (soms tot 1%)
  - ❖ Verlies van scherpte door samenschakelen van (tot 250) staafjes

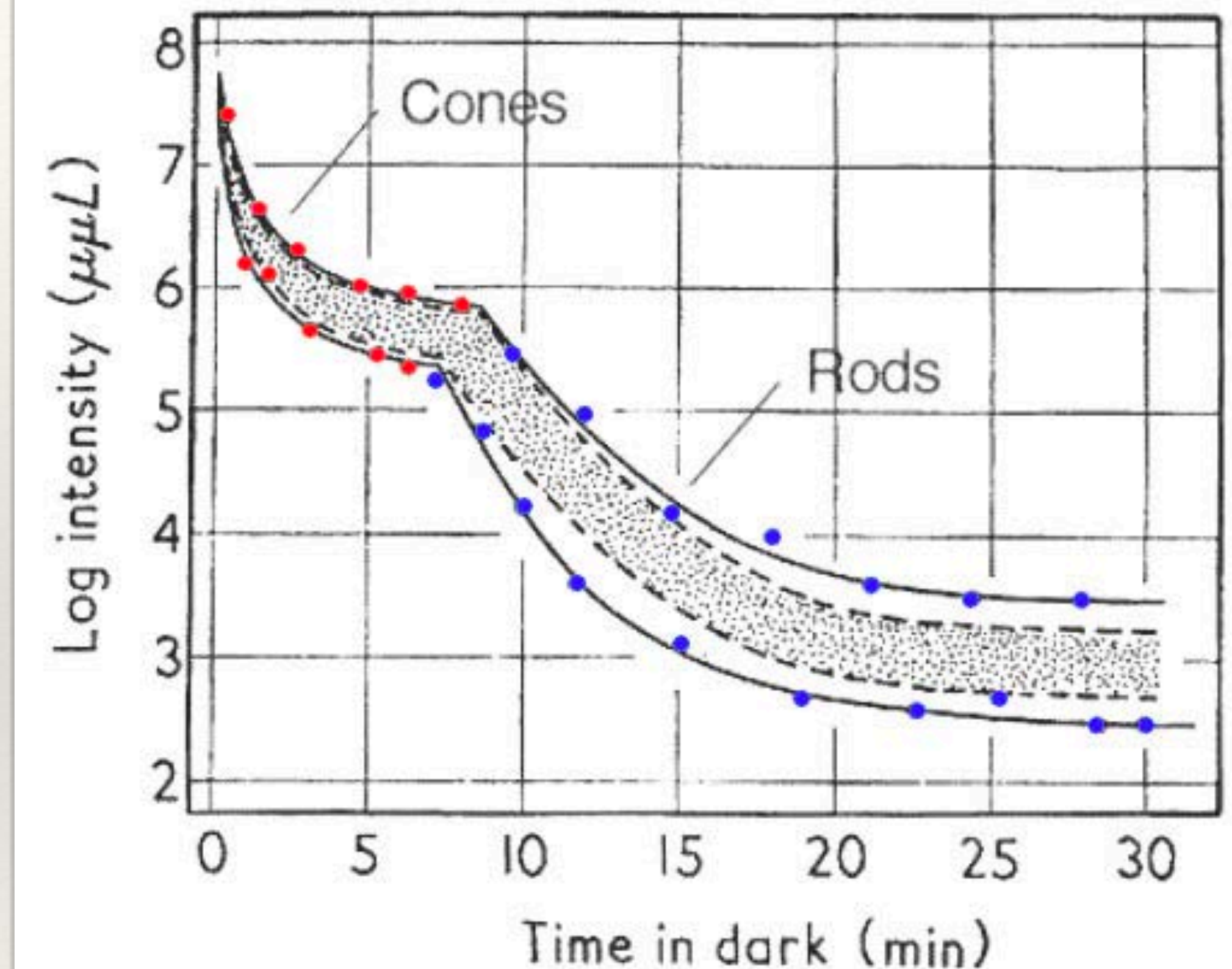


Figure 1. Dark adaptation curve. The shaded area represents 80% of the group of subjects. Hecht and Mandelbaum's data from From Pirenne M. H., *Dark Adaptation and Night Vision*. Chapter 5. In: Davson, H. (ed), *The Eye*, vol 2. London, Academic Press, 1962.

# Nachtzicht

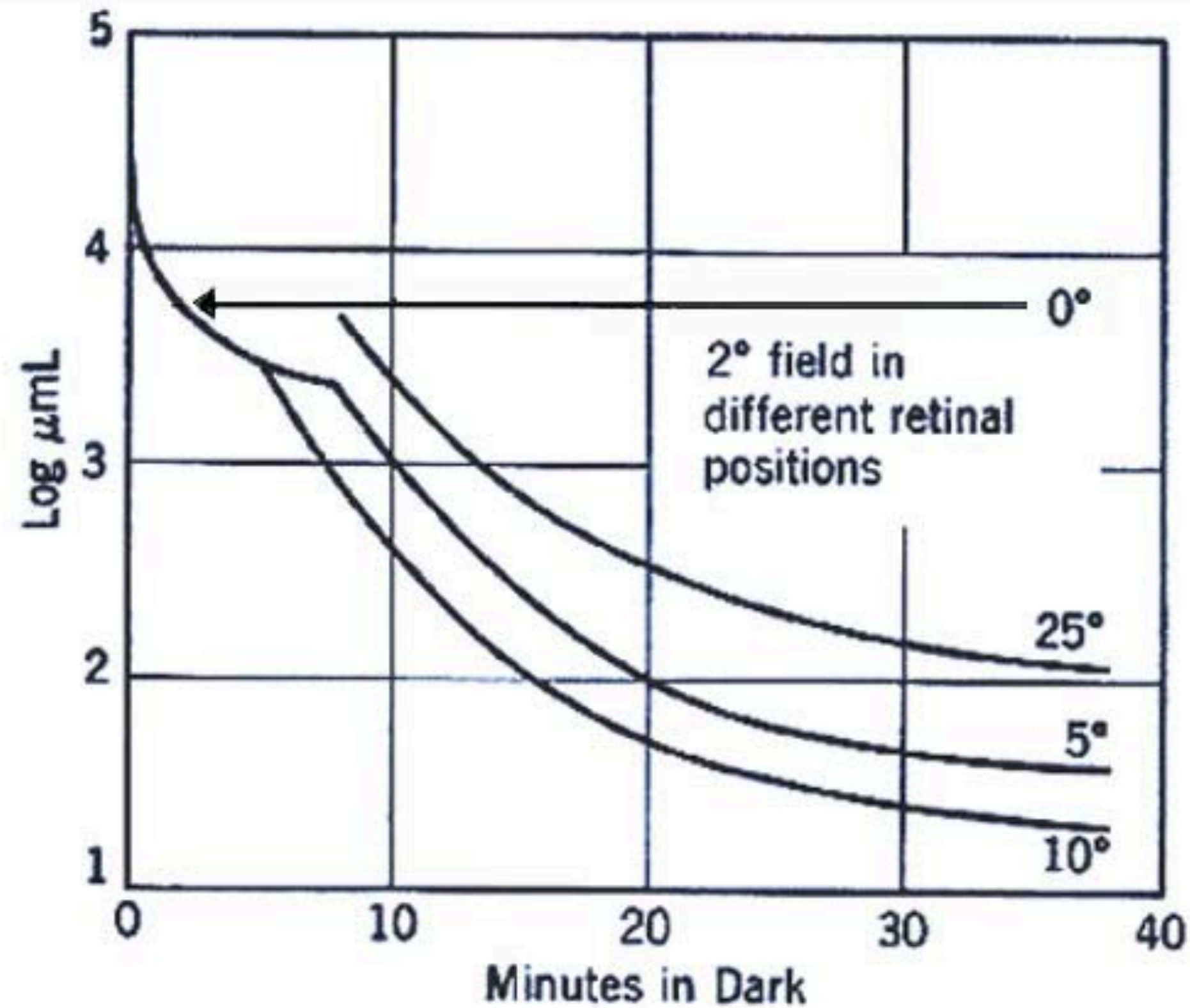


Figure 5. Dark adaptation measured with a  $2^\circ$  test spot at different angular distances from fixation. Subject was pre-adapted for 2 minutes to 300 mL. Hecht, Haig and Wald's data from Bartlett N. R., *Dark and Light Adaptation*. Chapter 8. In: Graham, C. H. (ed), *Vision and Visual Perception*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1965.

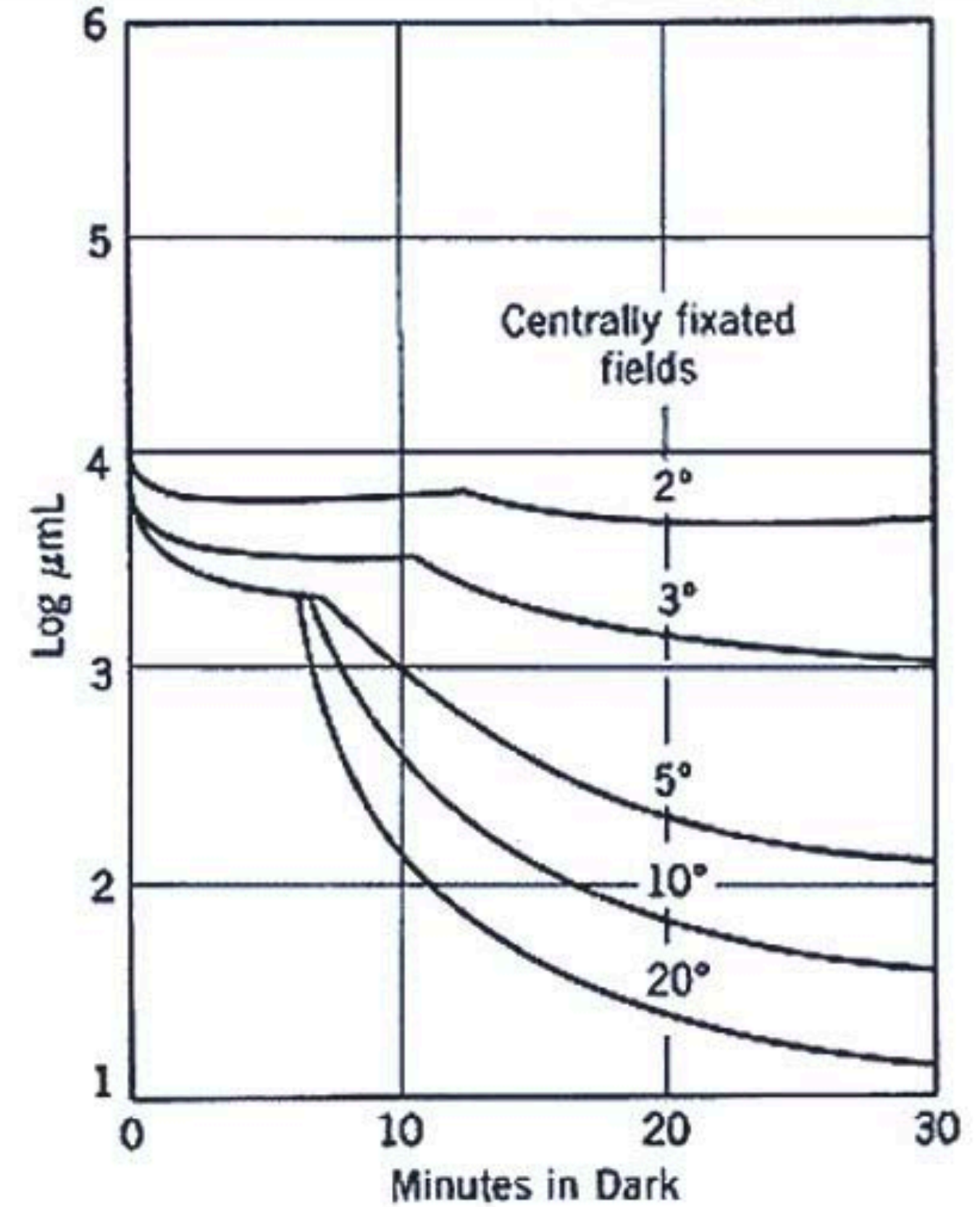


Figure 6. Dark adaptation measured using different size test spots. Hecht, Haig and Wald's data from Bartlett N. R., *Dark and Light Adaptation*. Chapter 8. In: Graham, C. H. (ed), *Vision and Visual Perception*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1965.

---

# Nachtzicht

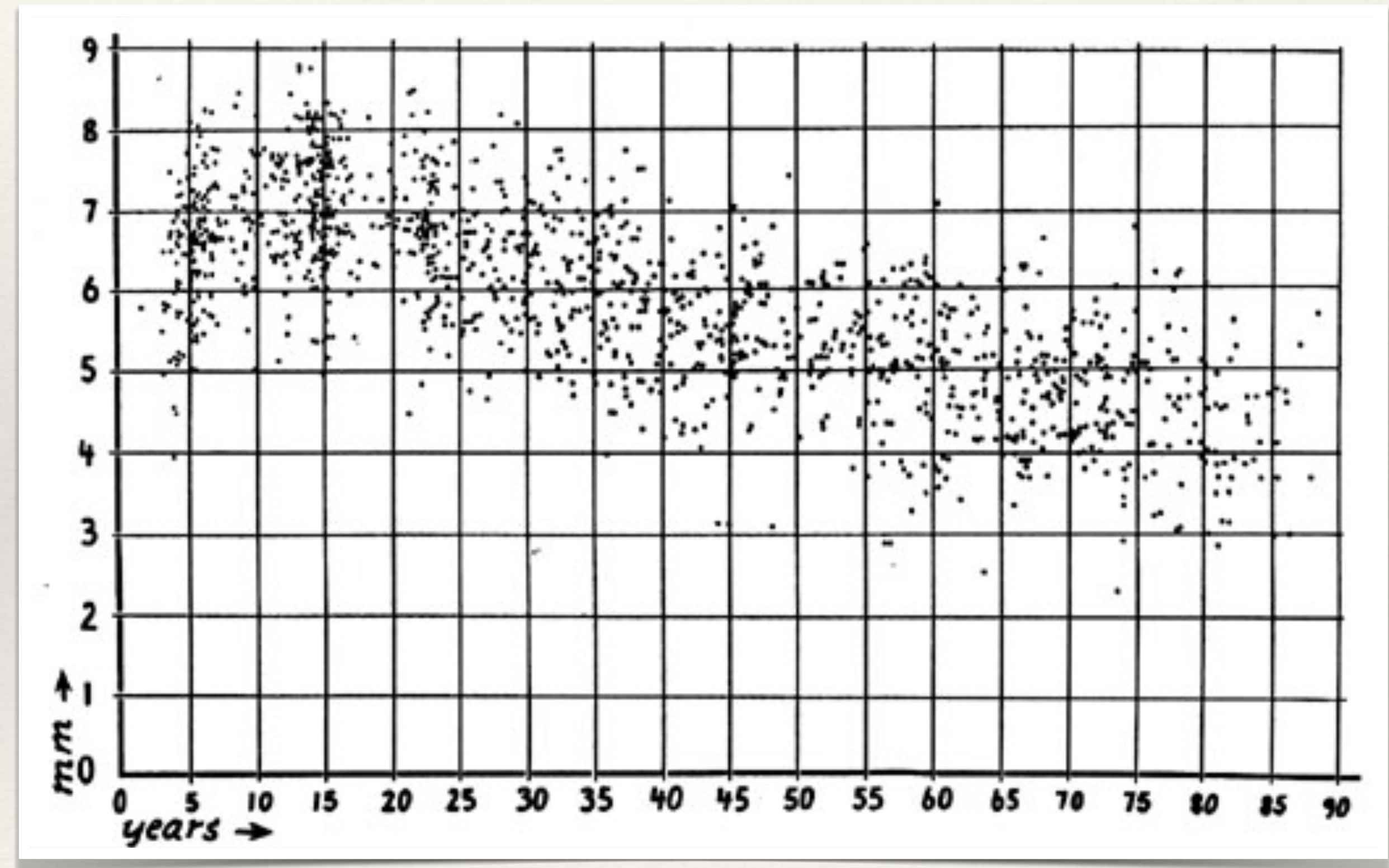
---

- ❖ Na dag in de zon verlies je 0.75 magnitude 's nachts
- ❖ Donkerte aanpassing zal dan  $> 24$  uur duren



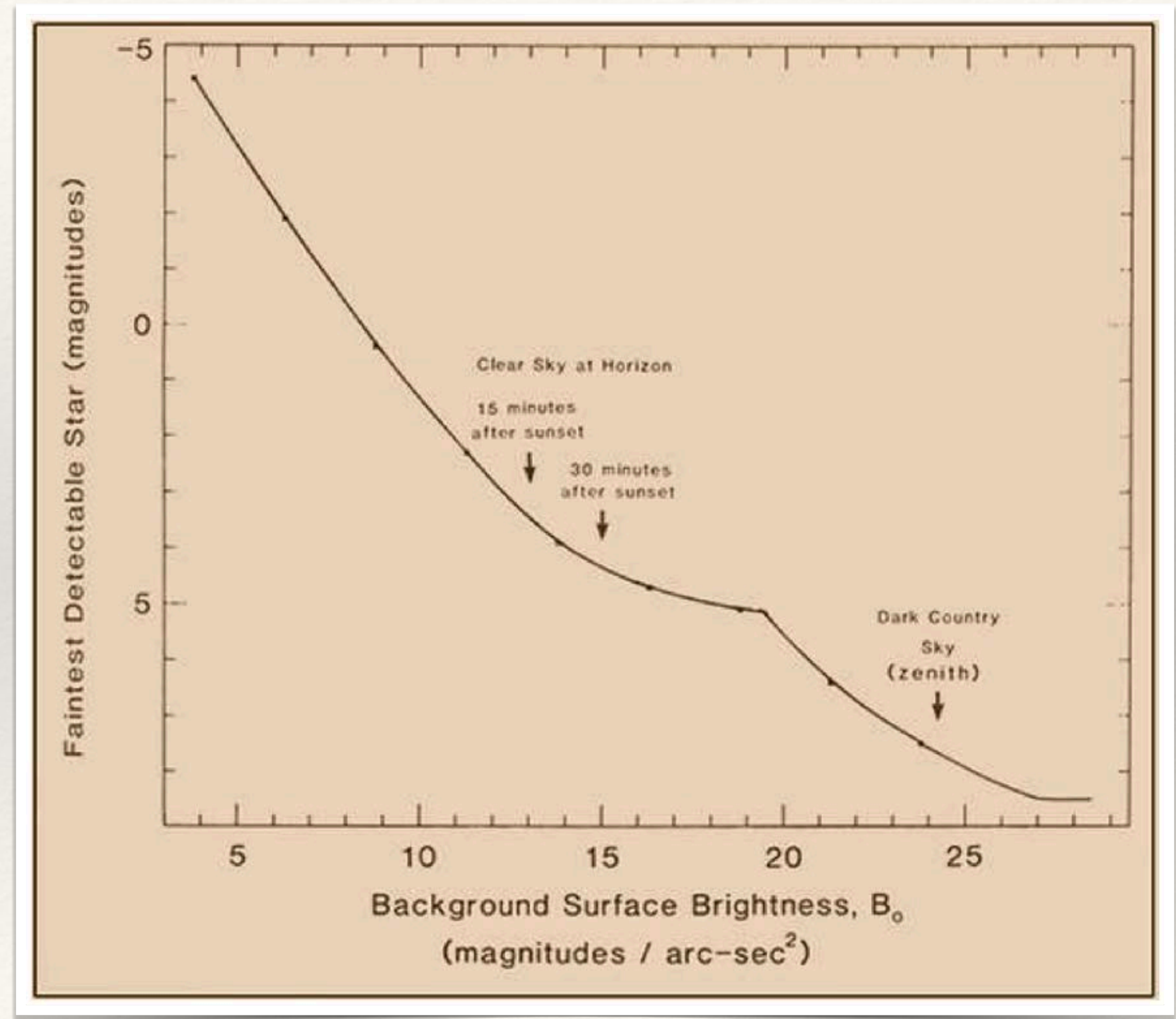
# Grootte van de pupil

- ❖ Neemt af met leeftijd



# Puntbronnen

- ❖ Zwakkere puntbronnen zichtbaar bij donkerder hemelachtergrond

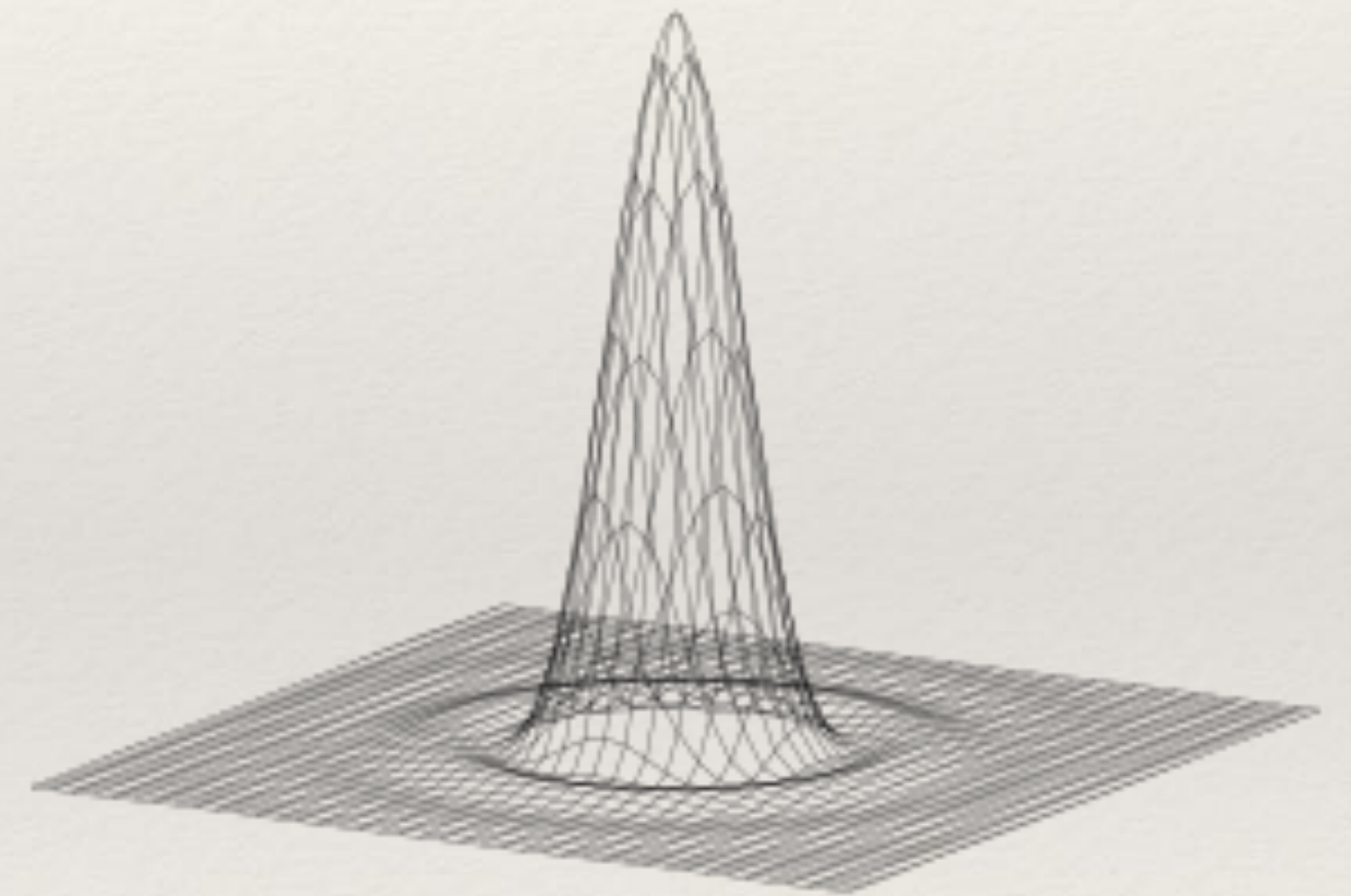


---

# Point Spread Function

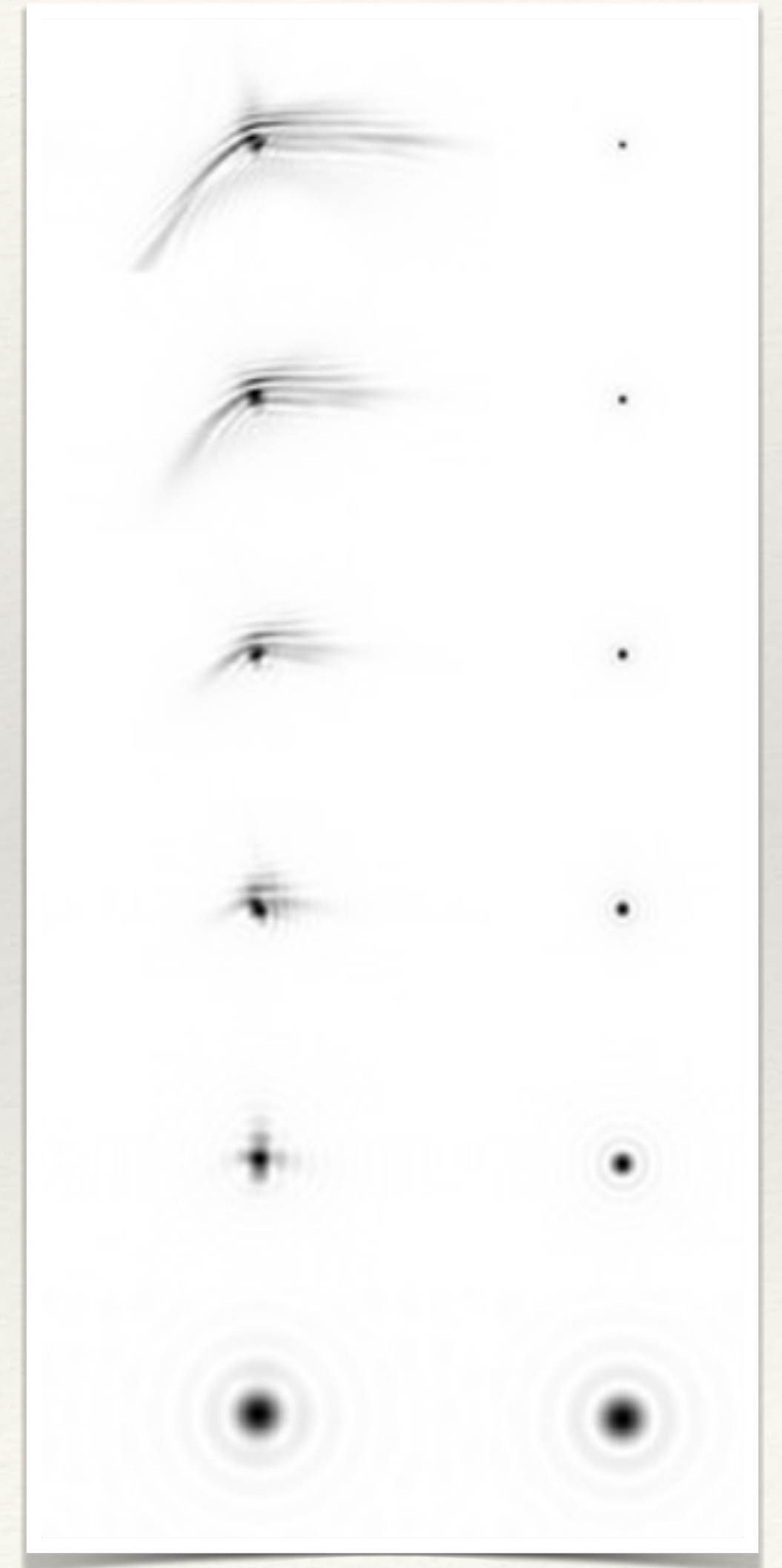
---

- ❖ Beschrijft hoe een punt wordt afgebeeld door een optisch systeem
- ❖ Meest gekend van de Airy-schijf bij telescopen

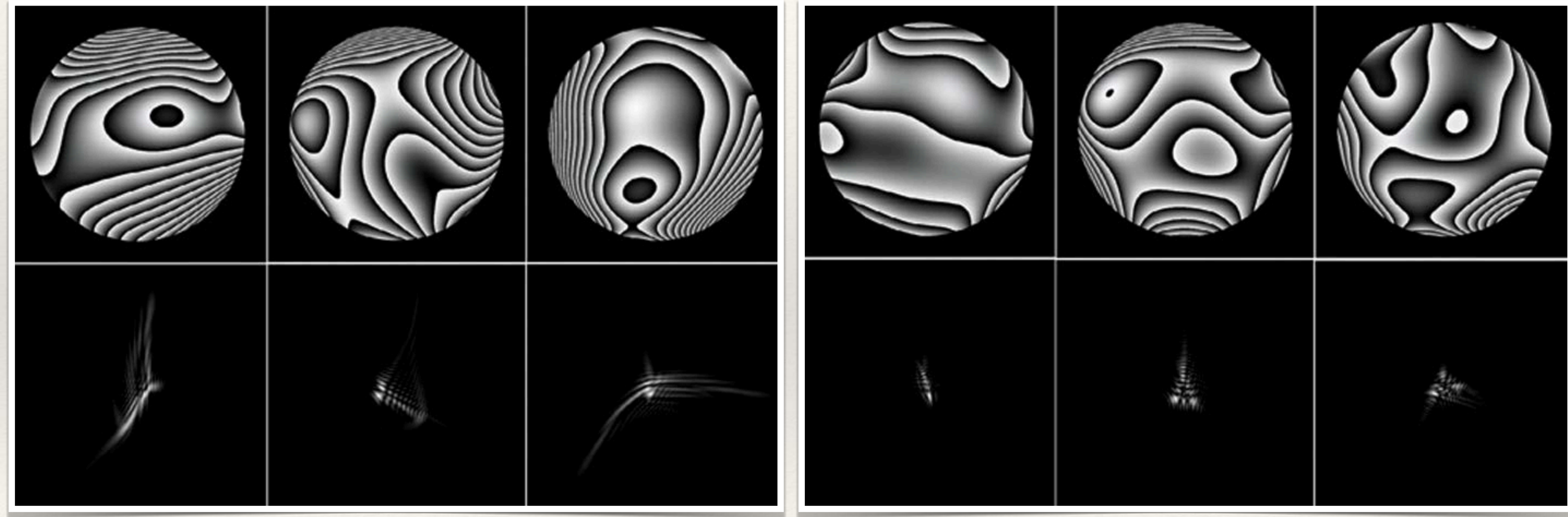


# Point Spread Function van oog

- ❖ Een puntbron wordt niet gezien als een punt, maar als een vlekje
  - ❖ Tot tientallen boogminuten
  - ❖ Verschillend per persoon en per oog
  - ❖ Beter bij kleinere pupil, beste bij 2-3mm
- ❖ Verstrooiing door stofdeeltjes in oog
- ❖ Zorgt voor minder contrast en minder detail
  - ❖ 0.25 diopter na correctie



# Point Spread Function van oog



“Now it is not too much to say that if an optician wanted to sell me an instrument which had all these defects, I should think myself quite justified in blaming his carelessness in the strongest terms, and giving him back his instrument.”

*–Hermann von Helmholtz*

“Of course, I shall not do this with my eyes, and shall be only too glad to keep them as long as I can — defects and all.”

*—Hermann von Helmholtz*

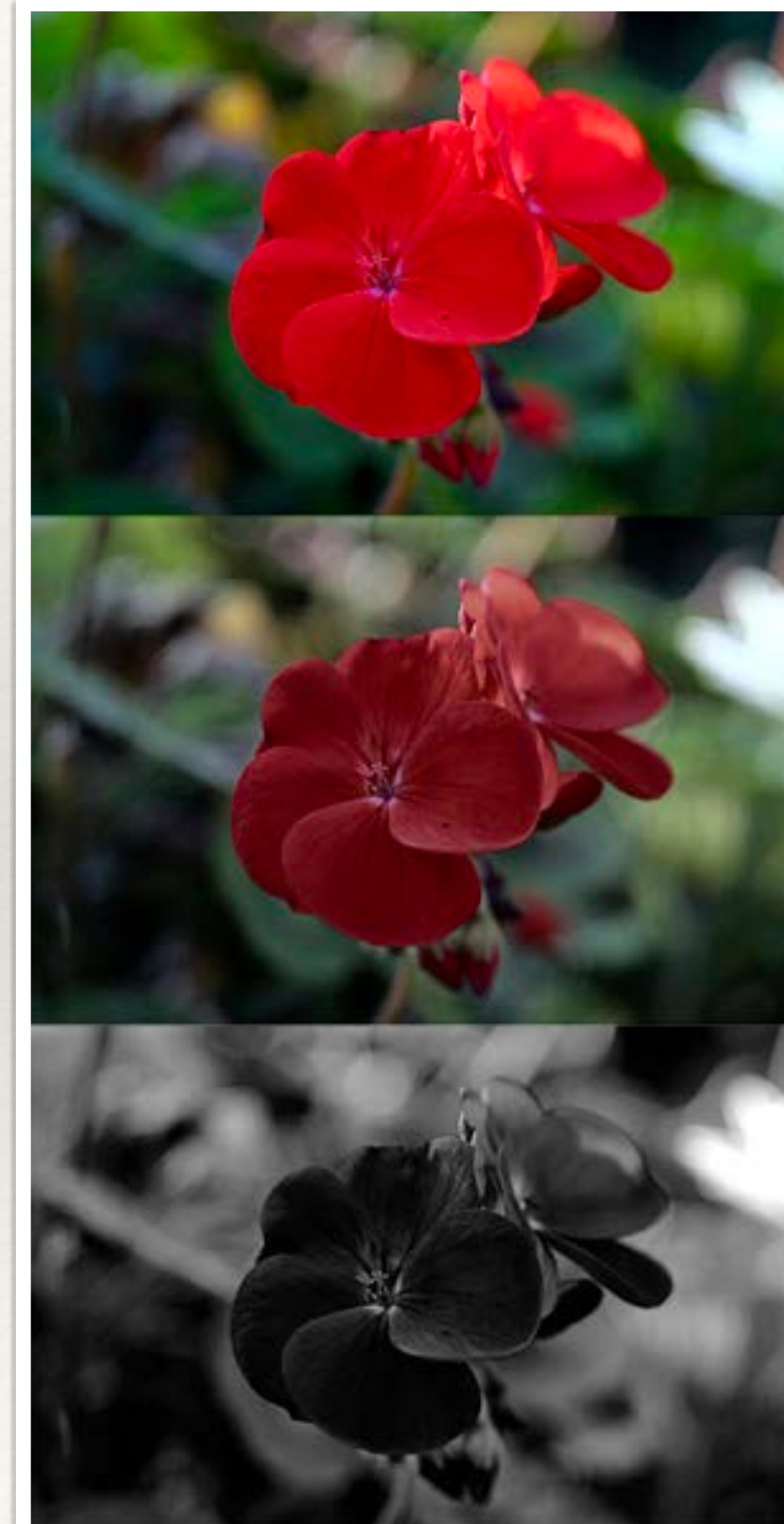
# Belichtingstijd en kleur

- ❖ Om de zwakste objecten te zien, moet het licht tot 6 seconden worden verzameld.
- ❖ Enkel kleuren te zien in de helderste objecten:
  - ❖ Bijvoorbeeld M 42:
    - ❖ Vooral groen
    - ❖ Soms rood
  - ❖ Heldere planetaire nevels:
    - ❖ Blauw



# Het purkinje-effect

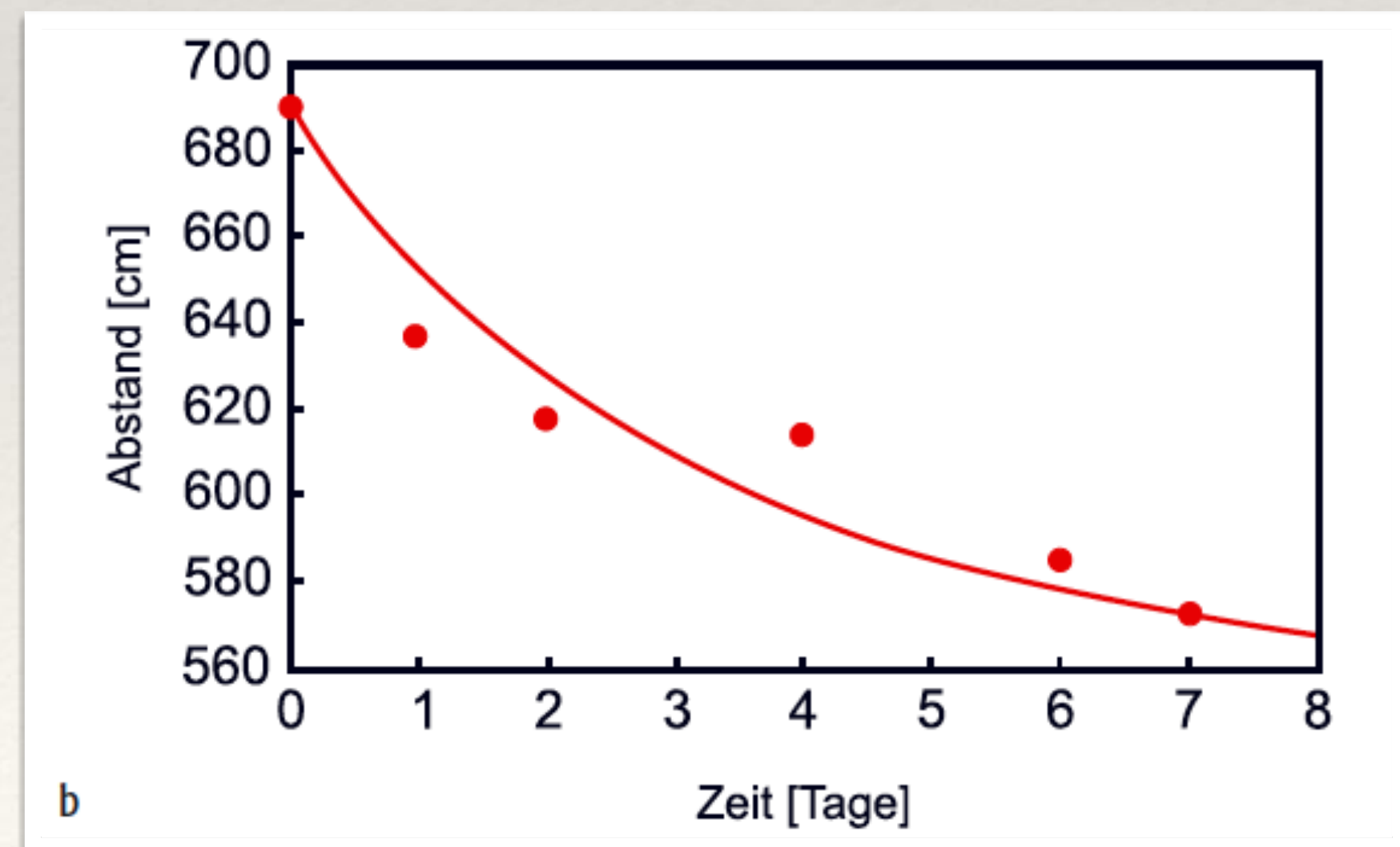
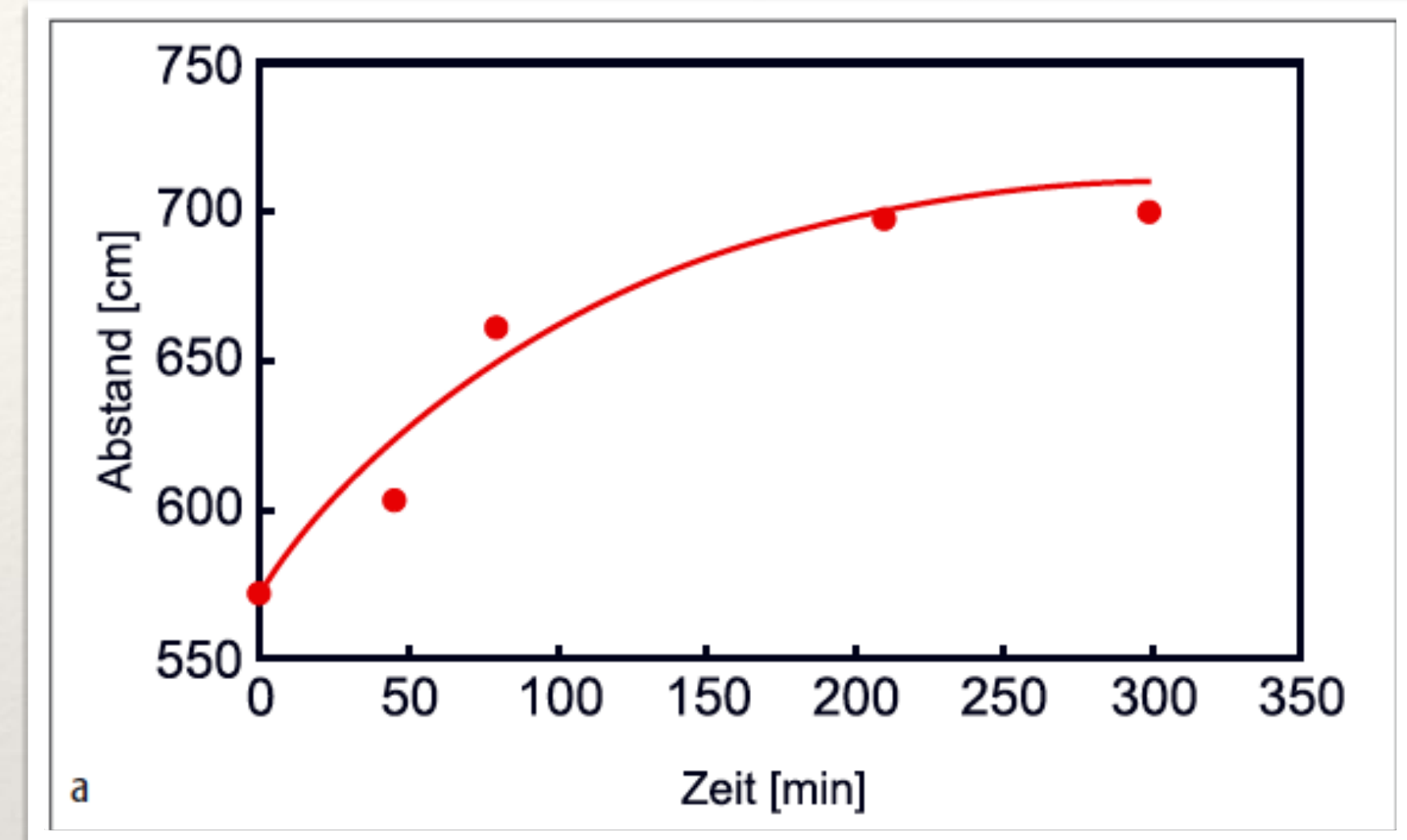
- ❖ Kegeltjes gevoeligst voor geel licht, staafjes voor groen-blauw licht
- ❖ Gevoeligheid van oog verschuift naar blauwe kant van het spectrum bij lage verlichtingssterkte
- ❖ Gevolgen:
  - ❖ Schattingen van veranderlijke sterren, als vergelijkingssterren verschillende kleuren hebben
  - ❖ Rood licht gebruiken tijdens waarnemen!



# Effect van blauwe bosbessen

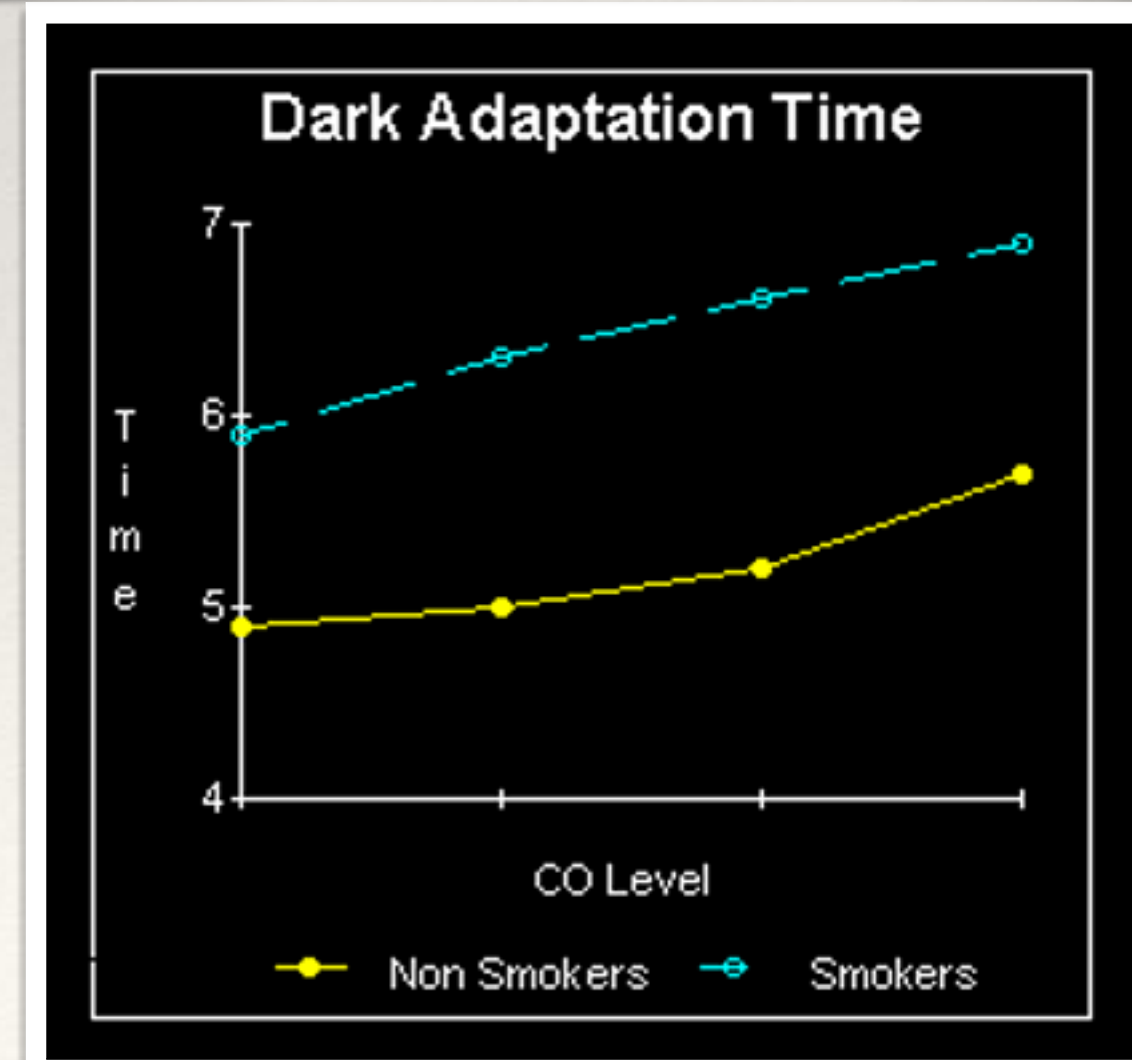
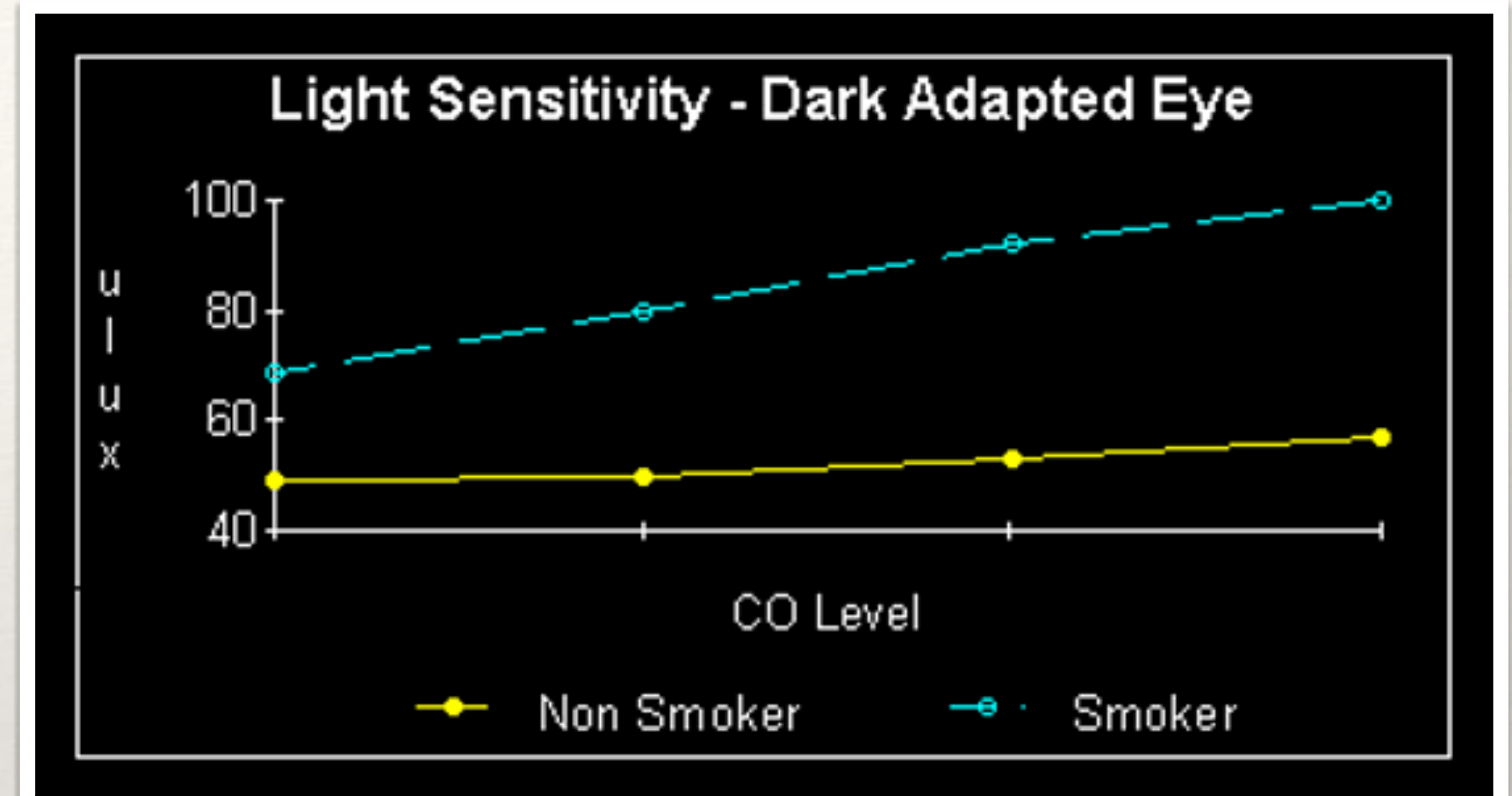


- ❖ Niet de standaard blauwe bes uit de winkel!
- ❖ Bevat Anthocyaan
  - ❖ Ook in aubergine, bloedappelsienen, kersen, ...
- ❖ Test door Uwe Pilz:
  - ❖ 300mg in 180g bosbessenconfituur
  - ❖ Statistisch relevante verbetering van nachtzicht in labo, ook bij waarnemingen
  - ❖ Effect meerdere dagen meetbaar
  - ❖ Beste resultaat 3 tot 6 uur voor begin van waarneming



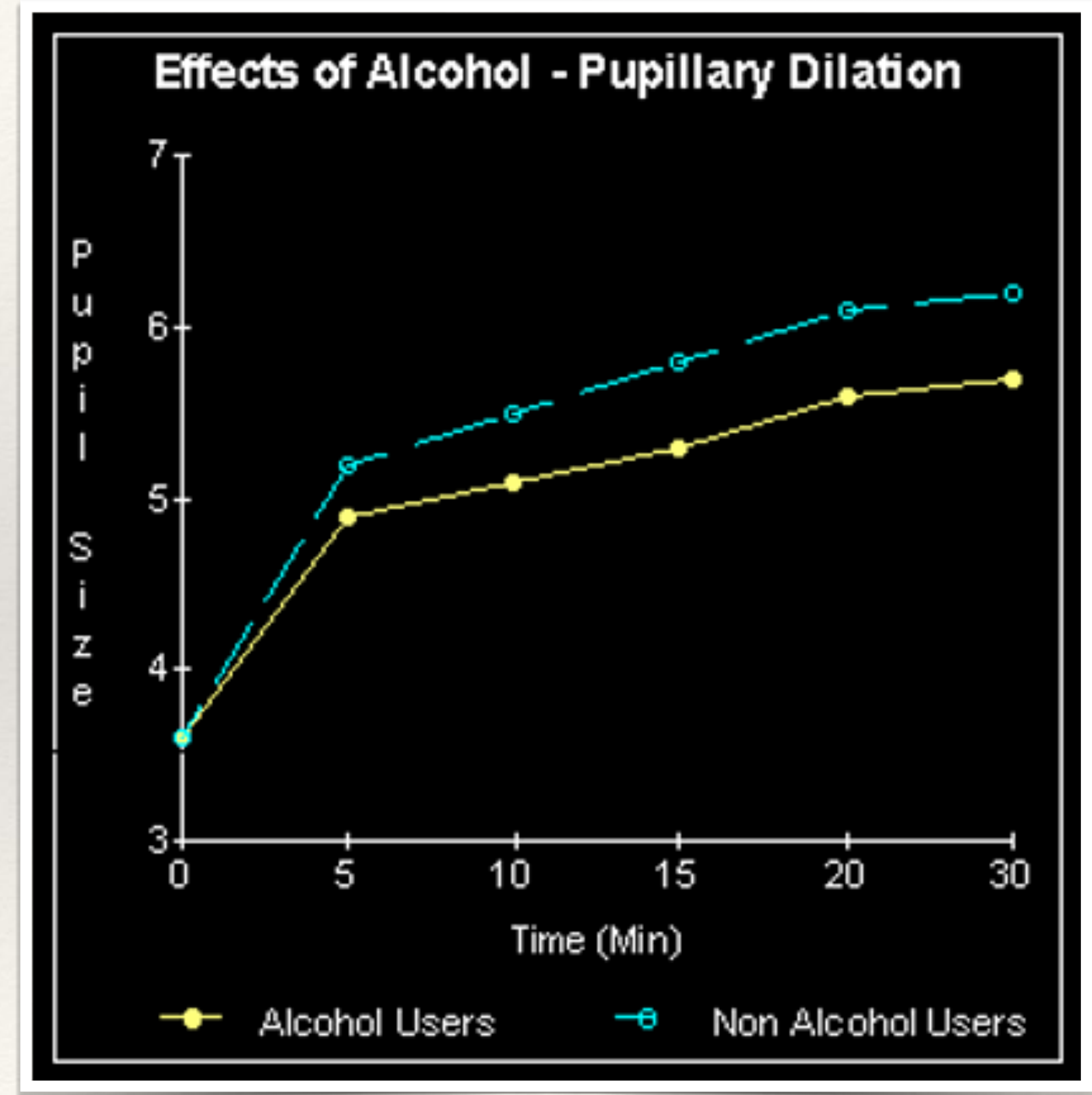
# Effect van roken

- ❖ Geïnhaleerd CO: bindt met hemoglobine, waardoor zuurstof niet meer kan binden.
- ❖ Oog (en vooral nachtzicht) is zeer gevoelig aan zuurstof!
- ❖ Vermindering van bloeddoorstroming in de retina (10% na 2 sigaretten).
- ❖ Meerdere pigmenten in retina die reageren op licht. Meer roken = lagere dichtheid van pigmenten.
- ❖ Rokers hebben meer tijd nodig om aan te passen aan nachtzicht.



# Effect van alcohol

- ❖ Kleinere pupildiameter na alcoholgebruik
- ❖ Effect op transmissie van visuele informatie naar de hersenen. Kracht van zenuwimpuls vermindert tussen 3% en 79%.
- ❖ Fout in licht en kleurdetectie
- ❖ Grootste effect 30 tot 95 minuten na inname. Nog steeds 14% reductie na 130 minuten.



# Hemelachtergrond

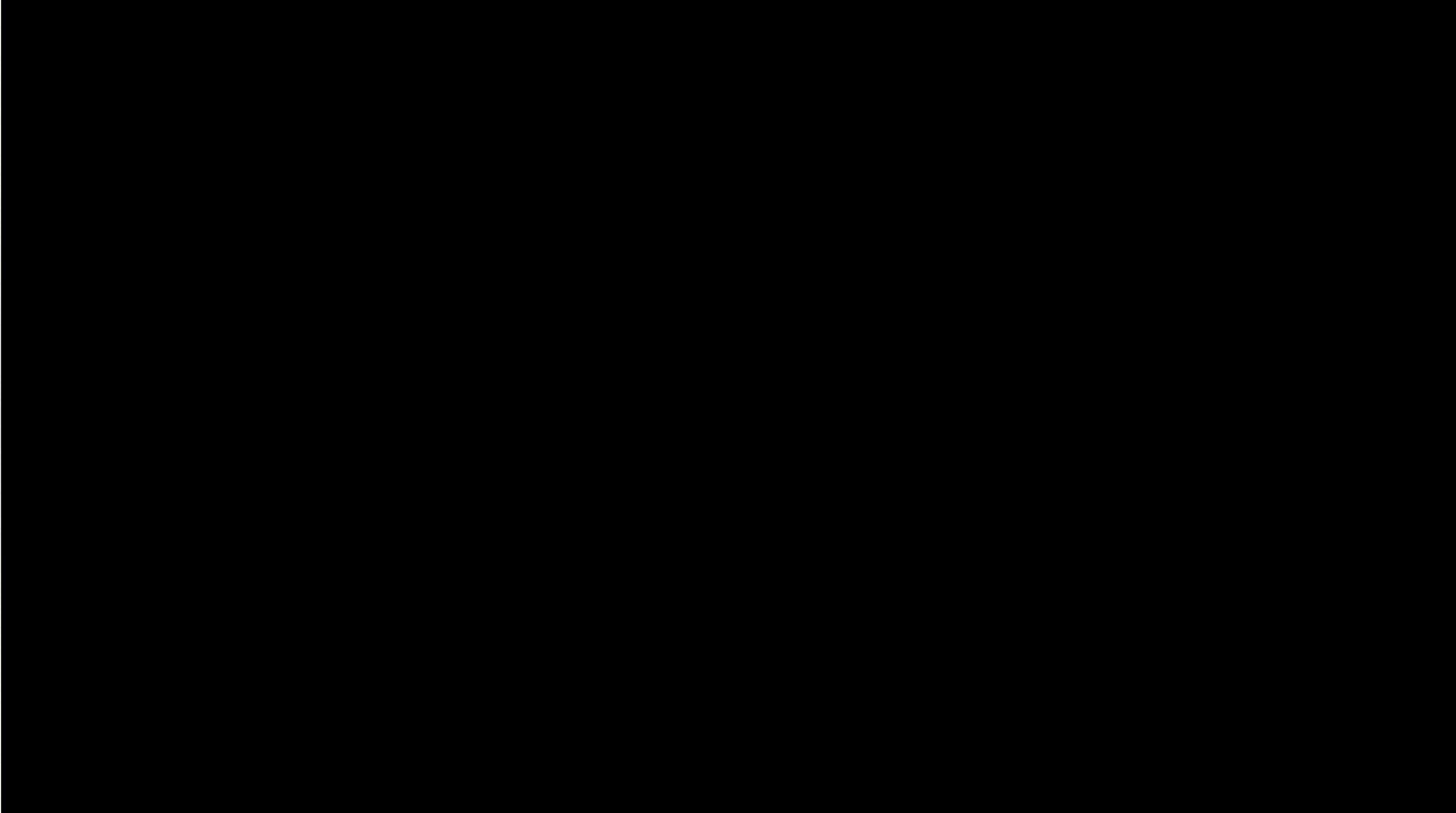
- ❖ Het wordt nooit perfect donker!
  - ❖ Zodiakaal licht, gegenschein en sterren (35%)
  - ❖ Ionosfeer, bijv. airglow (45%)
  - ❖ Strooilicht in troposfeer (20%)
- ❖ Meten met Sky Quality Meter
- ❖ Maximaal 21.5 - 22.0 MPSAS
- ❖ Beter op grote hoogte (1500 - 3000m)
- ❖ Bij pupilgrootte van 6mm komt al dit licht in het oculair. Bij 1mm, 4 magnitudes zwakker.



---

# België

---



---

# Frankrijk

---



---

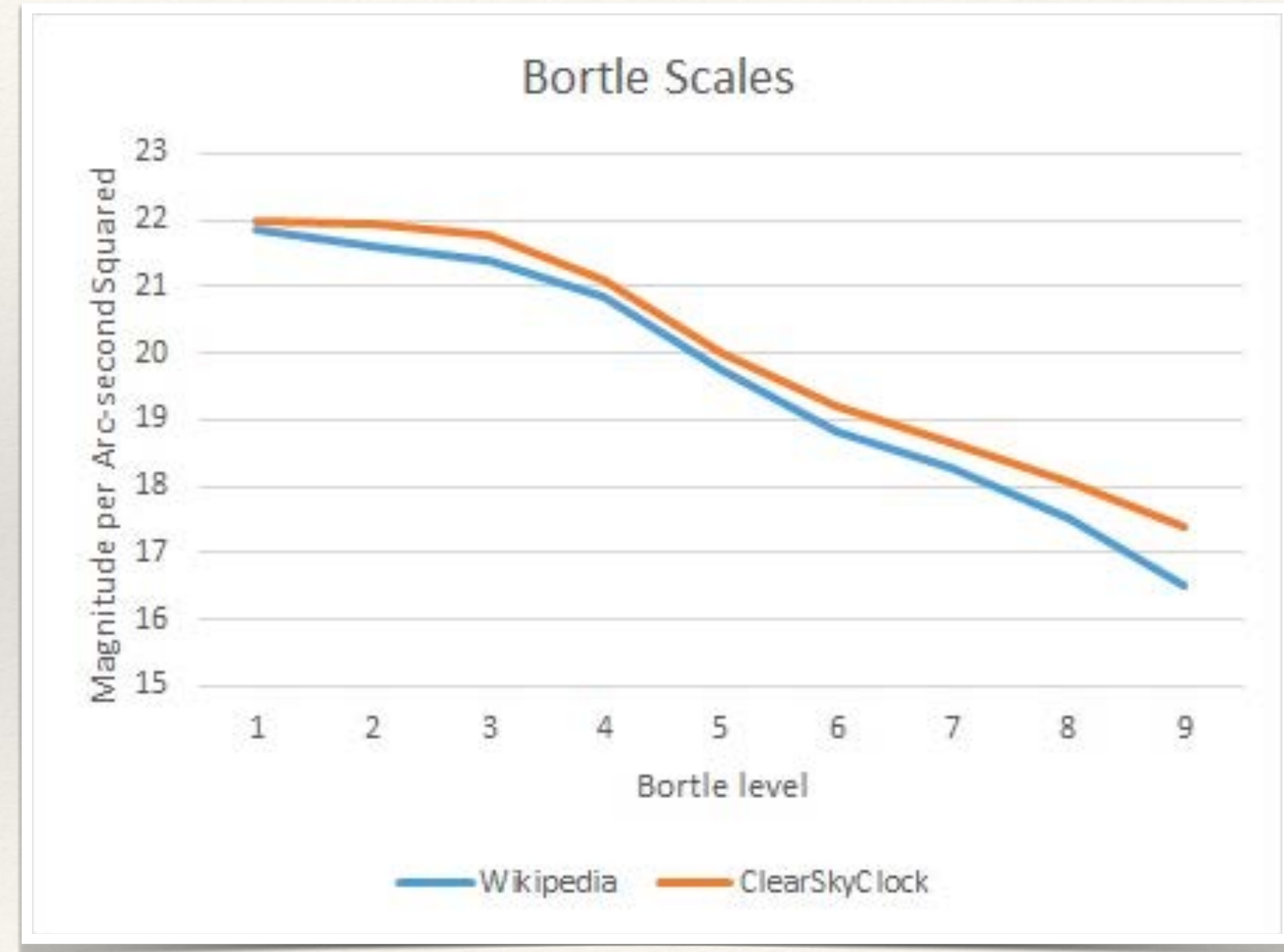
# La Palma

---

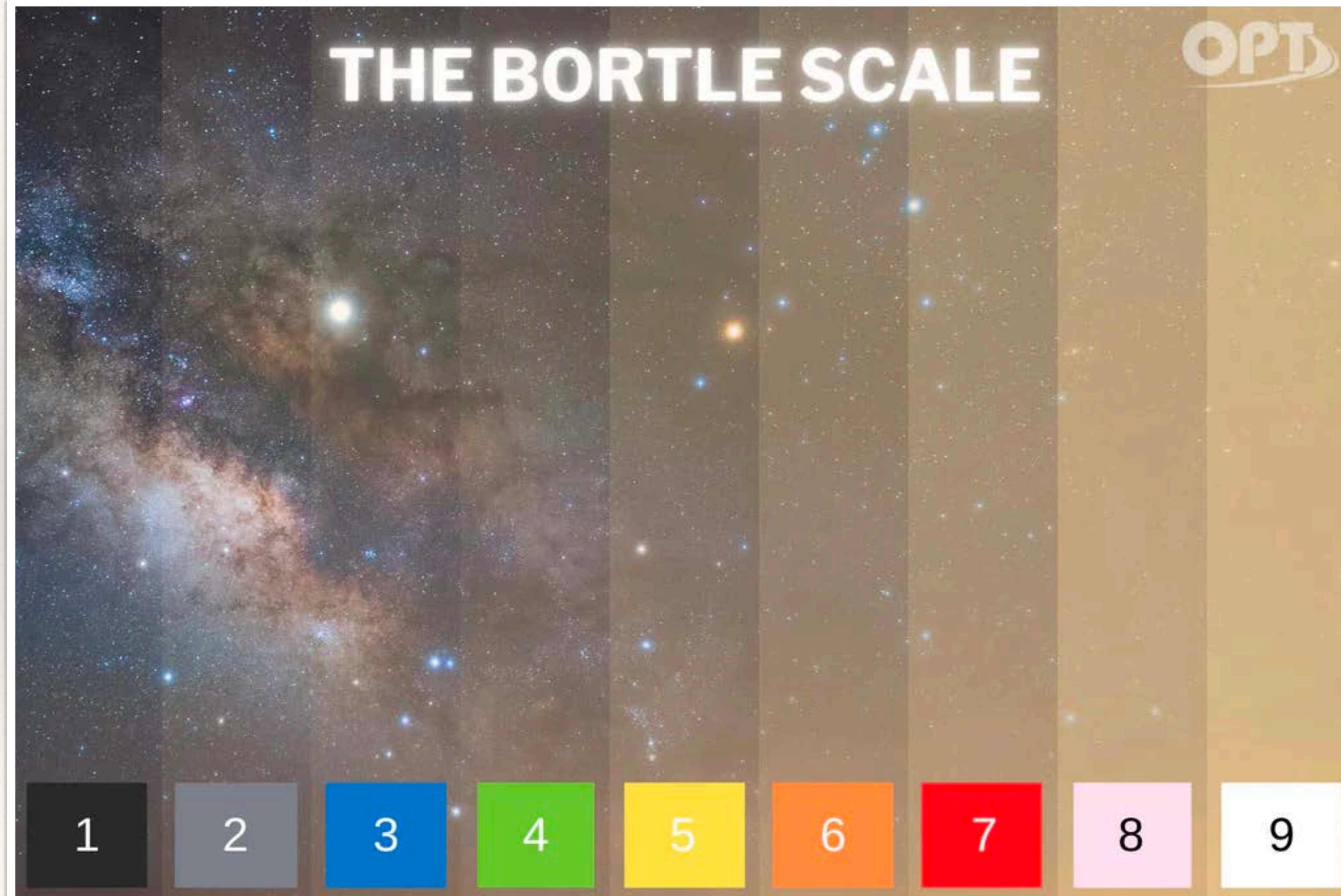
The amazing sky at La Palma  
January 15, 2023

# Bortle schaal

- ❖ 1: Donkerste hemel
- ❖ 1 - 3: Heel goeie hemel
- ❖ 9: Midden in de stad



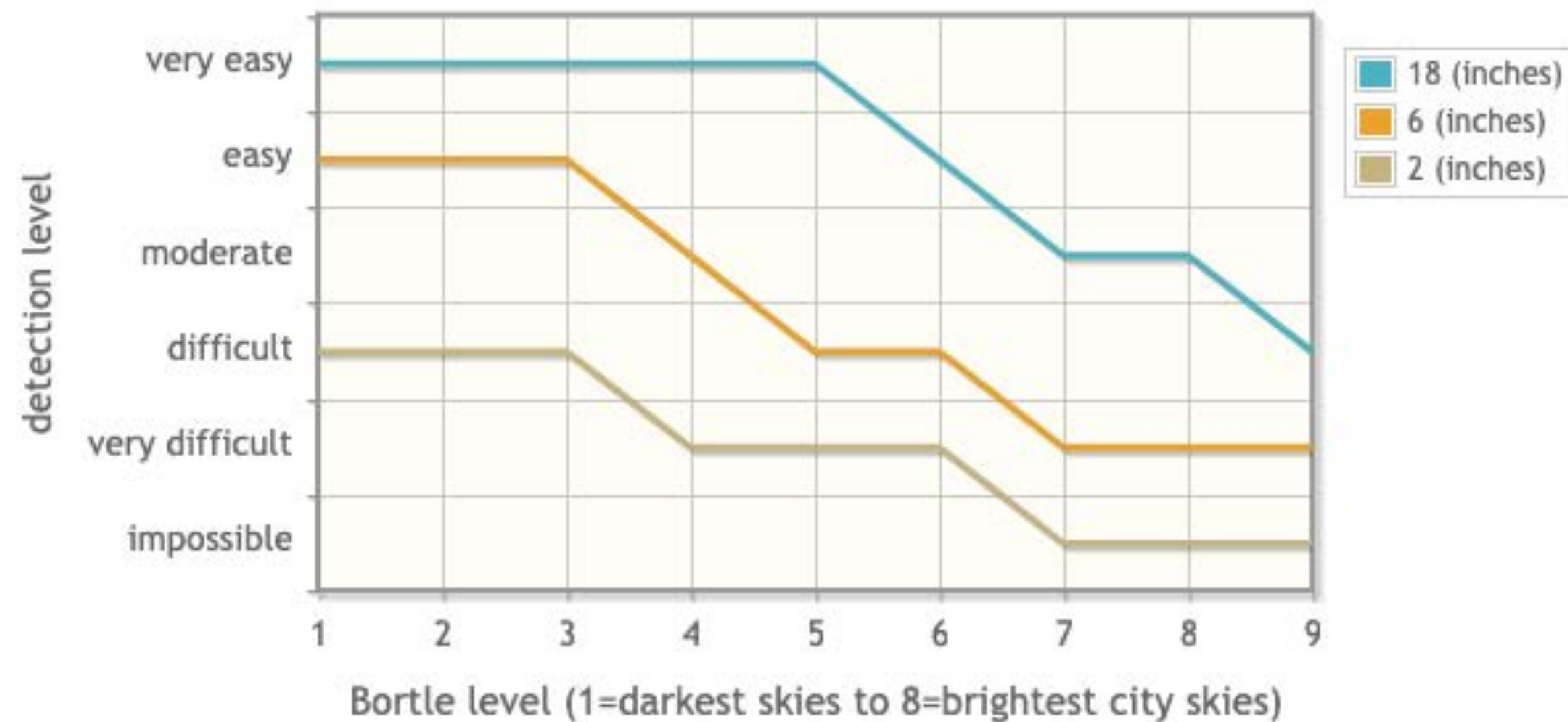
# Bortle schaal



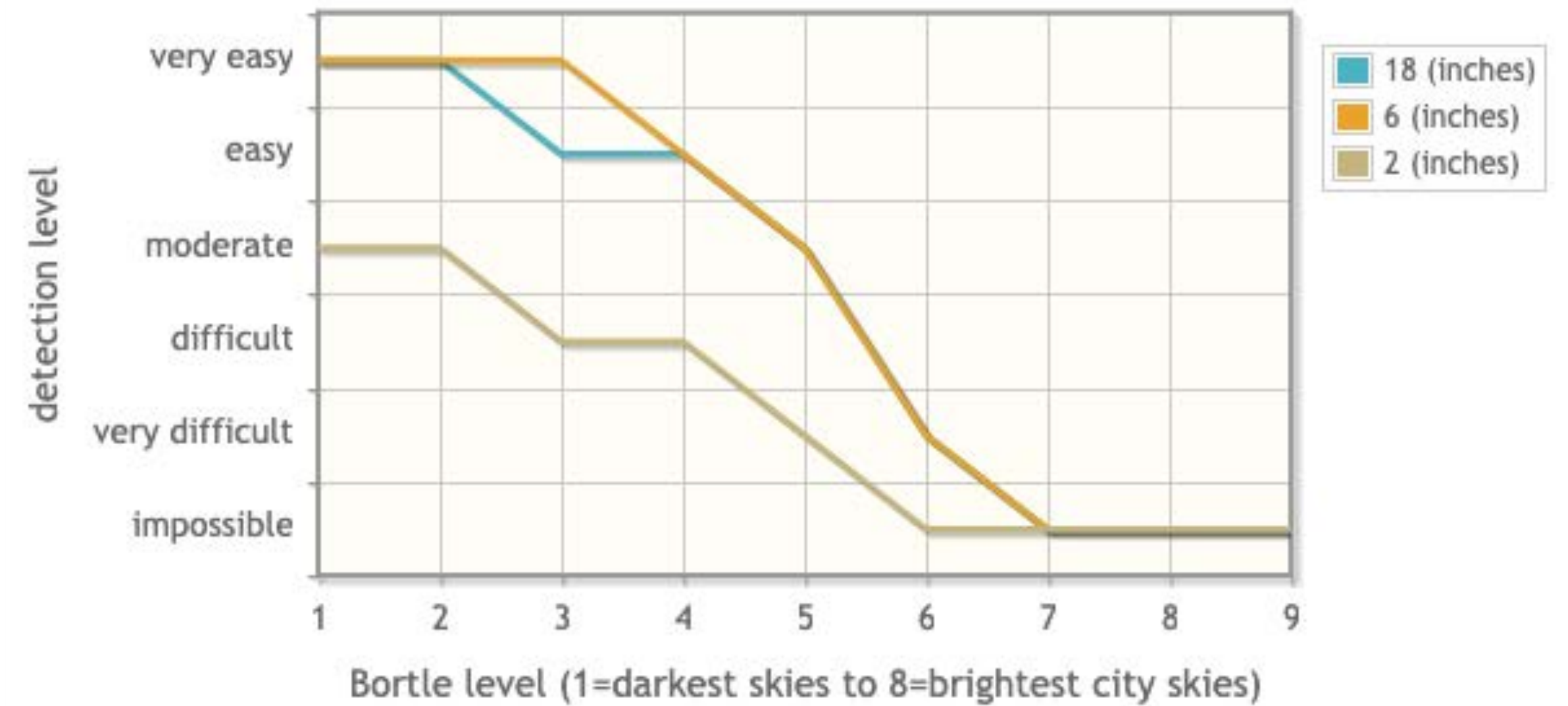
# Bortle schaal

- ❖ Zichtbaarheid van objecten hangt sterk af van Bortle schaal!

M 57

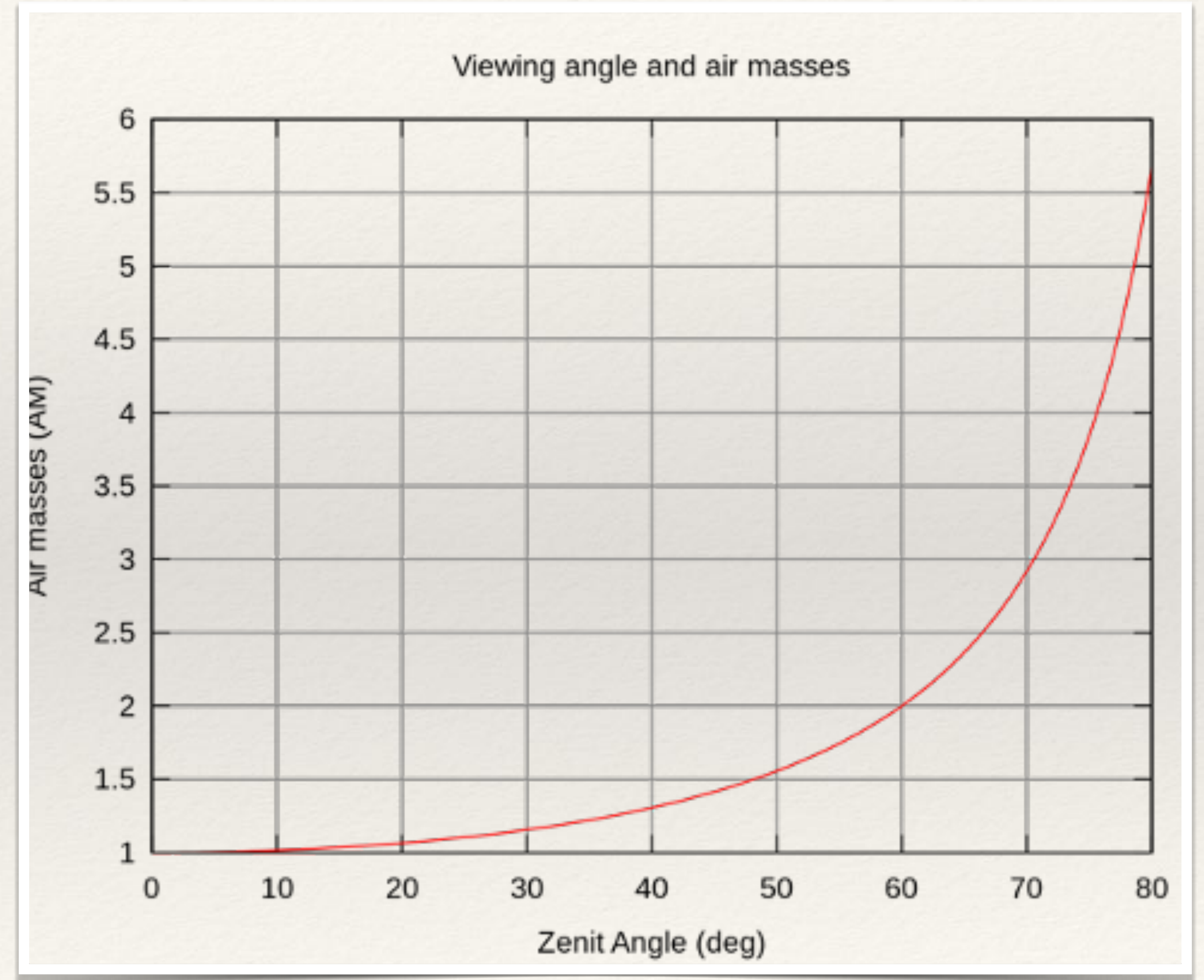


NGC 891



# Airmass

- ❖ Als het object lager aan de hemel staat, moet je door meer lucht kijken
- ❖ Seeing veel slechter
- ❖ Absorptie van licht -> objecten worden zwakker



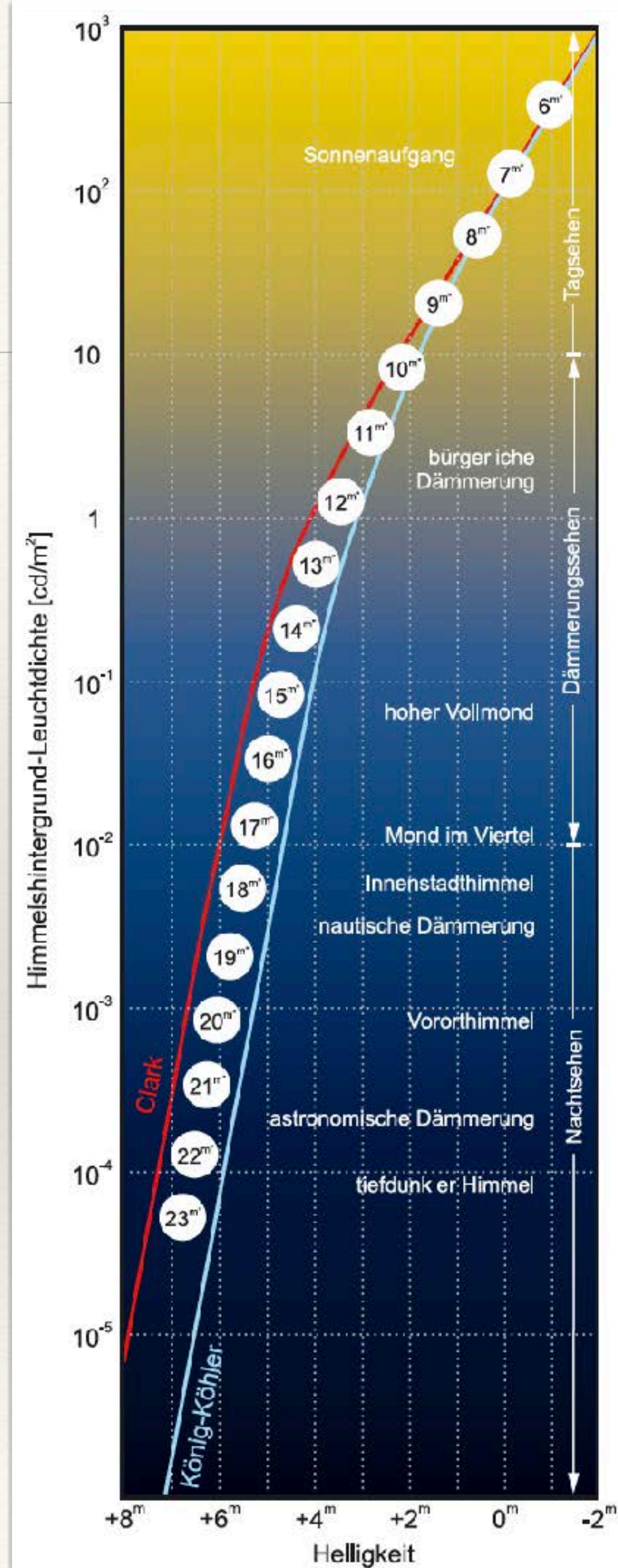
# Extinctie

- ❖ Hoeveelheid licht geabsorbeerd door de atmosfeer
- ❖ Afhankelijk van airmass
- ❖  $< 0.5$  magnitude / airmass
- ❖ Door:
  1. Rayleigh scattering: meer in blauw dan in rood
  2. Ozonlaag
  3. Aerosolen: La Palma!
- ❖ Effect van 1 en 2:
  - ❖ 0.25 magnitude / airmass op zeeniveau
  - ❖ 0.11 magnitude / airmass op 2000m



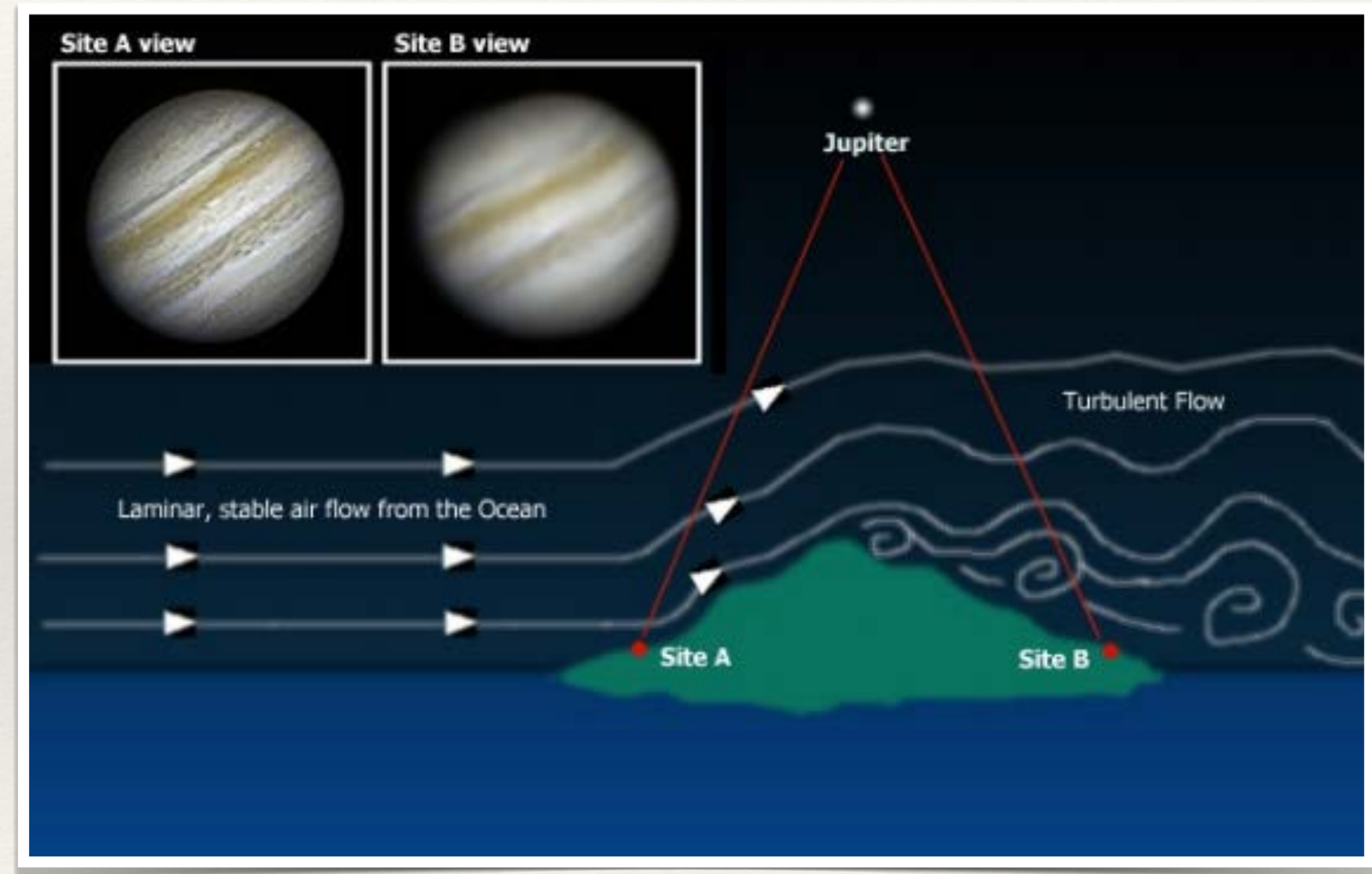
# Hemelachtergrond

- ❖ Volgens Clark 1.4 magnitude zwakker dan volgens König-Koller
- ❖ Normale waarnemers zitten midden tussen Clark en König-Koller



# Seeing

- ❖ Onrust in de atmosfeer, ook in telescoop of koepel
- ❖ In de bergen vaak beter, omdat de onderste laag seeing wegvalt
- ❖ Antoniadi seeing scale:
  - I. Uitstekend: perfecte seeing zonder enige storing
  - II. Goed: Lichte storingen met gedurende enige seconden 'perfecte' momenten
  - III. Middelmatig: Matige seeing met grote storingen
  - IV. Zwak: Slechte seeing met voortdurende storingen
  - V. Slecht: Zeer slechte seeing, onmogelijk 'goede' waarnemingen te doen

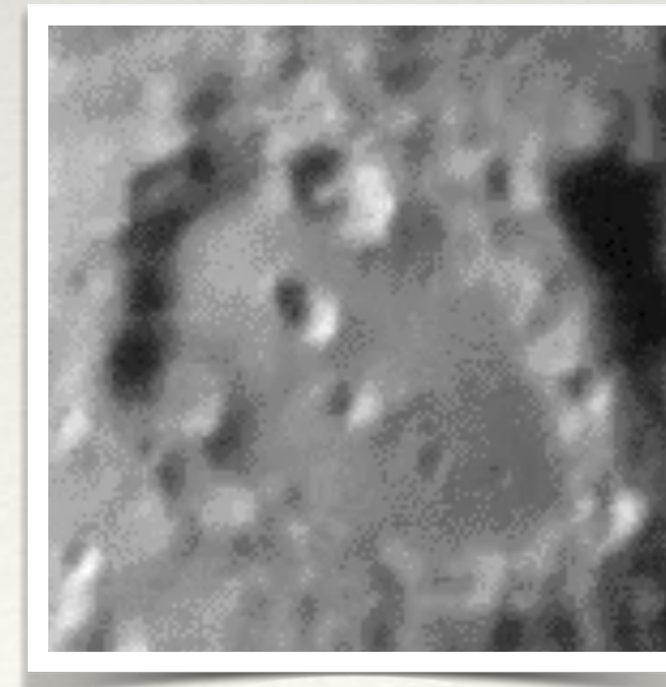


---

# Seeing

---

- ❖  $R_0$  = Fried lengte, diameter van stralen die evenwijdig blijven
- ❖ Op beste plaatsen: 10 - 30cm.
- ❖ Toch nuttig om met grotere telescopen waar te nemen:
  - ❖ Sommige nachten tot 8x beter
  - ❖ Korte momenten van goede seeing



# Visueel waarnemen, de techniek ontrafeld

Deel 2



“When Traveling Light Years, You Deserve To Go First Class.”

*–Obsession Telescopes*

# 1993 - 2001

- ❖ 22cm zelfbouw Dobson f/5.8
- ❖ Ontwerp V200SR (Joost Verheyden)
- ❖ Eerst op split-ring montering
- ❖ Gebouwd door grootvader



# 2001 - ...

- ❖ 45cm Obsession f/4.5
- ❖ Rechtstreeks besteld in Amerika
- ❖ Digitale deelcirkels:
  - ❖ Argo Navis: 2006 - 2021
  - ❖ Nexus Pro: sinds 2021
- ❖ Motorsturing
  - ❖ Equatoriaal platform: 2003 - 2020
  - ❖ ServoCAT: sinds 2020
- ❖ Feathertouch focuser : sinds 2020
- ❖ eFinder: sinds 2022



# Push To / Goto op grote Dobson telescopen

Encoders en DSC

2 star alignment

Push-To of GoTo

Bepaal exacte beeldveld

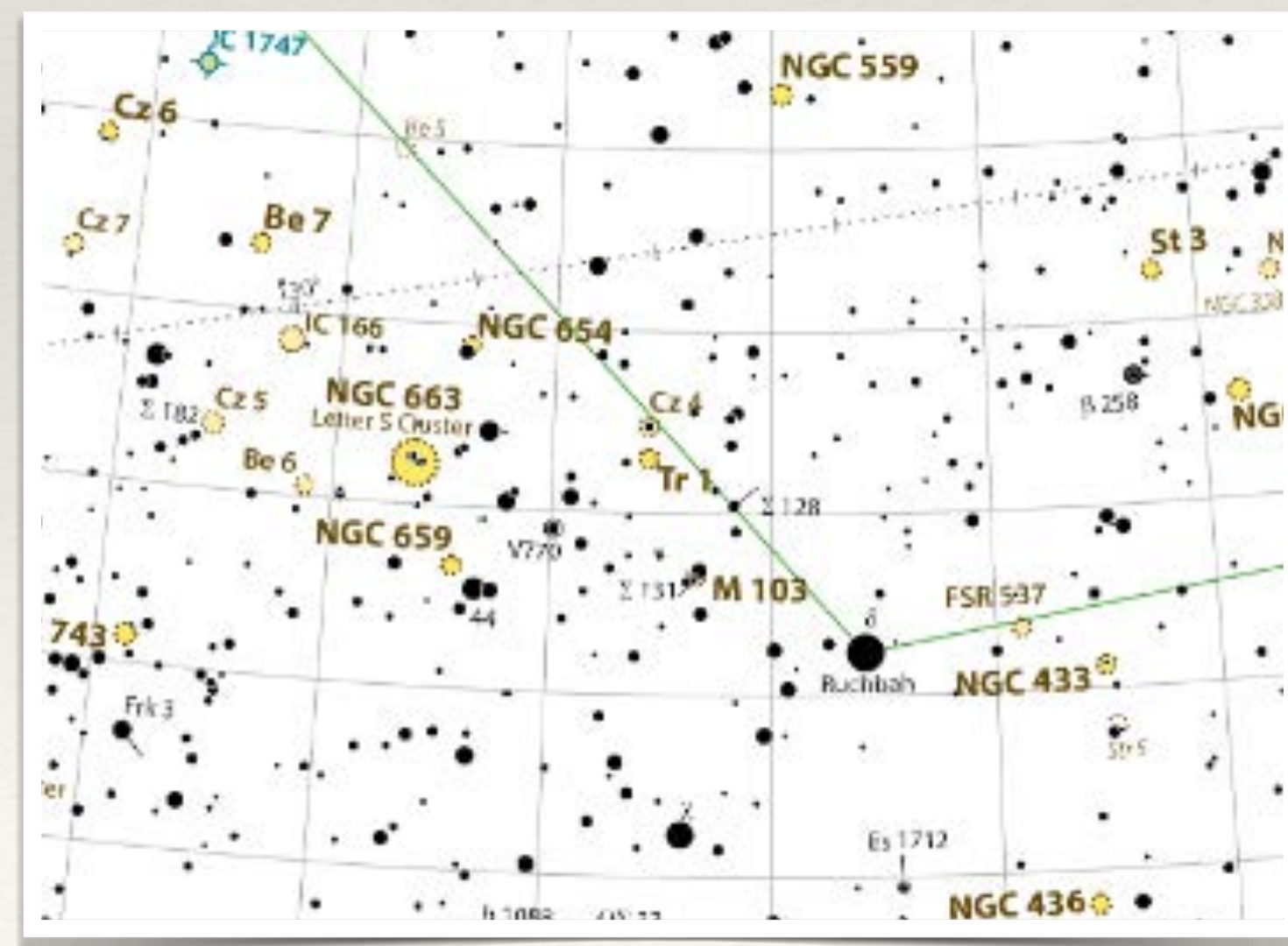
Initiële alignment

Nauwkeurigheid

Bouw van montering

Local Sync

Pointing modellen



# eFinder



# 2005 - ...

- ❖ 20cm Hofheim Instruments Reisedobson
- ❖ Kan zonder problemen meegenomen worden in vliegtuig



---

# 2014 - ...

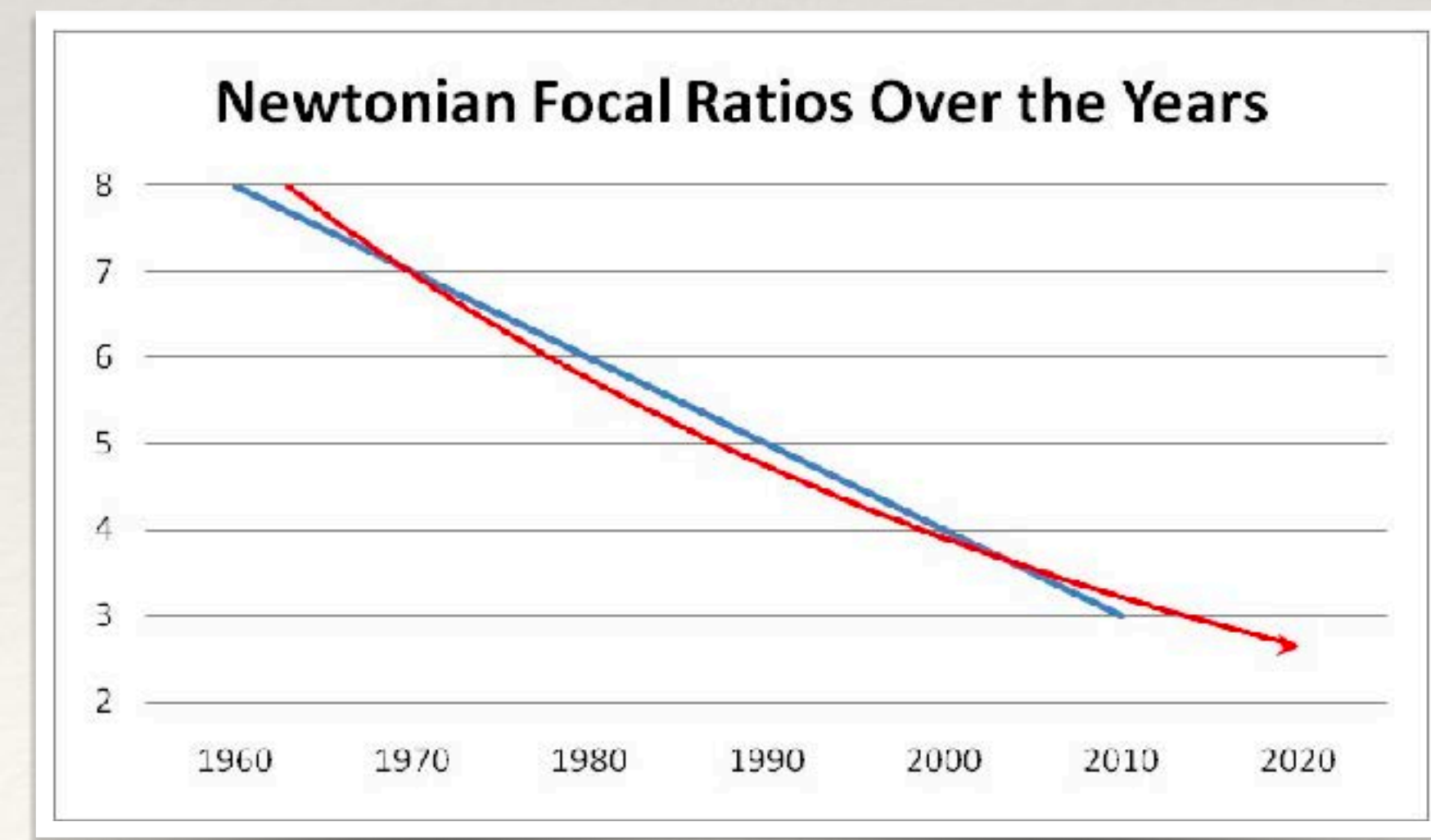
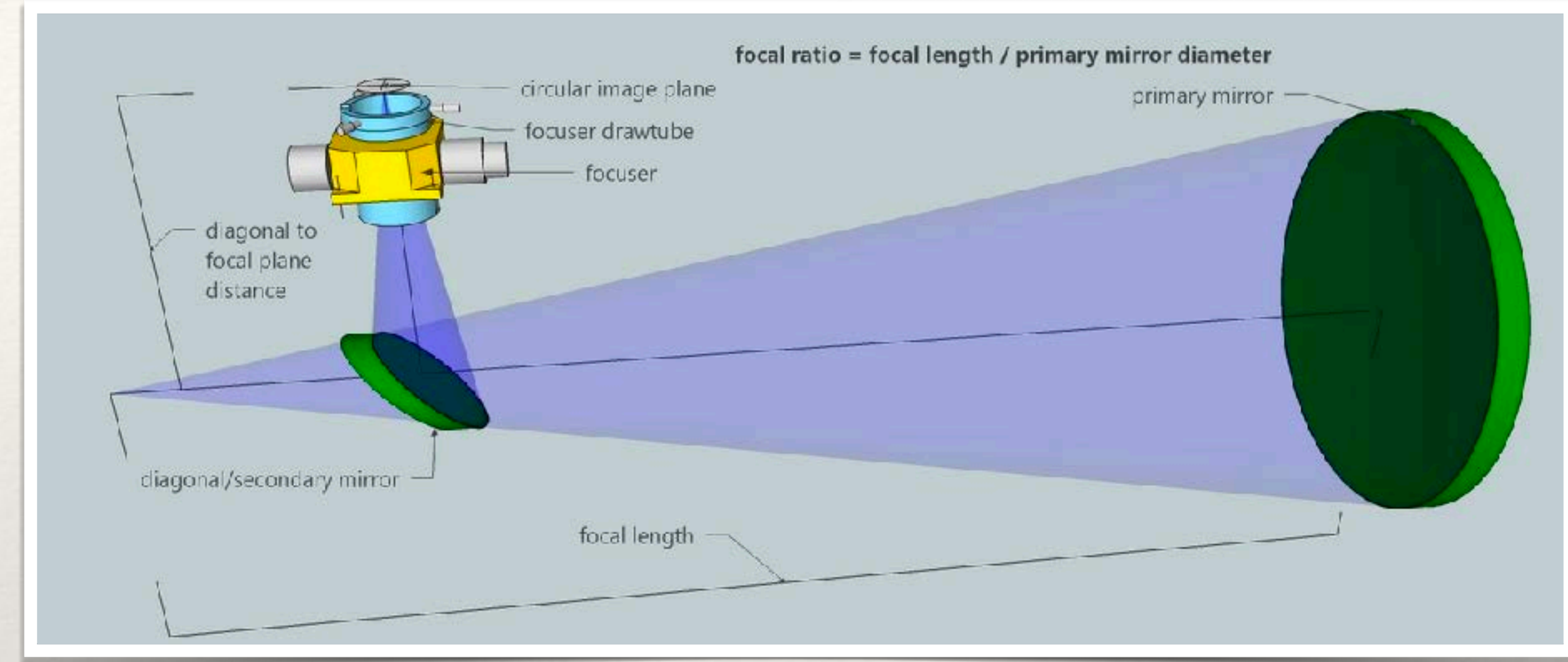
---

- ❖ 35cm zelfbouw Dobson f/4.5
- ❖ Gebouwd door opi



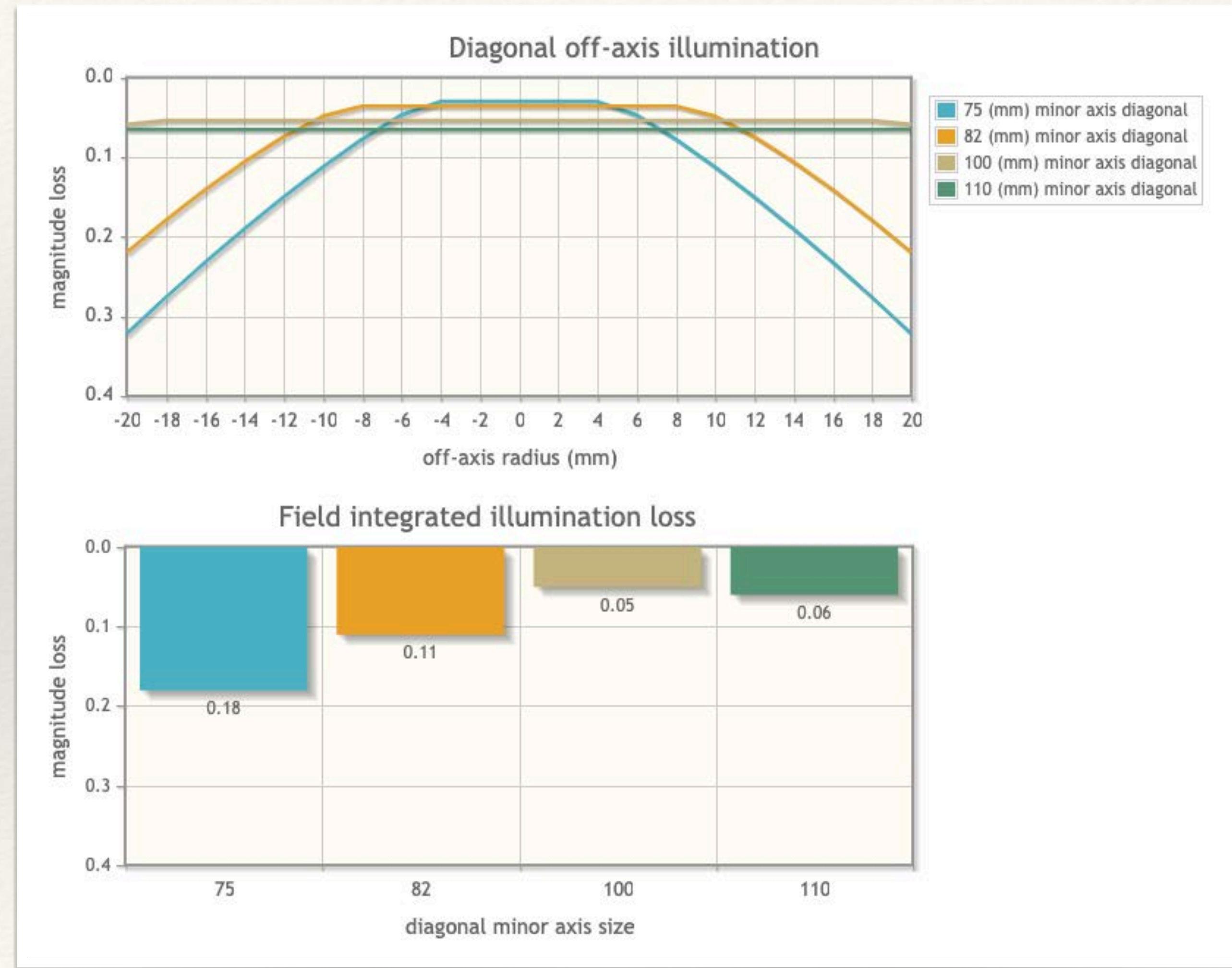
# De telescoop: enkele definities

- ❖ Brandpuntsafstand (focal length): Afstand van de lens of spiegel tot waar de stralen samenkomen
- ❖ Diameter (aperture): Diameter van de lens of de spiegel
- ❖ f-waarde =  $\frac{\text{Brandpuntsafstand}}{\text{Diameter}} = \text{focal ratio}$ 
  - ❖ Trage telescopen: f/7 - f/8
  - ❖ Algemeen gebruik: f/5 - f/8
  - ❖ Snelle telescopen: < f/5
  - ❖ Trend naar snellere telescopen: f/3 en sneller, mogelijk gemaakt door betere oculairs
- ❖ Uittredepupil
  - ❖ Diameter telescoop / vergroting
  - ❖ Brandpunt oculair / f-waarde



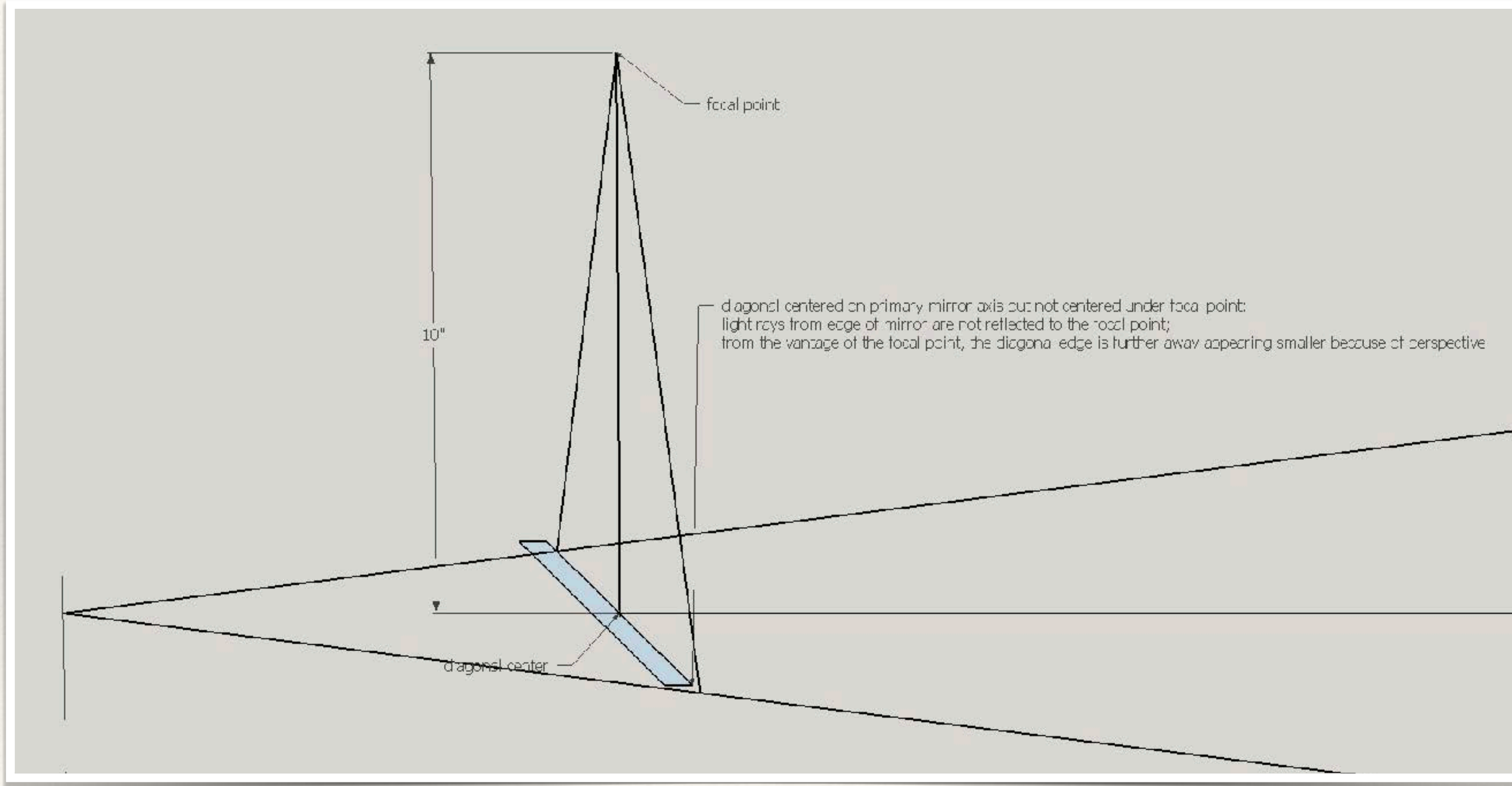
# Vangspiegel

- ❖ Obsession 18" f/4.5
  - ❖ 82mm vangspiegel
  - ❖ 17.9%
  - ❖ 1/26 RMS
  - ❖ 0.11 magnitudes verlies
  - ❖ Vignettering verder van het centrum
- ❖ Diameter van vangspiegel is niet echt van belang!



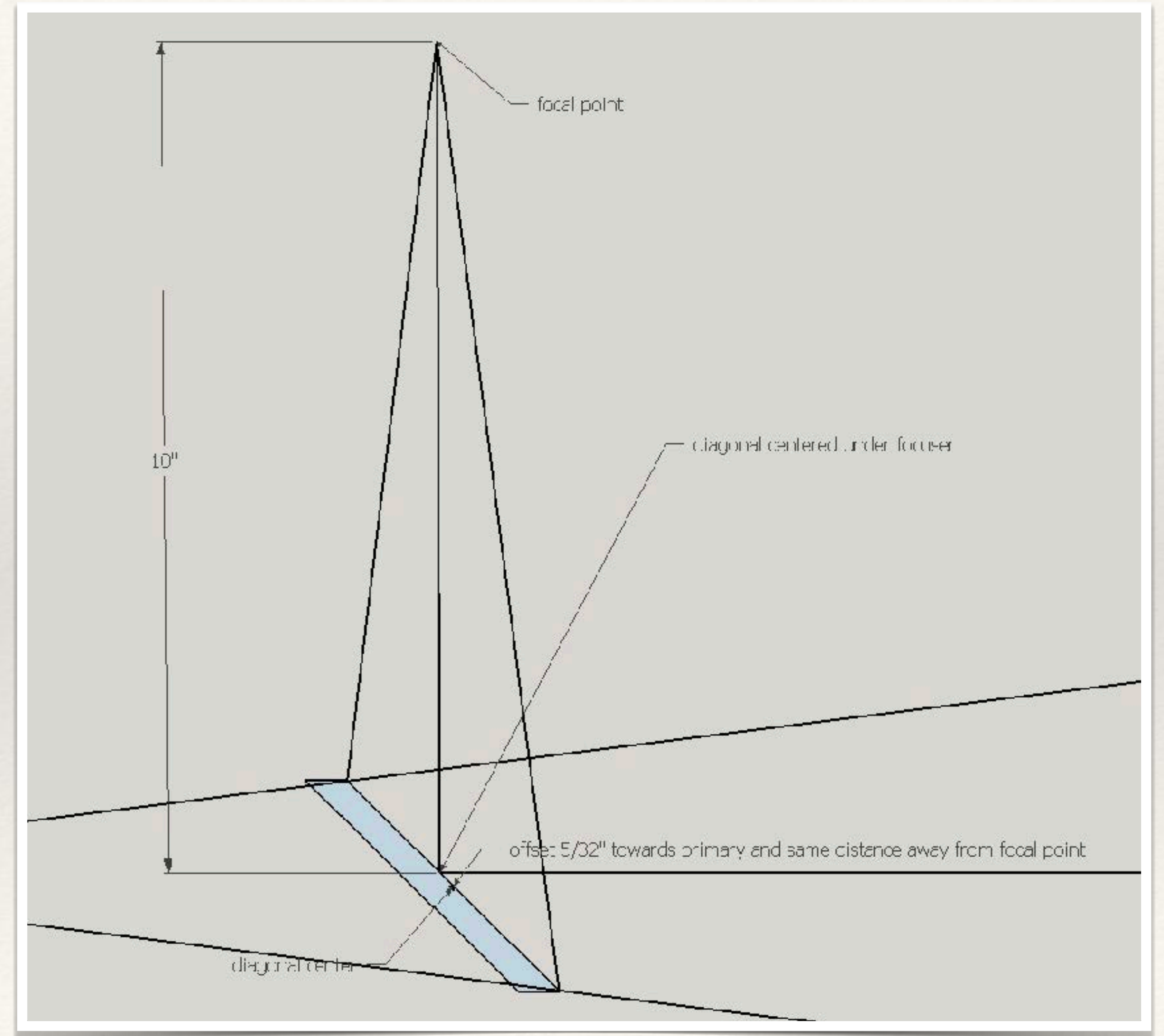
# Vangspiegel offset

- ❖ Centreren van de vangspiegel werkt niet!
- ❖ Deel van licht valt naast de vangspiegel
- ❖ Oplossing:
  - ❖ Verzet vangspiegel richting hoofdspiegel en weg van de focuser



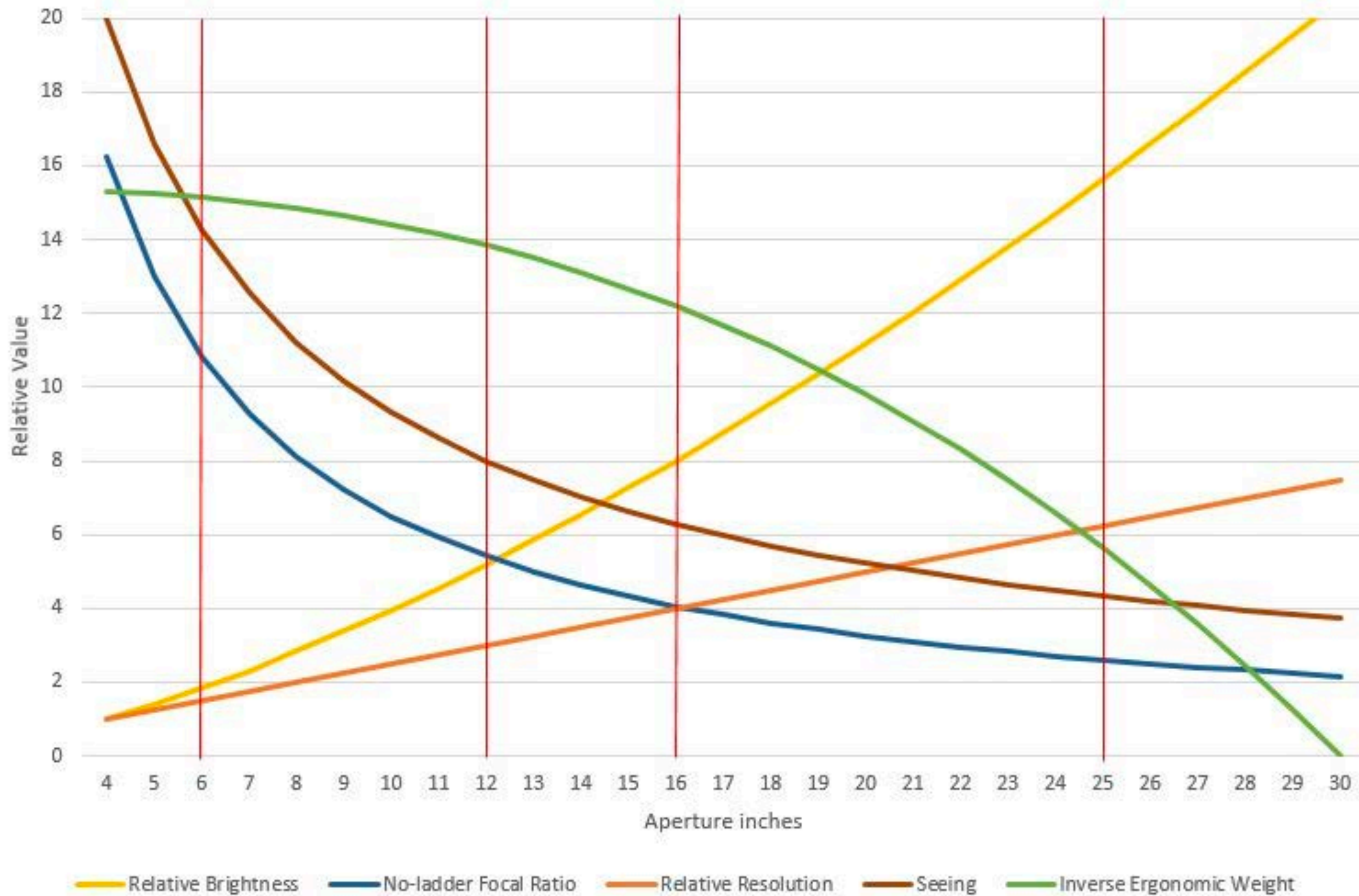
# Vangspiegel offset

- ❖ Centreren van de vangspiegel werkt niet!
- ❖ Deel van licht valt naast de vangspiegel
- ❖ Oplossing:
  - ❖ Verzet vangspiegel richting hoofdspiegel en weg van de focuser



# f-waarde

Aperture Implications



# Nut van grotere telescopen

- ❖ Zwakkere sterren / objecten zichtbaar
- ❖ Betere resolutie
- ❖ Hogere vergrotingen
  - ❖ Oog ziet makkelijker uitgestrekte objecten

|                          | Blote oog | 5 cm<br>f/5.0 | 11cm<br>f/7.0 | 20cm<br>f/6.0 | 45cm<br>f/4.5 |
|--------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Magnitude winst          | 0         | 4.5           | 6.2           | 7.5           | 9.3           |
| Resolutie                | 18.5''    | 2.3''         | 1.1''         | 0.6''         | 0.3''         |
| Minimale vergroting      | 1x        | 7x            | 16x           | 28x           | 65x           |
| Vergroting resolutie oog | 1x        | 53x           | 117x          | 213x          | 486x          |
| Maximale vergroting      | 1x        | 213x          | 468x          | 850x          | 1943x         |

# Werking van een telescoop

- ❖ Telescoop vergroot (100x)
- ❖ 100 keer grotere resolutie
- ❖ Objecten worden groter, maar daardoor ook zwakker (100 x 100, dus 10000)
  - ❖ Dit is niet het geval bij sterren, die blijven puntvormig en worden dus niet zwakker
- ❖ Gelukkig verzamelt een 25cm telescoop 1000x meer licht dan blote oog

| M 13                       |              |                         |
|----------------------------|--------------|-------------------------|
|                            | Aan de hemel | 25cm telescoop,<br>100x |
| Helderheid                 | 5,8          | 0,8                     |
| Oppervlakte-<br>helderheid | 12,6         | 15,1                    |
| Grootte                    | 20'          | 33°                     |
| Helderste sterren<br>(mag) | 11           | 6                       |
| Resolutie                  | 2'           | 1,2''                   |
| Contrast                   | 137%         | 137%                    |

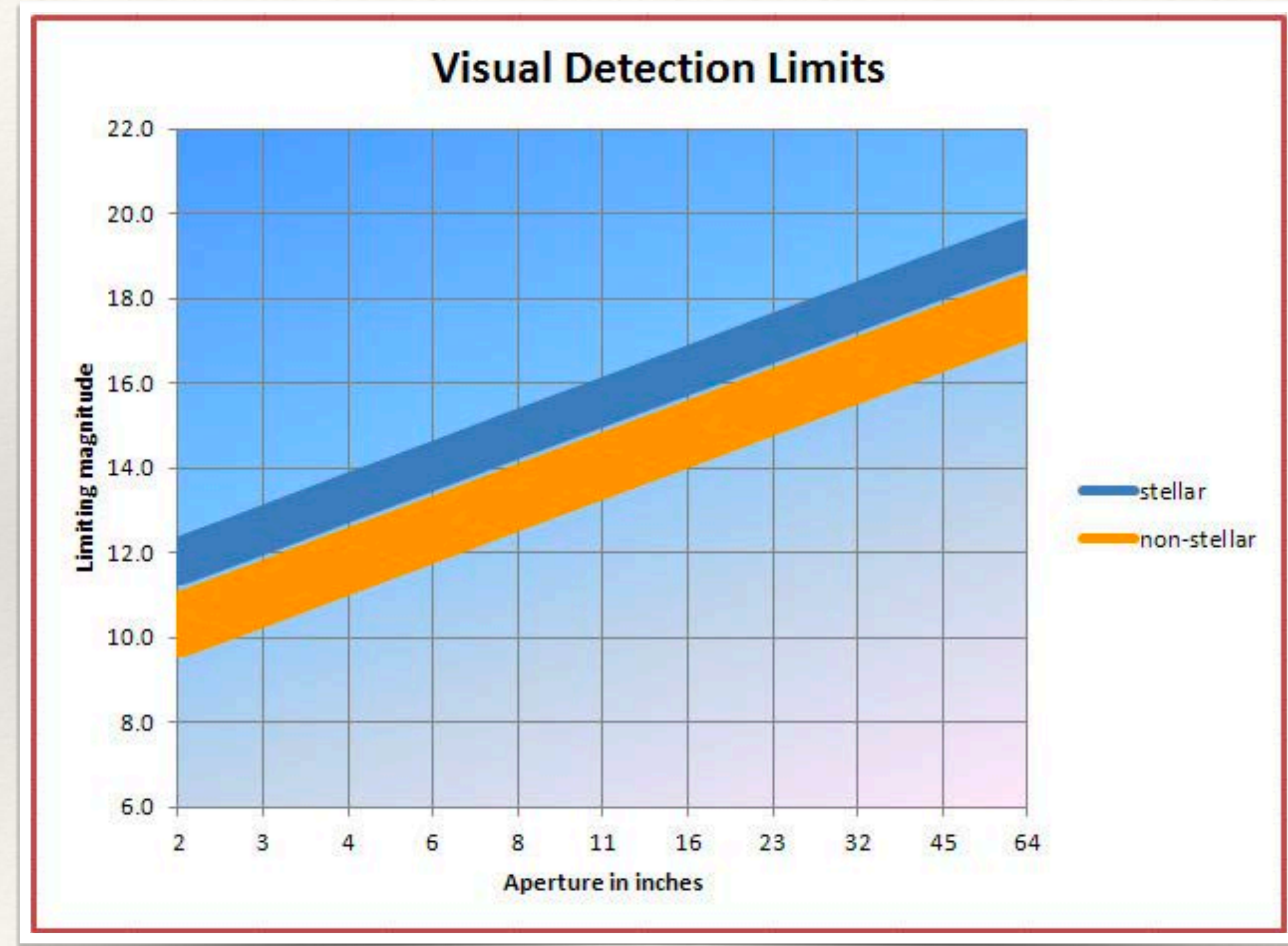
# Werking van een telescoop

- ❖  $\text{contrast} = \frac{\text{object} + \text{achtergrond}}{\text{achtergrond}}$
- ❖ Contrastverschil van 6% is duidelijk, 3% nog zichtbaar, maar tijd nodig
- ❖ Verandert niet met telescoop, want oppervlaktehelderheid van object en achtergrond vermindert evenveel
- ❖ Grotere objecten zijn beter zichtbaar

| M 13                       |              |                         |
|----------------------------|--------------|-------------------------|
|                            | Aan de hemel | 25cm telescoop,<br>100x |
| Helderheid                 | 5,8          | 0,8                     |
| Oppervlakte-<br>helderheid | 12,6         | 15,1                    |
| Grootte                    | 20'          | 33°                     |
| Helderste sterren<br>(mag) | 11           | 6                       |
| Resolutie                  | 2'           | 1,2''                   |
| Contrast                   | 137%         | 137%                    |

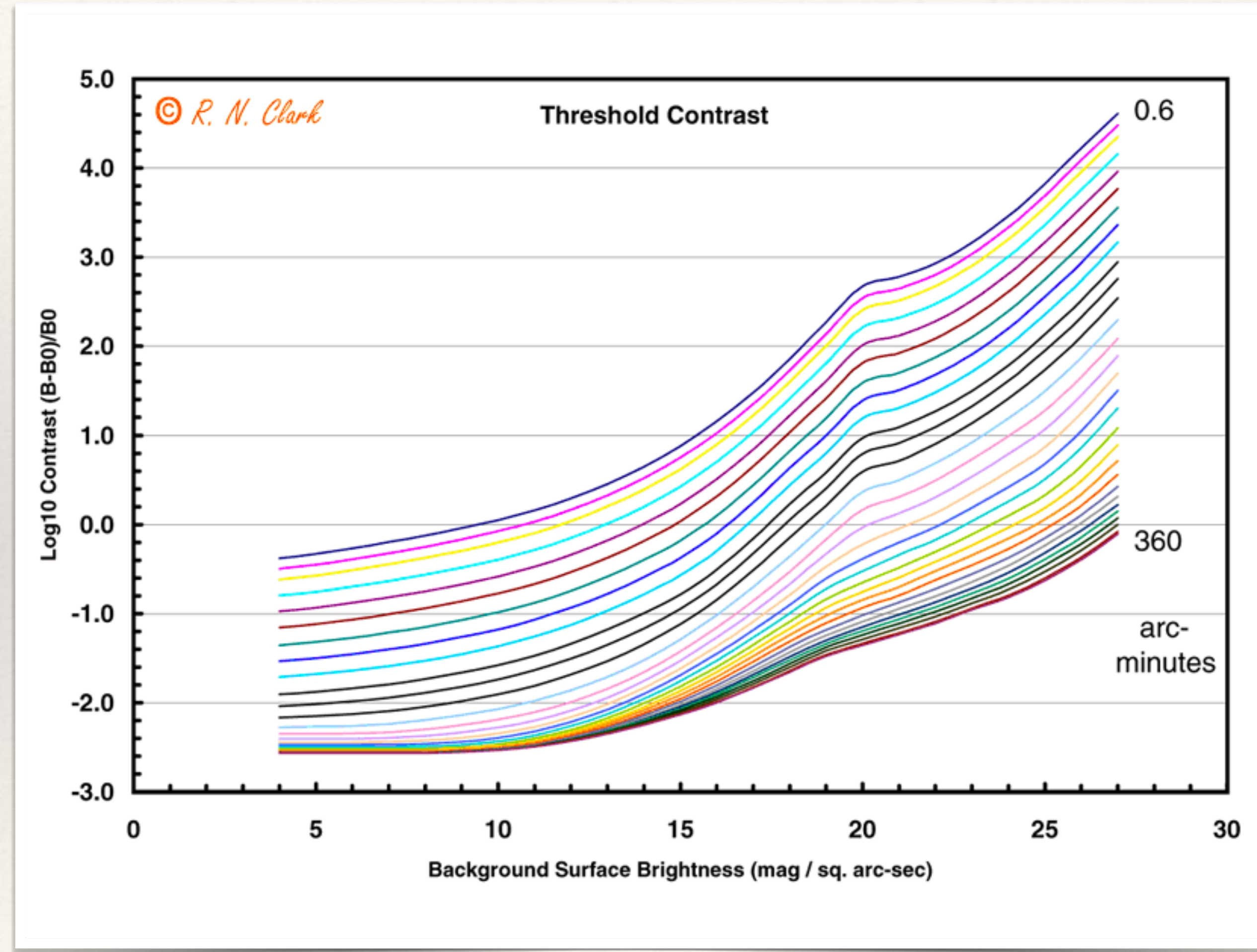
# Uitgebreide objecten

- ❖ Zichtbaarheid in 25cm telescoop
  - ❖ object wordt  $(25 / 0.7)^2$  helderder, ongeveer 1000x
  - ❖ Om al het licht in de 7mm van het oog te krijgen, moeten we minimaal 33x vergroten, maakt object 1000x zwakker
  - ❖ Spiegels reflecteren nooit 100%, dus object wordt eigenlijk zwakker.
- ❖ Contrast  $> 6\%$  is makkelijk te zien, minder dan 2.5% onmogelijk
- ❖ Best zichtbaar als het object meerdere graden groot is



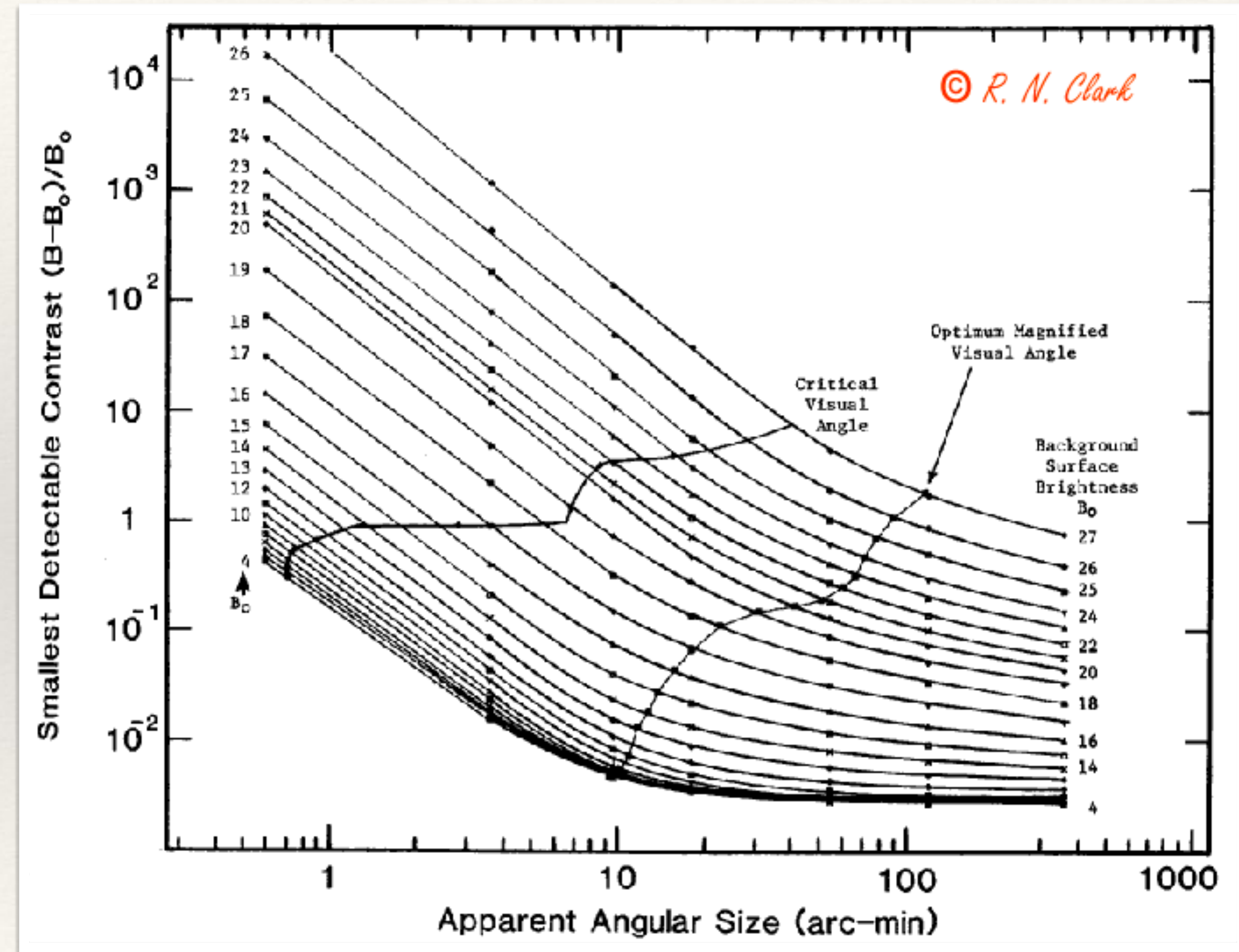
# Optimum Magnified Visual Angle

- ❖ Meer vergroten zorgt voor donkerder achtergrond, maar ook het object wordt donkerder!
- ❖ Oog is gevoeliger voor grotere, zwakke objecten



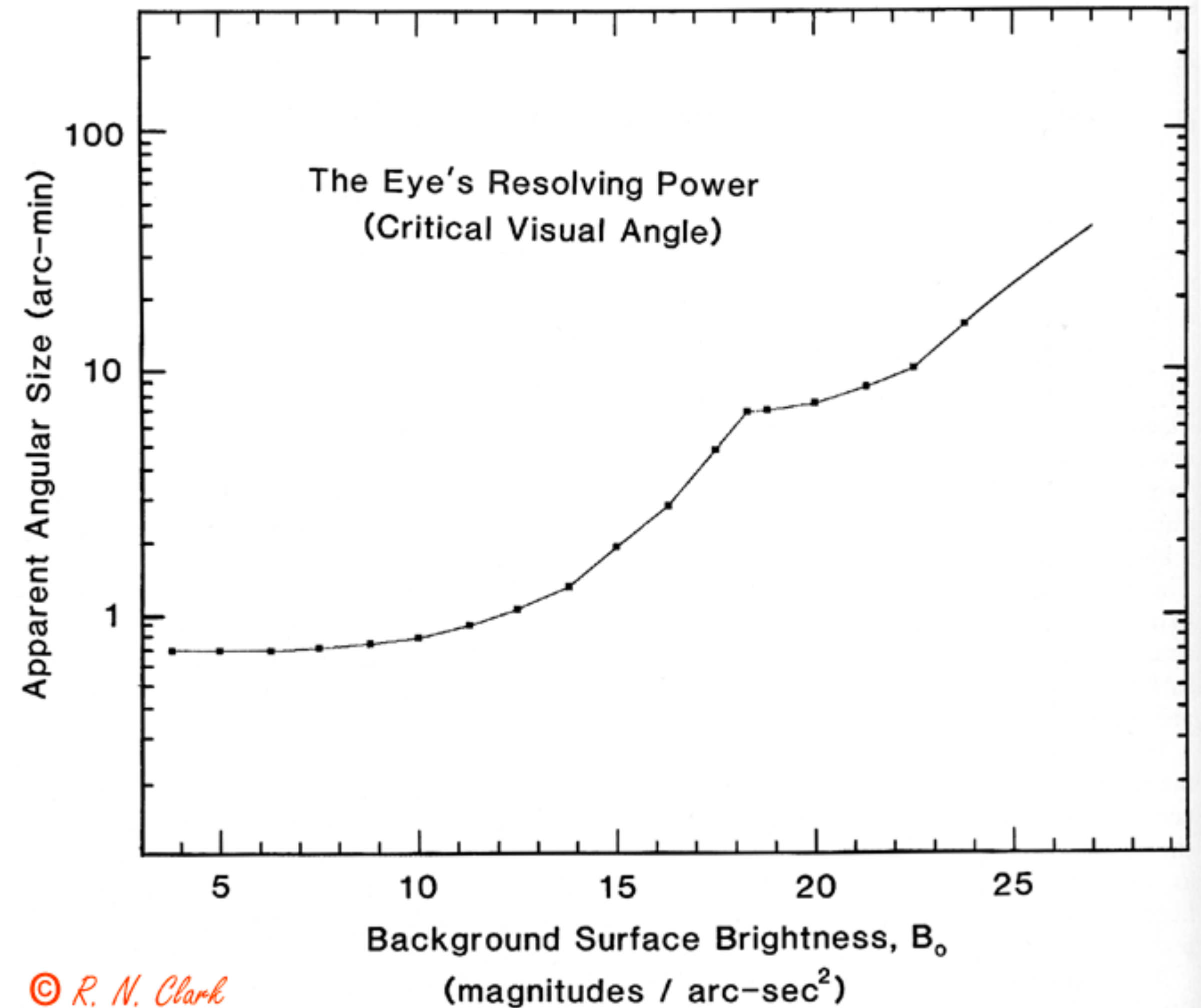
# Critical Visual Angle

- ❖ Horizontaal bewegen = meer vergroten
- ❖ Contouren van background surface brightness zijn rechte lijnen bij lage vergroting.
- ❖ Critical Visual Angle: Lijnen beginnen af te buigen. Objecten die kleiner zijn dan deze waarde zijn puntbronnen.
- ❖ Zwakste zichtbare oppervlakte helderheid neemt sneller af dan de achtergrond oppervlaktehelderheid. Dus zwakkere objecten (of details) zijn beter te zien bij hogere vergroting!
- ❖ Vanaf Optimum Magnified Visual Angle omgekeerd. Dus object is best zichtbaar bij Optimum Magnified Visual Angle.



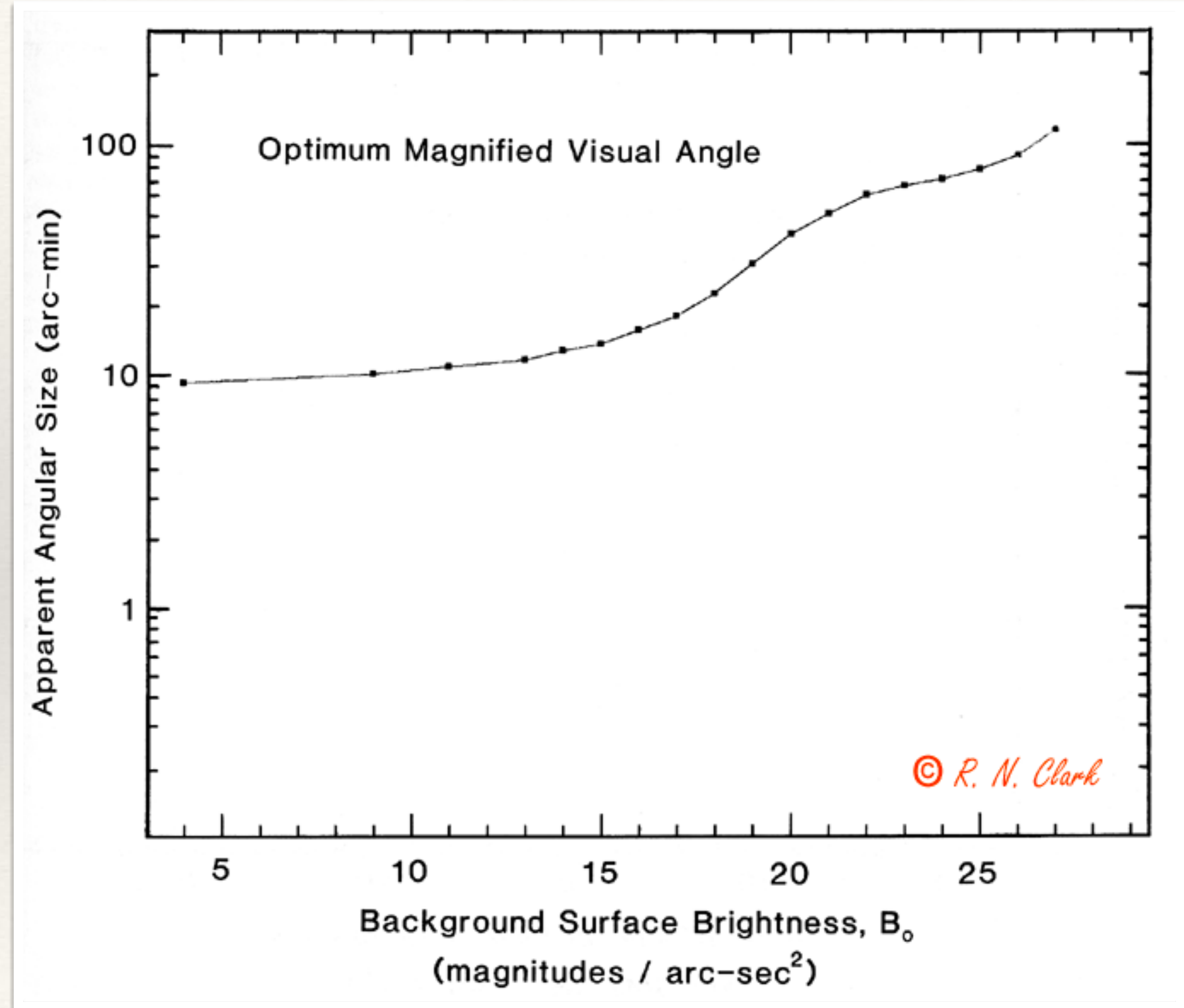
# Scheidend vermogen van oog

- ❖ Kleinere details zichtbaar bij veel licht.



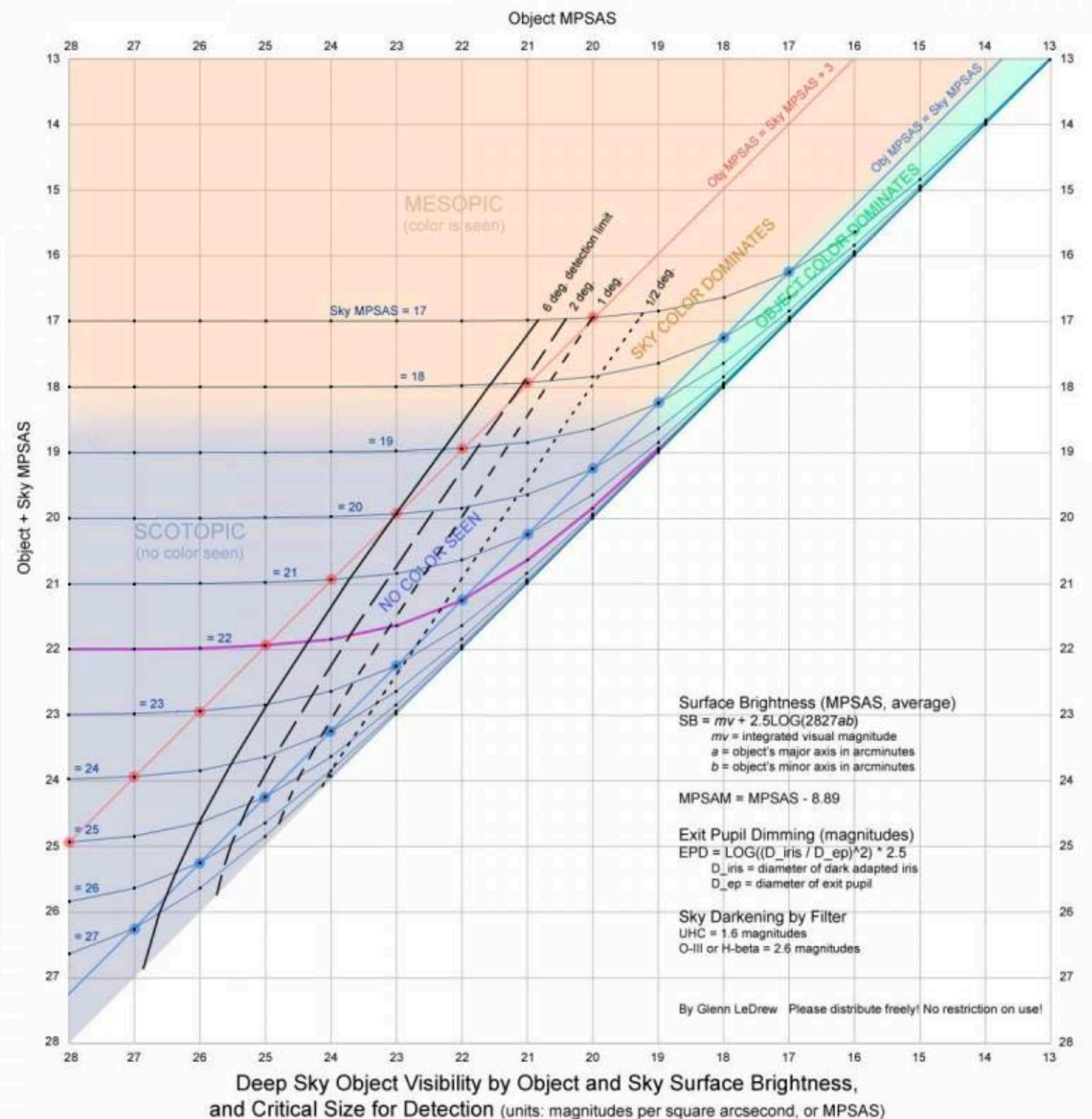
# Optimal Magnified Visual Angle

- ❖ Bij hogere vergroting wordt het object en de achtergrond zwakker!
- ❖ Beter zichtbaar omdat het oog gevoeliger is voor grotere zwakke objecten



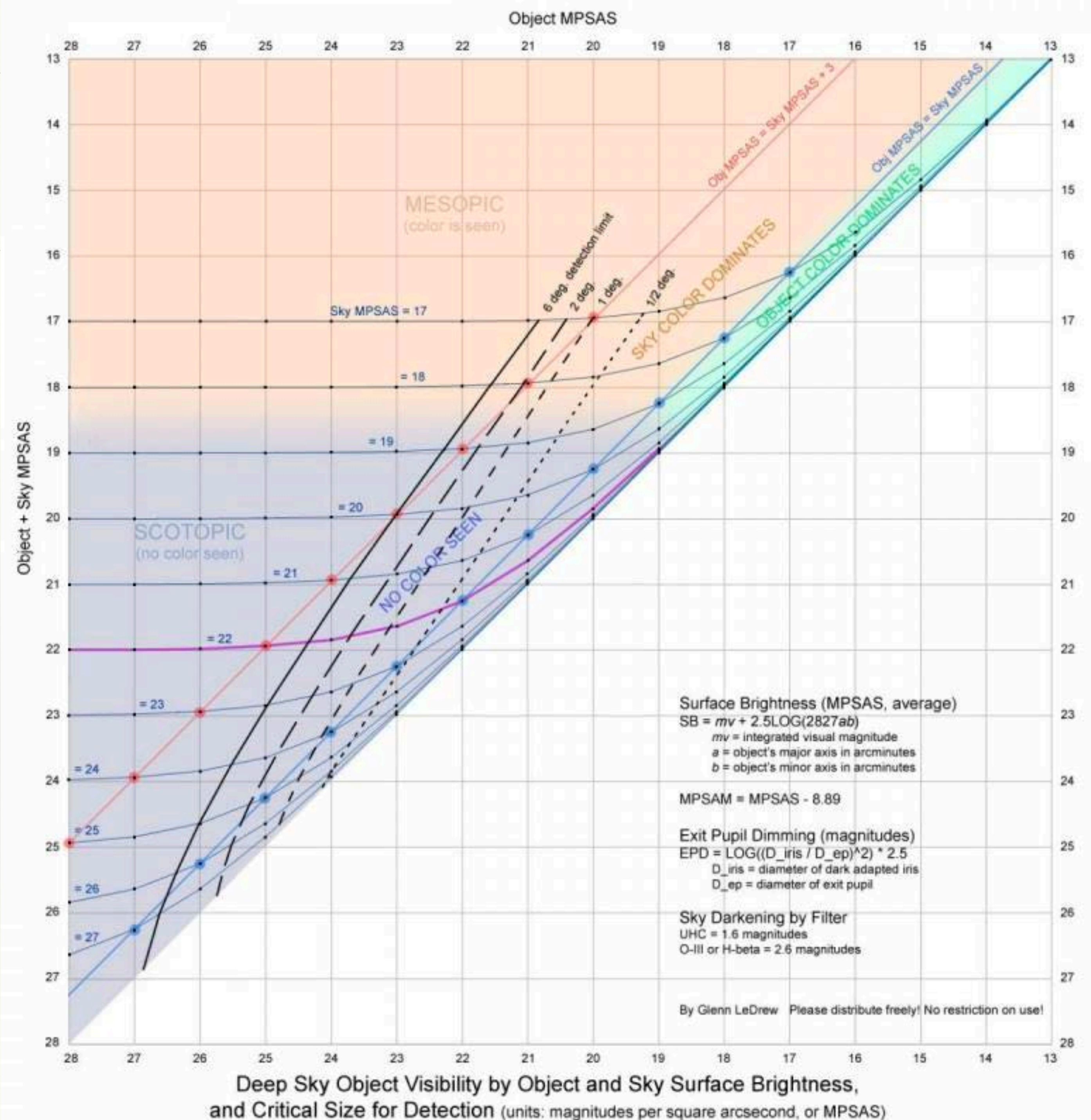
# Zichtbaarheid

- ❖ Blauwe stip: 2x helderder dan hemelachtergrond (0.75 magnitudes).
- ❖ Rode stip: 3x zwakker dan hemelachtergrond (0.06 magnitudes), net nog zichtbaar.
- ❖ Zwarte lijnen: diameter van object.



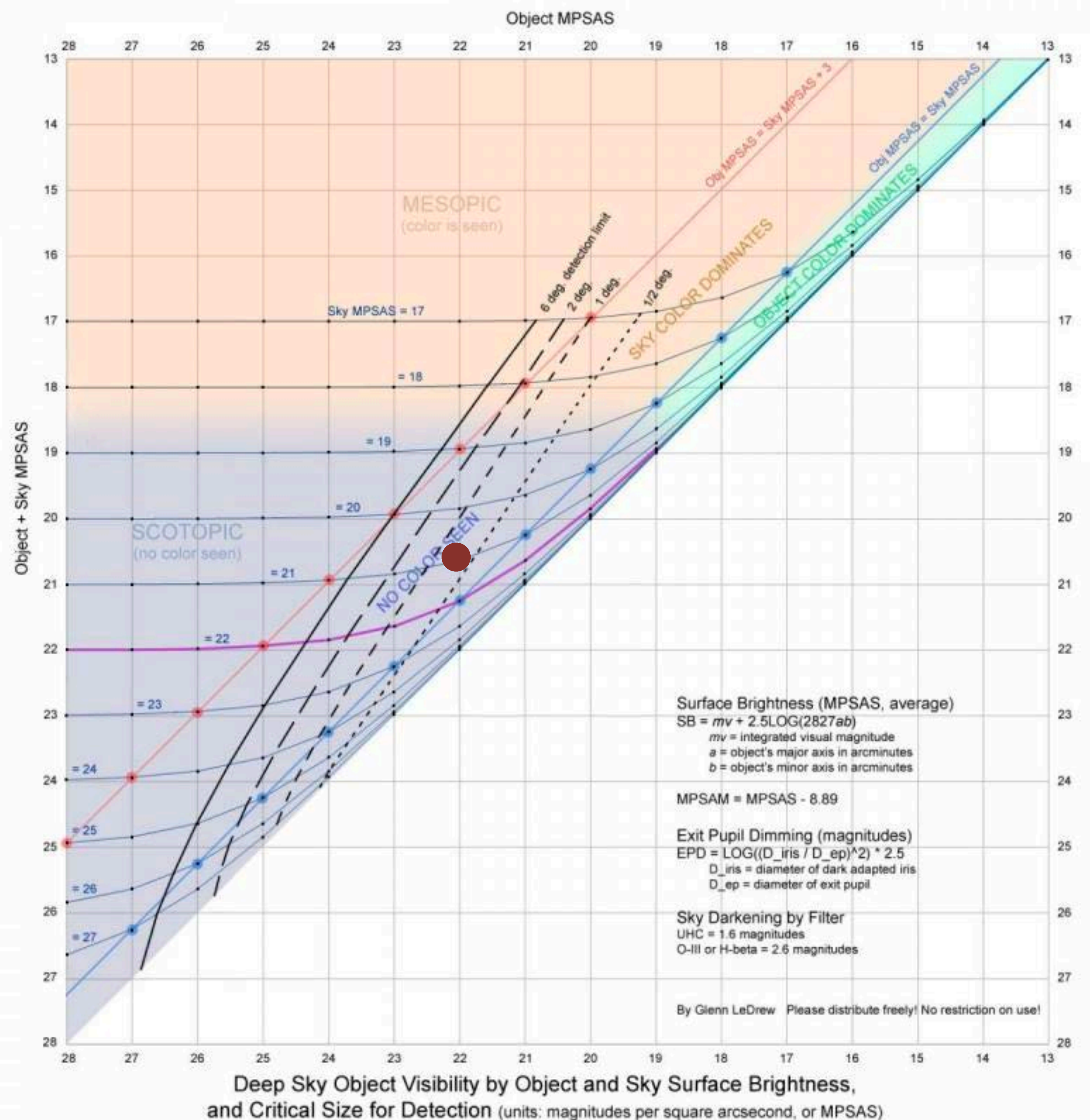
# Zichtbaarheid

- ❖ Zwakker dan 22 MPSA door kleinere uittrede pupil (hogere vergroting):
- ❖ Helderheid wordt zwakker met factor  $(7/0.7)^2 = 100$ , of  $LOG(100) * 2.5 = 5$  magnitudes.
- ❖ Filters laten meeste licht door maar verdonkeren de achtergrond.



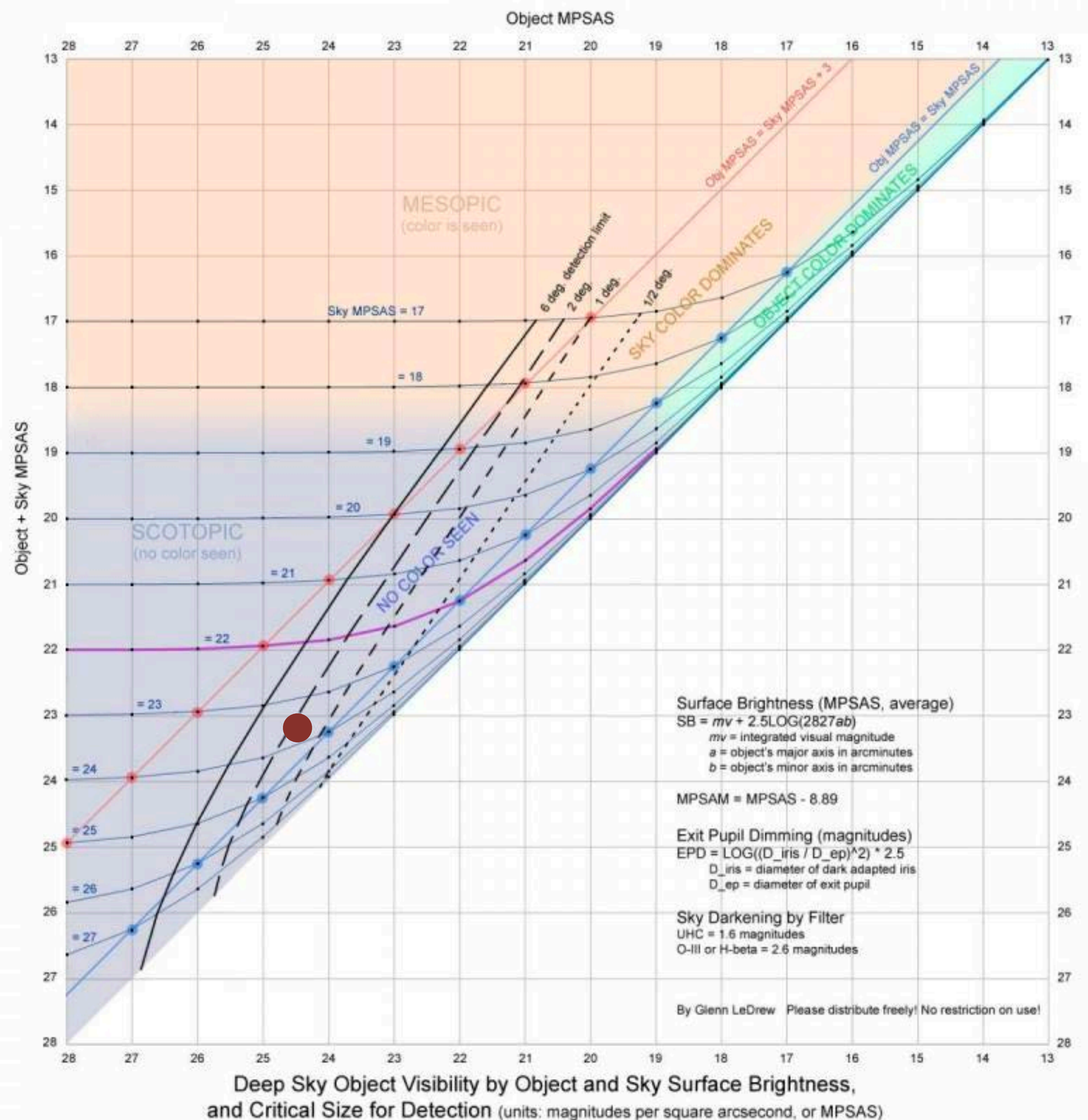
# Voorbeeld 1

- ❖ Hemel: 21 MPSAS
- ❖ Object: 22 MPSAS
- ❖ Diameter: 10'
- ❖ Telescoop: 200mm
- ❖ Uittredepupil: 6mm
- ❖ Vergroting:  $200/6 = 33.3\times$
- ❖ Schijnbare diameter:  
 $10' \times 33.3 = 333' = 5.6^\circ$



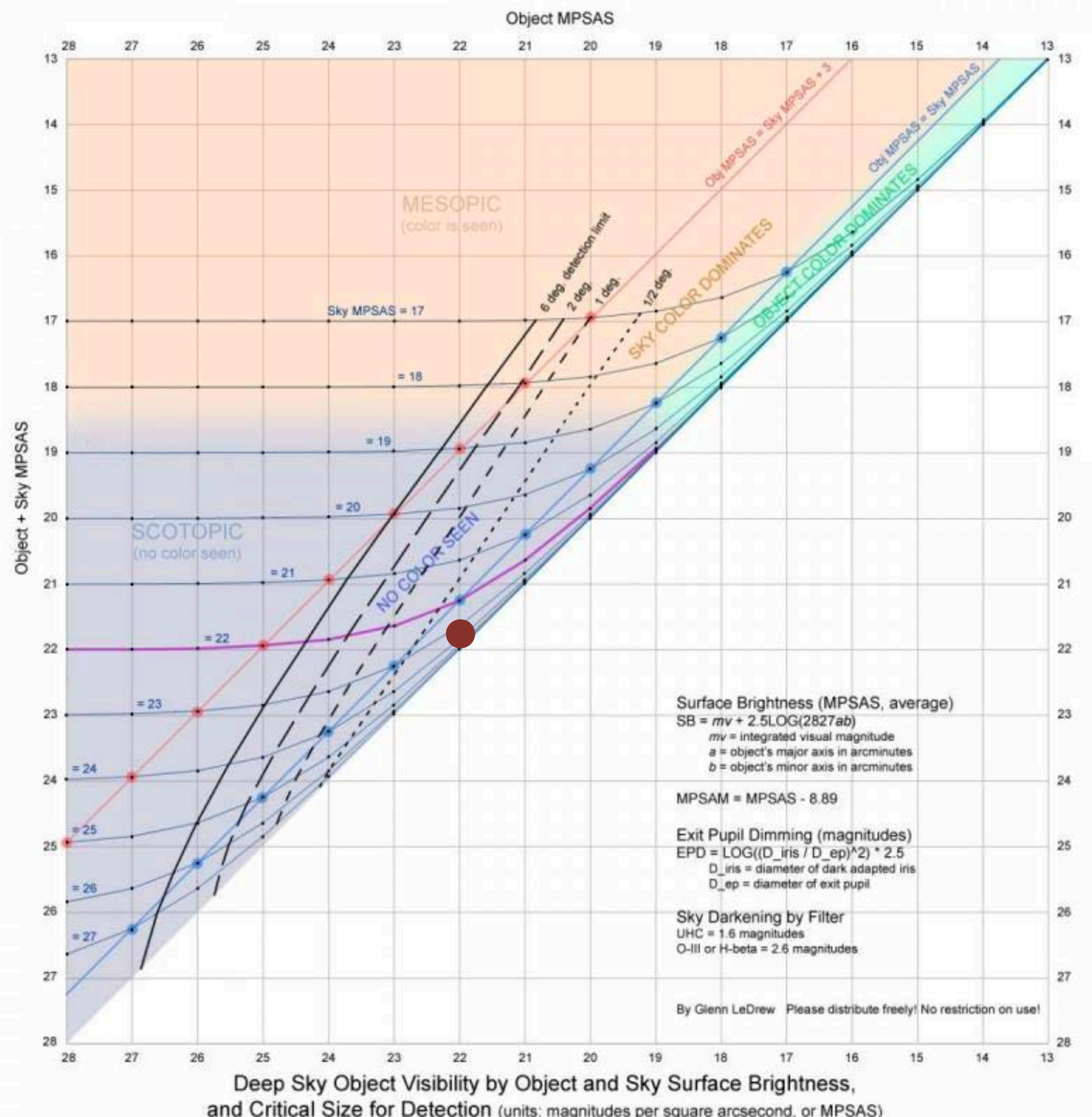
# Voorbeeld 2

- ❖ Hemel: 21 MPSAS
- ❖ Object: 22 MPSAS
- ❖ Diameter: 2'
- ❖ Telescoop: 200mm
- ❖ Uittredepupil: 2mm
- ❖ Vergroting:  $200/2 = 100\times$
- ❖ Schijnbare diameter:  
 $2' \times 100 = 200' = 3.3^\circ$
- ❖ Verzwakking =  $(6/2)^2 = 9$ ,  
 $\text{LOG}(9) * 2.5 = 2.4$  magnitudes

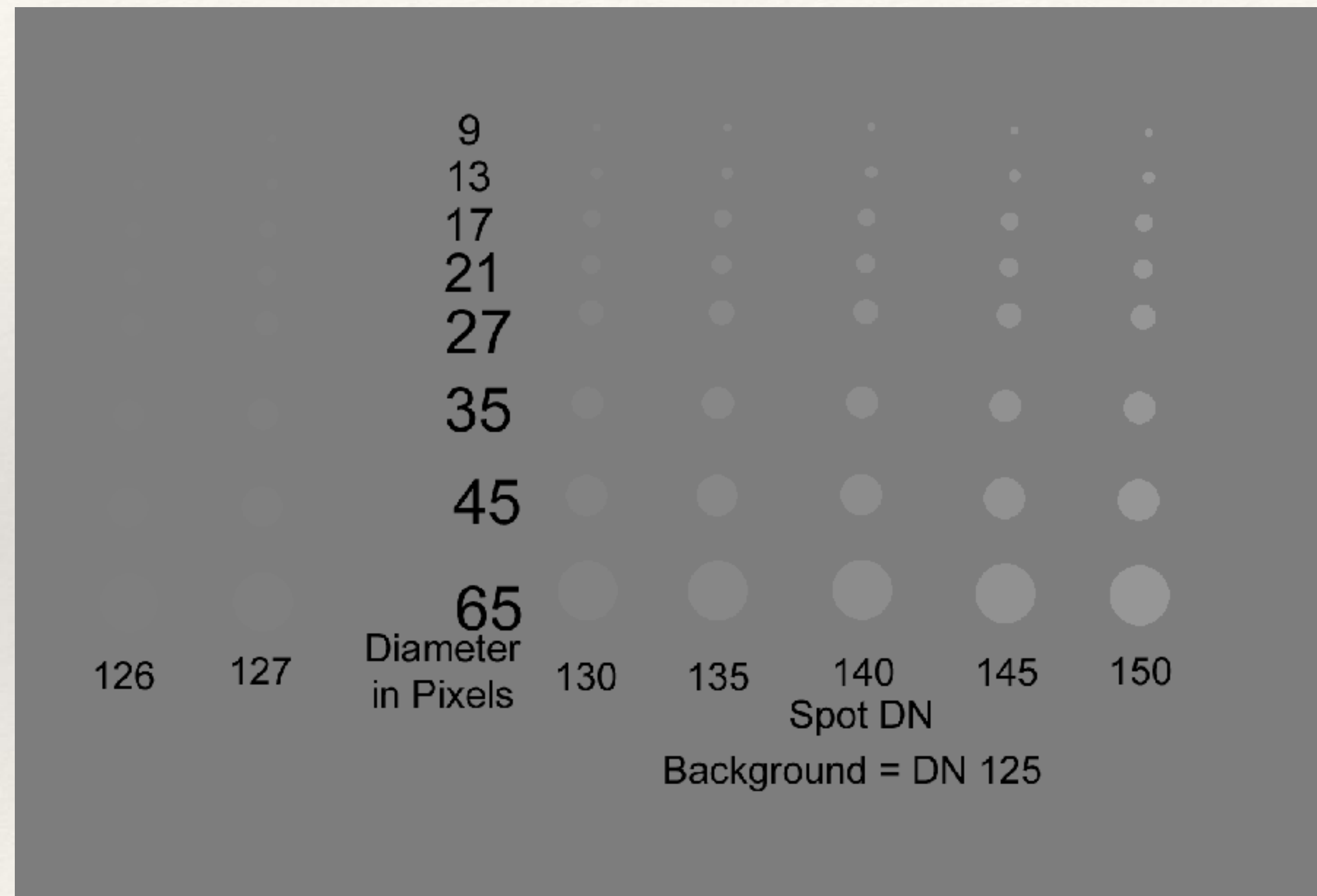


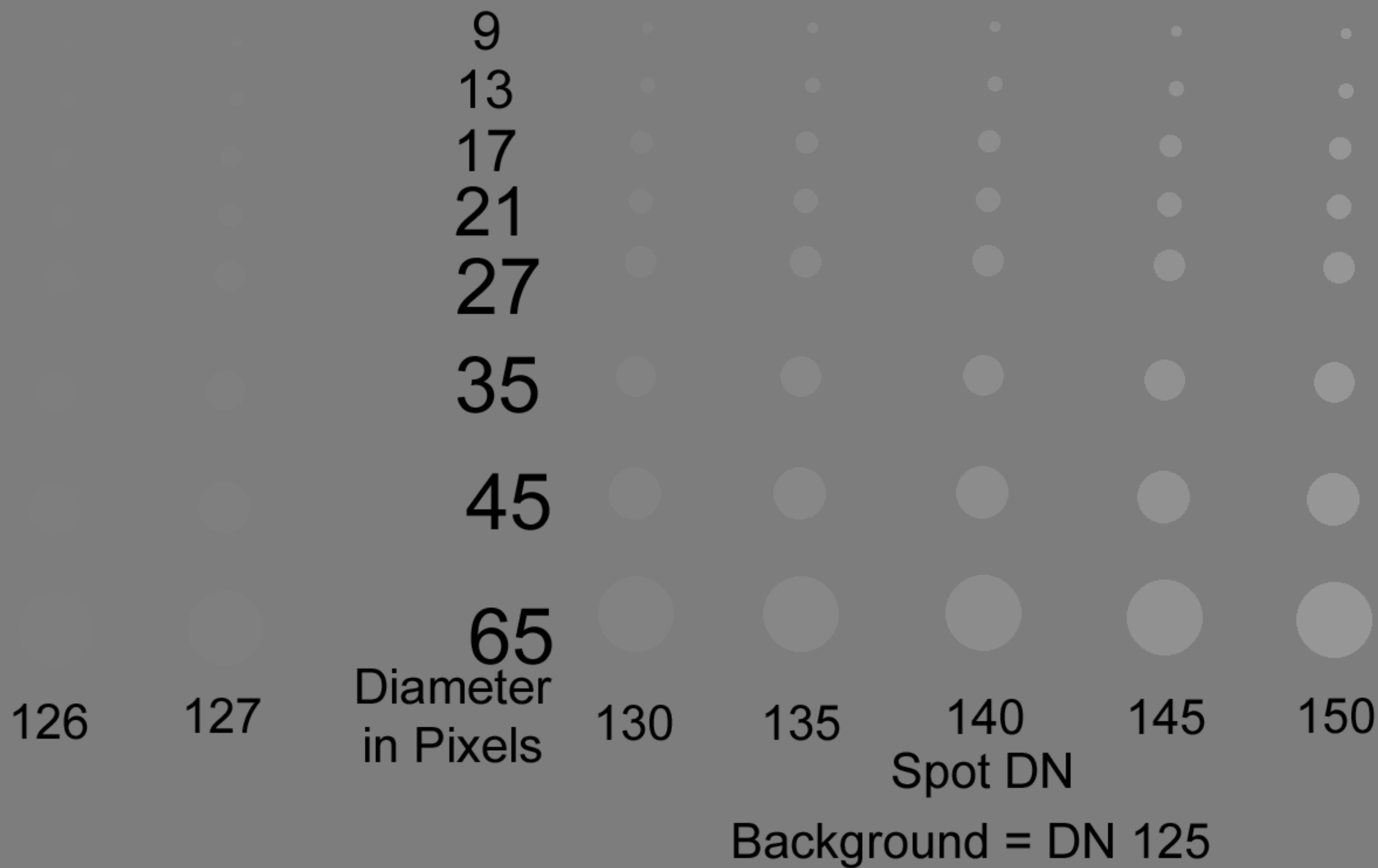
# Voorbeeld 3

- ❖ Hemel: 21 MPSAS
- ❖ Object: 22 MPSAS
- ❖ Diameter: 2'
- ❖ Telescoop: 200mm
- ❖ Uittrede pupil: 6mm
- ❖ Vergroting:  $200/6 = 33.3\times$
- ❖ Schijnbare diameter:  
 $2' \times 33.3 = 66.6' = 1.1^\circ$
- ❖ O-III filter: Hemel 2.6 magnitude donkerder

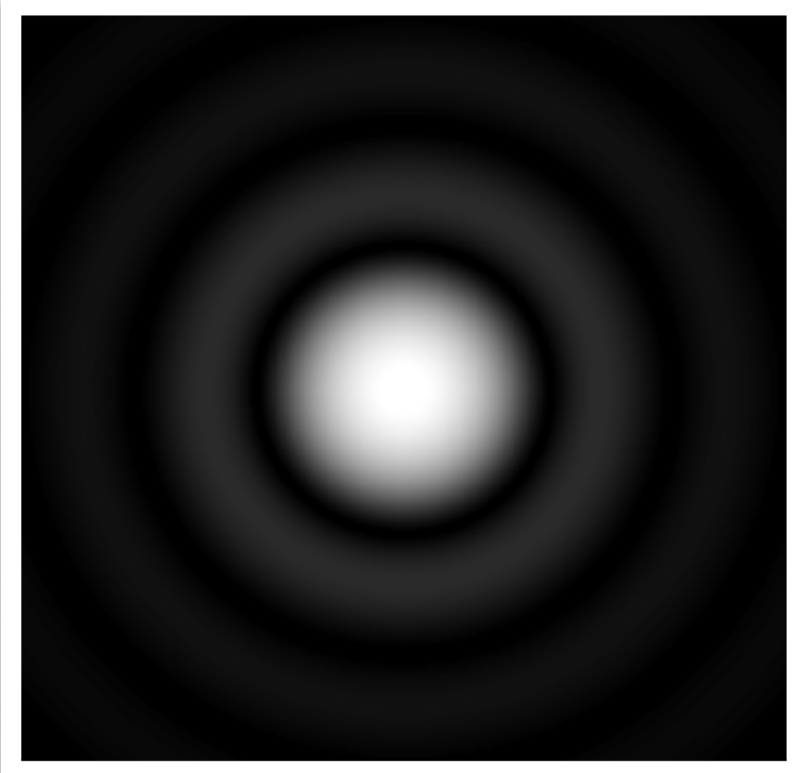


# Contrast en vergroting





# Airy-schijf

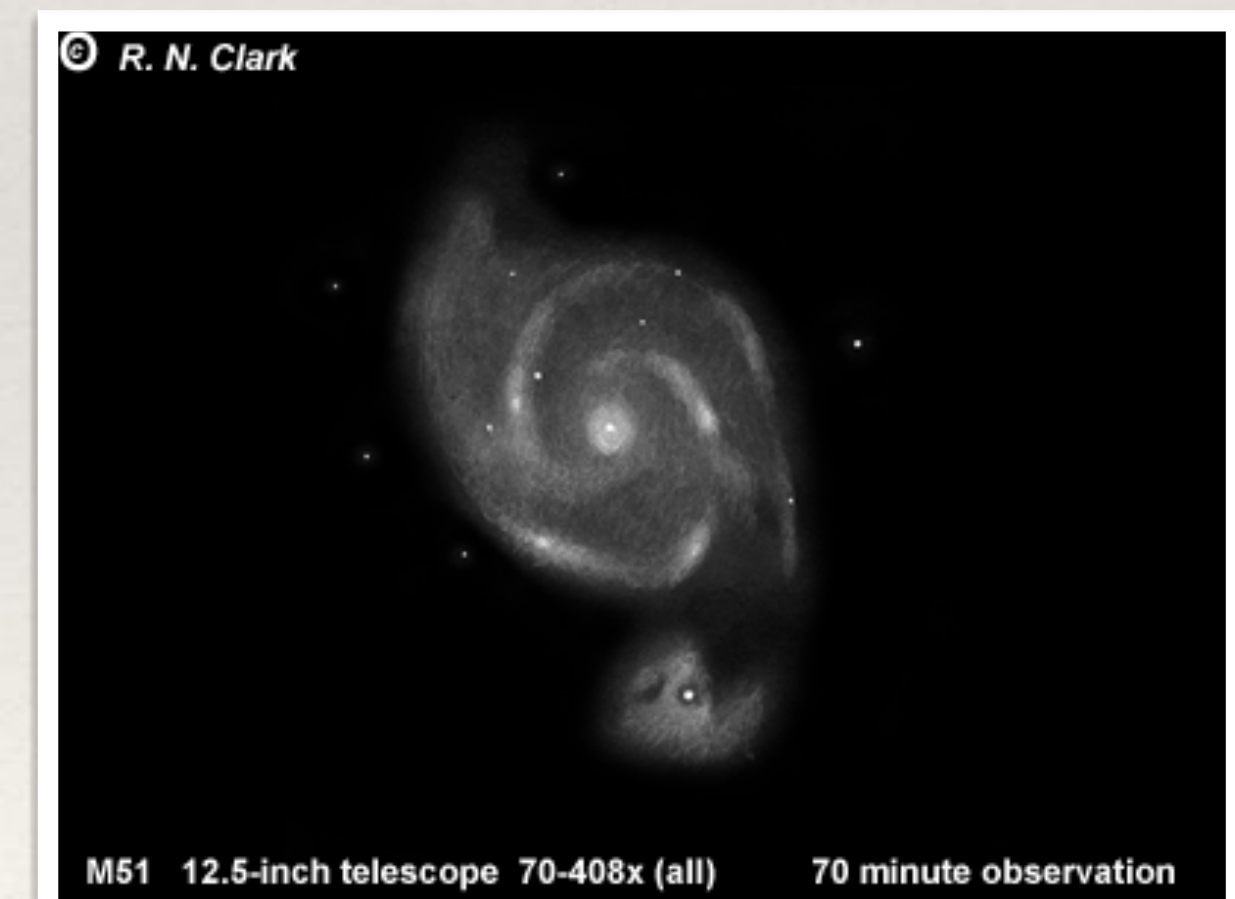
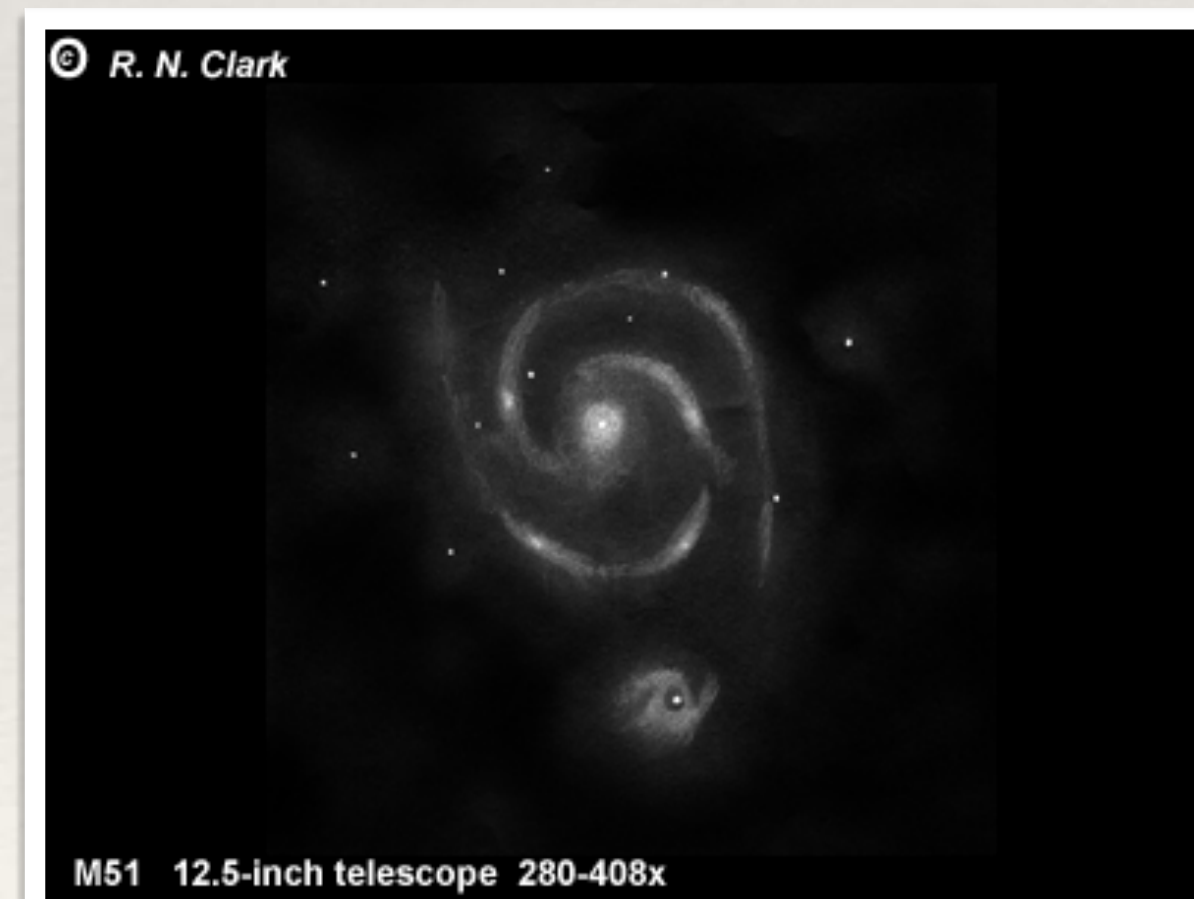
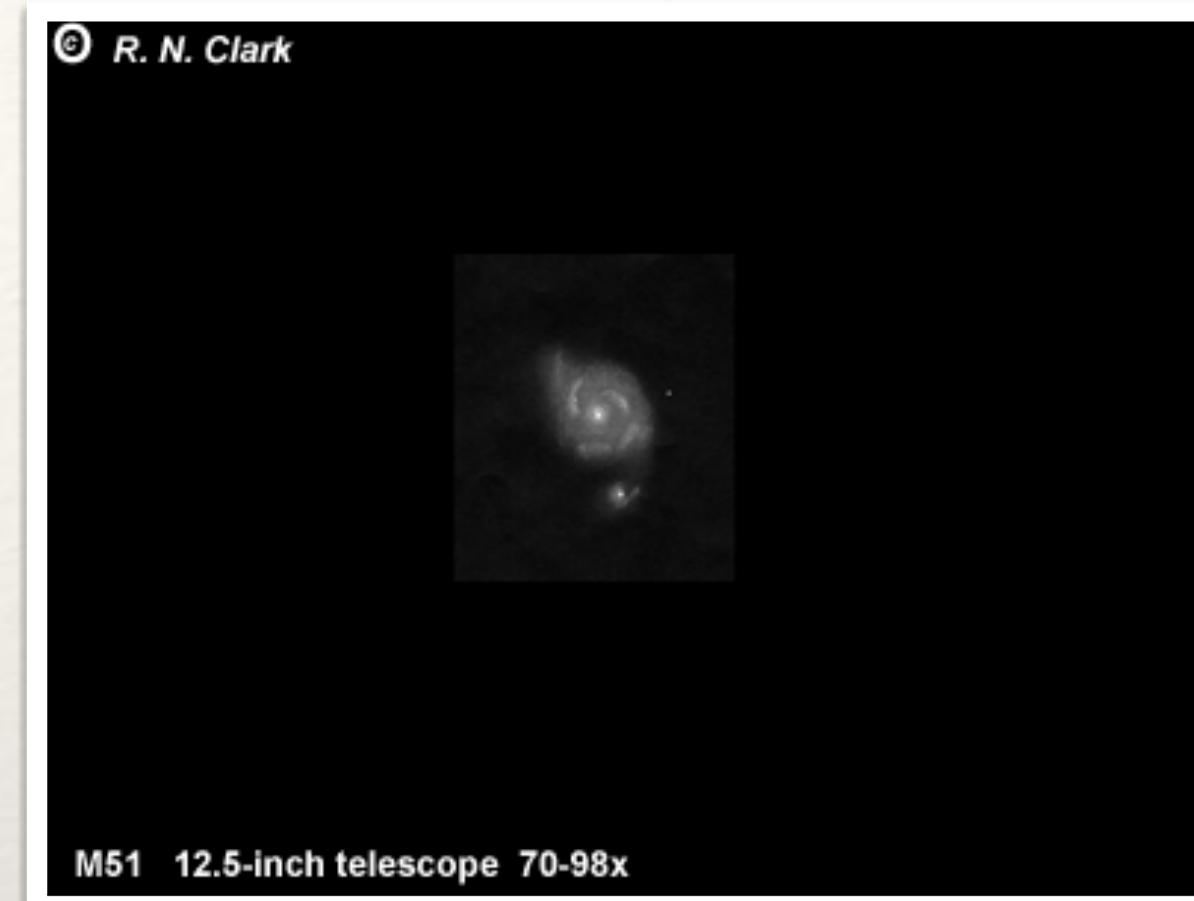


- ❖ Kleinste lichtvlek dat een lens of spiegel kan focussen
- ❖ Lichtvlek met steeds zwakker wordende ringen rond
- ❖  $\text{Grootte van airy-schijf (')} = \frac{260}{\text{Diameter (mm)}}$
- ❖  $\text{Grootte van airy-schijf (mm)} = 0.00124 \times \text{f-waarde (mm)}$
- ❖ Voor fotografie wil je de pixelgrootte aanpassen de airy-schijf

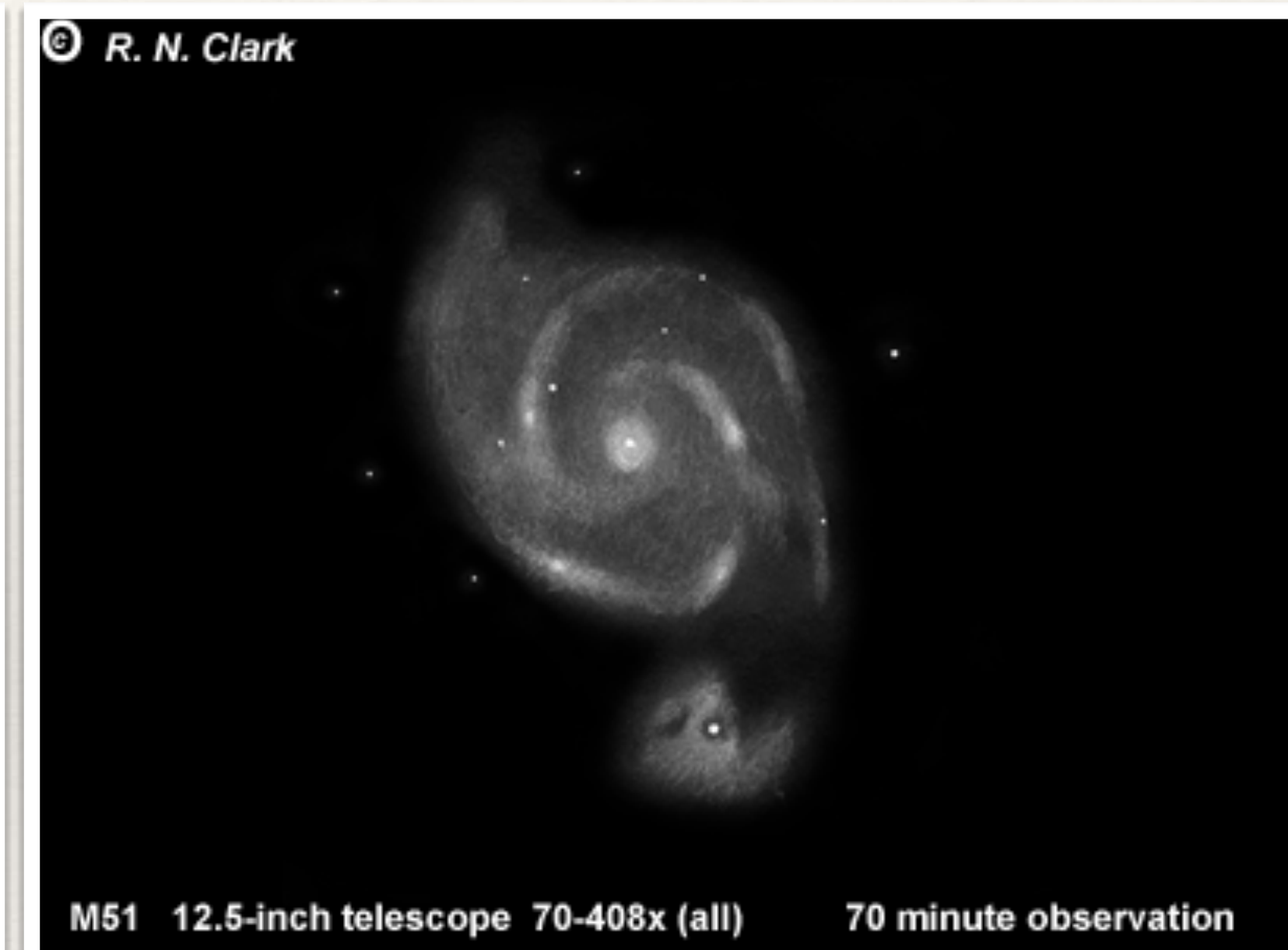
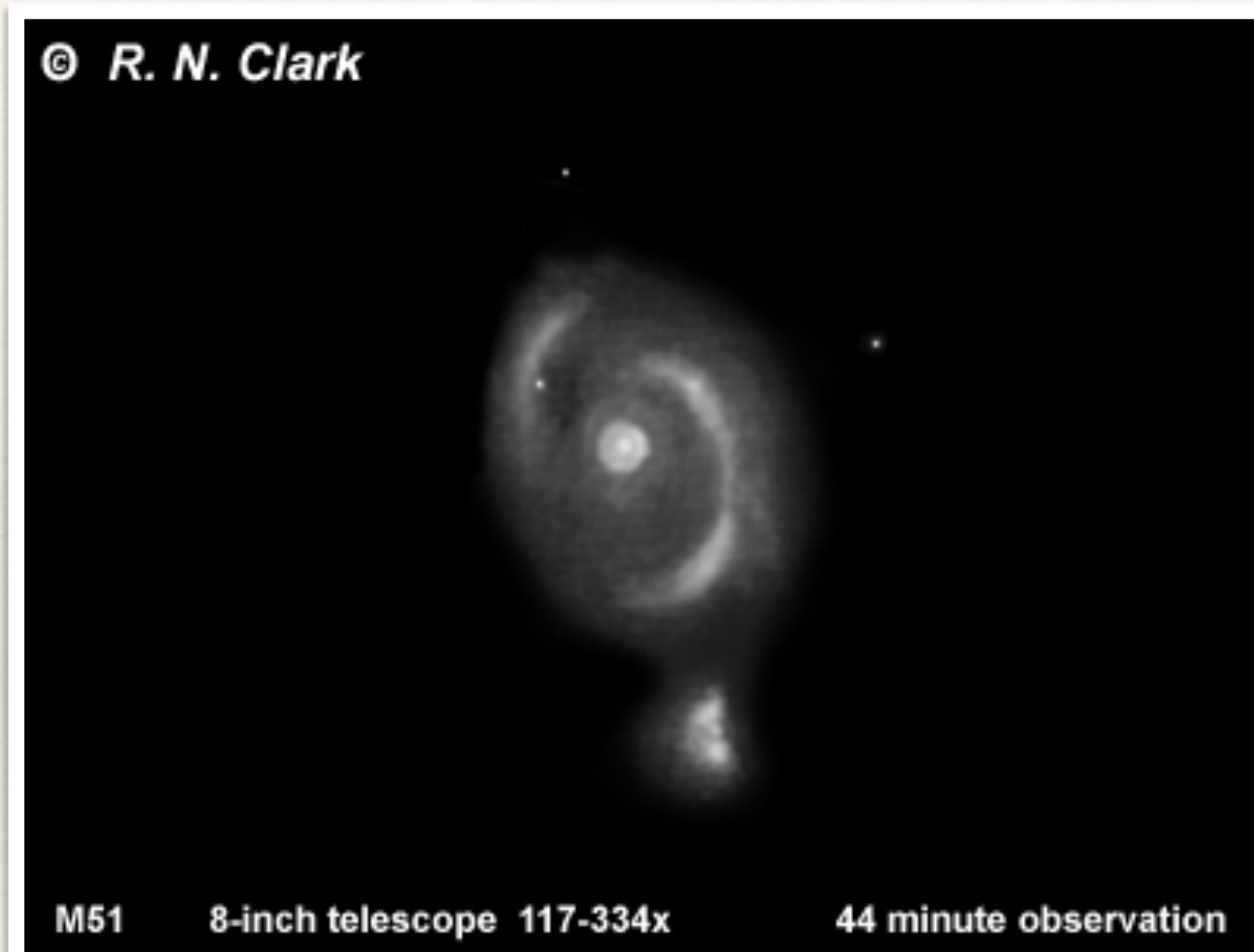
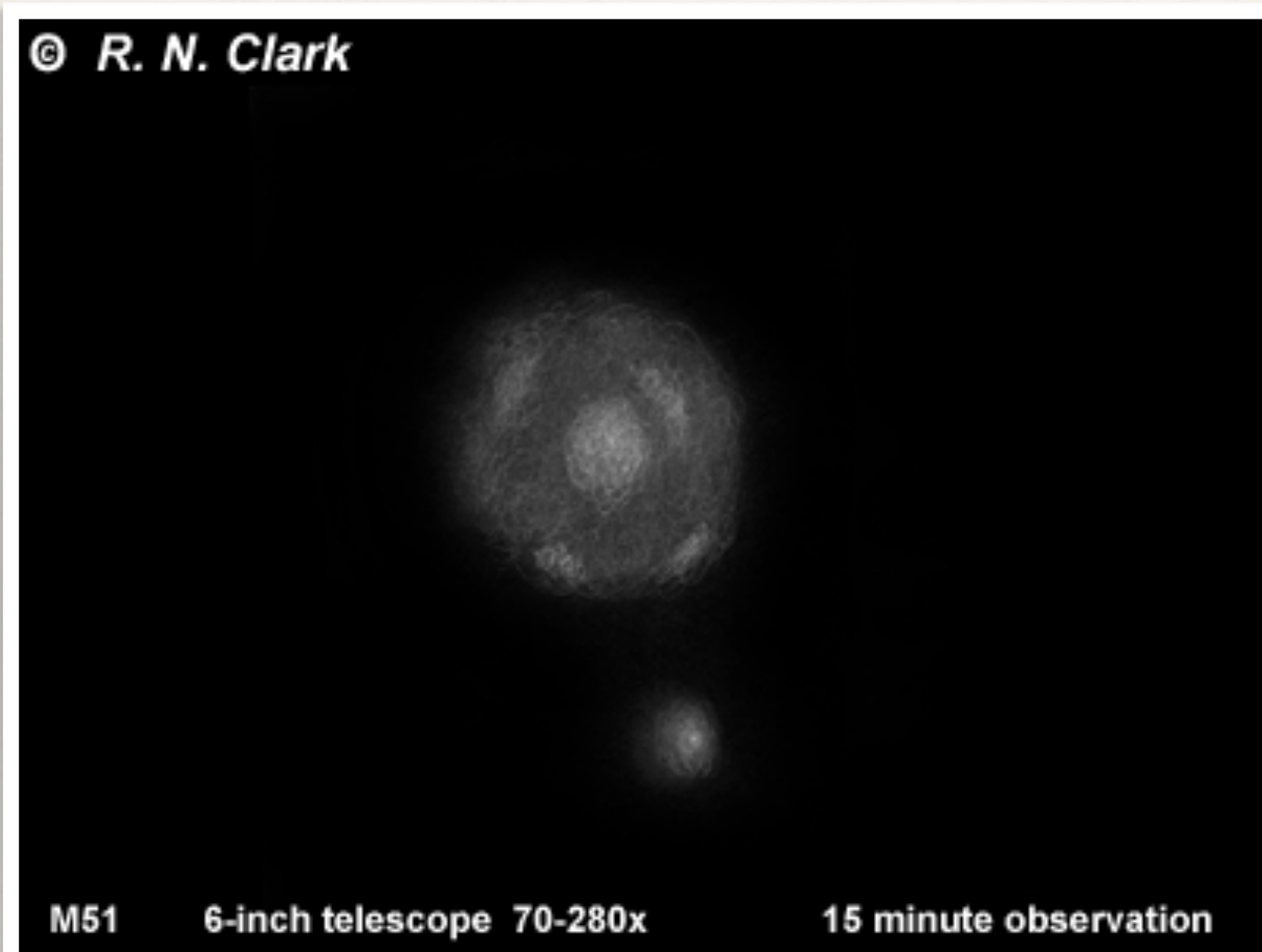
|    | Blote oog | 5 cm<br>f/5.0 | 11cm<br>f/7.0 | 20cm<br>f/6.0 | 45cm<br>f/4.5 |
|----|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| '' | 37.1      | 5.2           | 2.4           | 1.3           | 0.6           |
| mm |           | 0.0062        | 0.00868       | 0.00744       | 0.00558       |

# Invloed van vergroting

- ❖ Gevoeliger voor laag contrast als objecten groter zijn
- ❖ Maar oppervlaktehelderheid daalt!

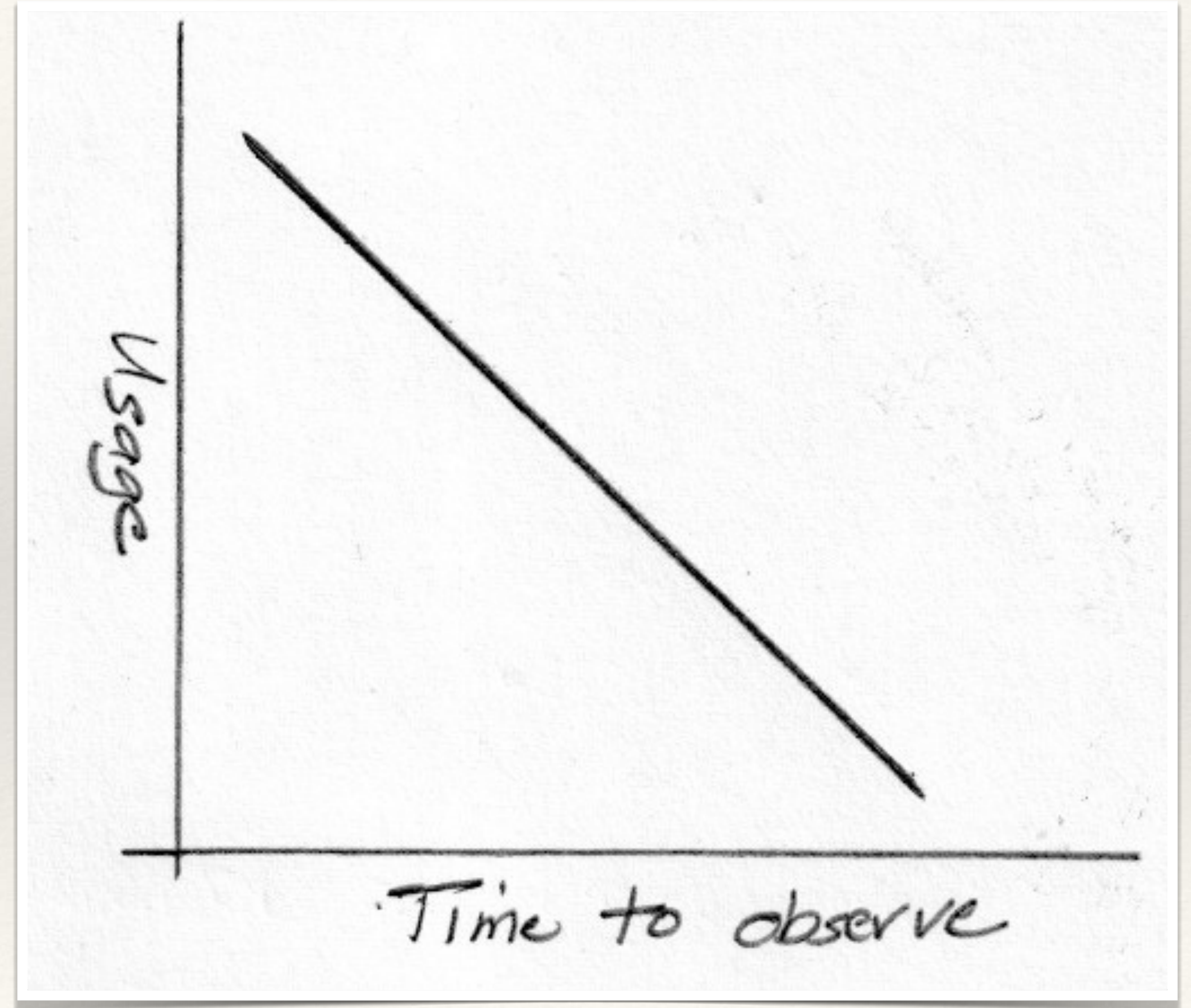


# Invloed van spiegeldiameter



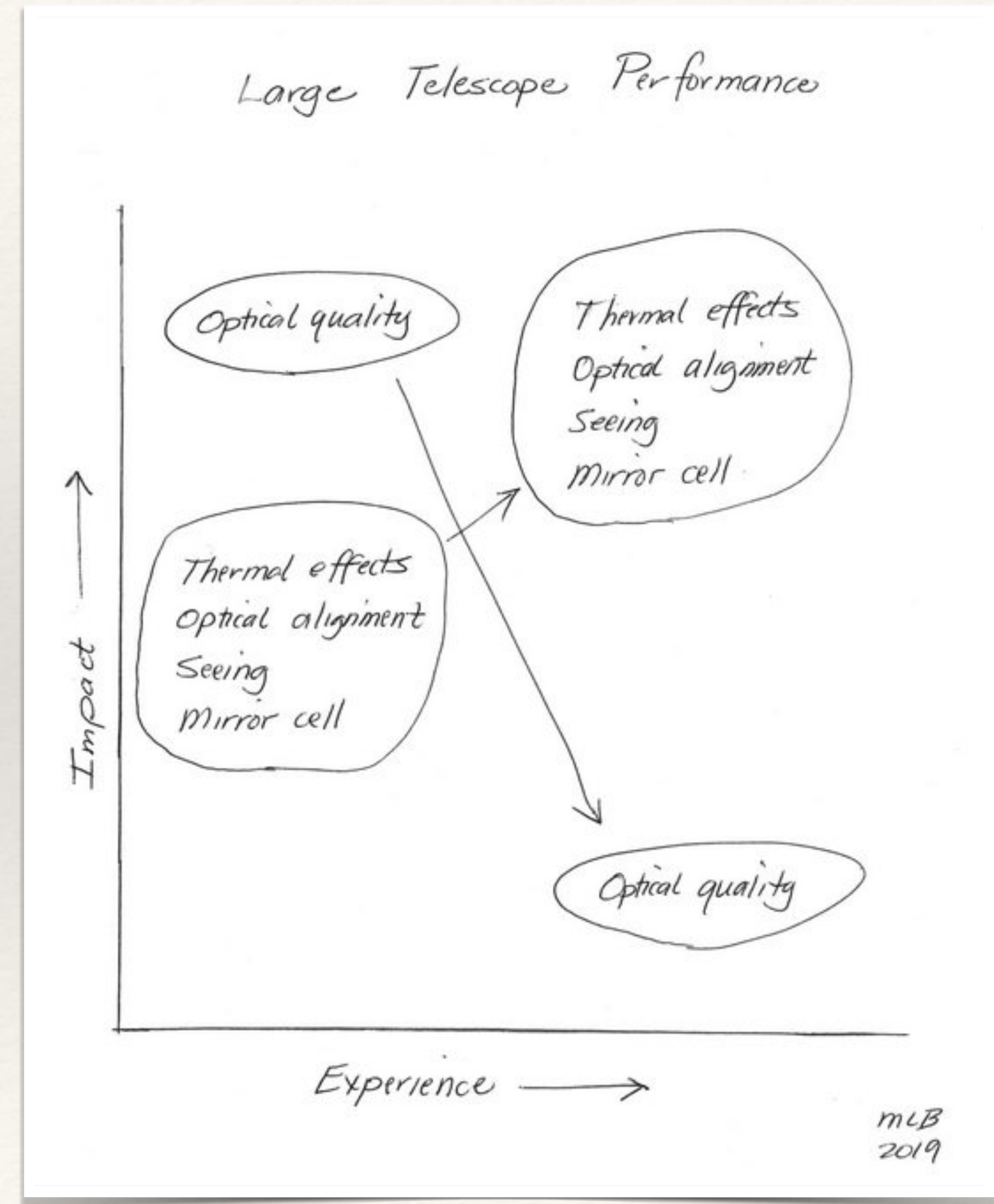
# De ideale telescoop

- ❖ De Mel Bartels formule:
  - ❖  $TV = A * F * f_{e,f,a} * f_u * f_s * f_x$
- ❖ TV = Waarde van de telescoop
- ❖ A = Diameter van de spiegel / lens
- ❖ F = Beeldveld
- ❖  $f_{e,f,a}$  = oculairs, filters, accessoires
- ❖  $f_u$  = gebruiksvriendelijkheid
- ❖  $f_s$  = hemelkwaliteit
- ❖  $f_x$  = ervaring



# Telescoop-prestaties

1. Koeling van spiegel lens
2. Collimatie
3. Seeing
4. Spiegelcellen / ophanging lens
5. Kwaliteit van spiegel / lens



# Folding telescope



# Sliding telescope



# Richest Field Telescopes

- ❖ Welke telescoop toont het meeste aantal sterren (bij een uittredepupil van 5 - 7mm)?
- ❖ De Ethos-revolutie!

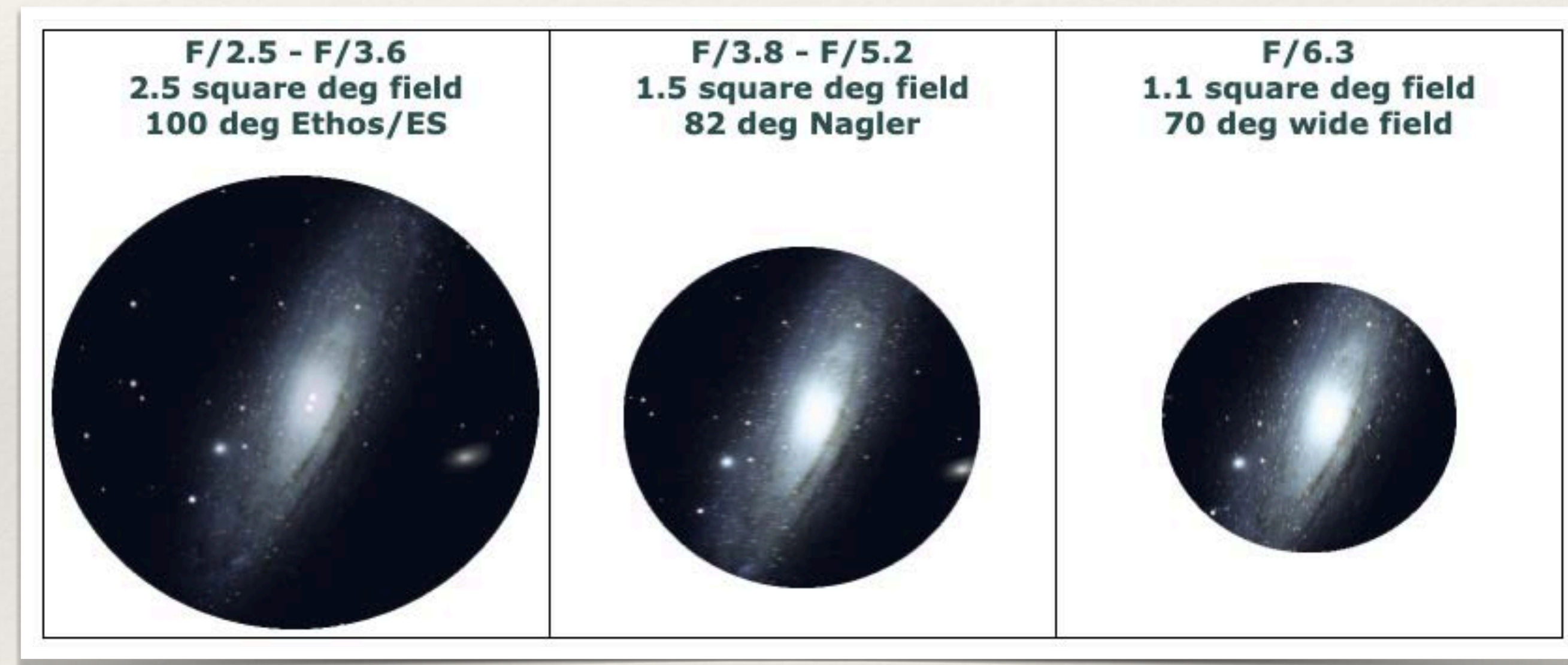
| Diameter (mm) | # sterren (60°) | #sterren (100°) |
|---------------|-----------------|-----------------|
| 7             | 1300            | 3600            |
| 50            | 2500            | 6900            |
| 100           | 2700            | 7600            |
| 200           | 2800            | 7800            |
| 400           | 2700            | 7600            |
| 800           | 2200            | 6200            |

# Richest Field Telescopes

| F-waarde | Beste oculair | FOV (deg^2) |
|----------|---------------|-------------|
| 2.5      | Ethos 17mm    | 2.5         |
| 3.0      | Ethos 21mm    | 2.5         |
| 3.6      | ES 25mm       | 2.3         |
| 3.8      | Nagler 26mm   | 1.5         |
| 4.5      | Nagler 31mm   | 1.6         |

Maximale spiegeldiameter voor 1.8 graden FOV

| F-waarde | Oculair     | Spiegeldiameter |
|----------|-------------|-----------------|
| 2.5      | Ethos 17mm  | 13.1            |
| 3.0      | Ethos 21mm  | 13.0            |
| 3.6      | ES 25mm     | 12.2            |
| 3.8      | Nagler 26mm | 10.1            |
| 4.5      | Nagler 31mm | 10.2            |

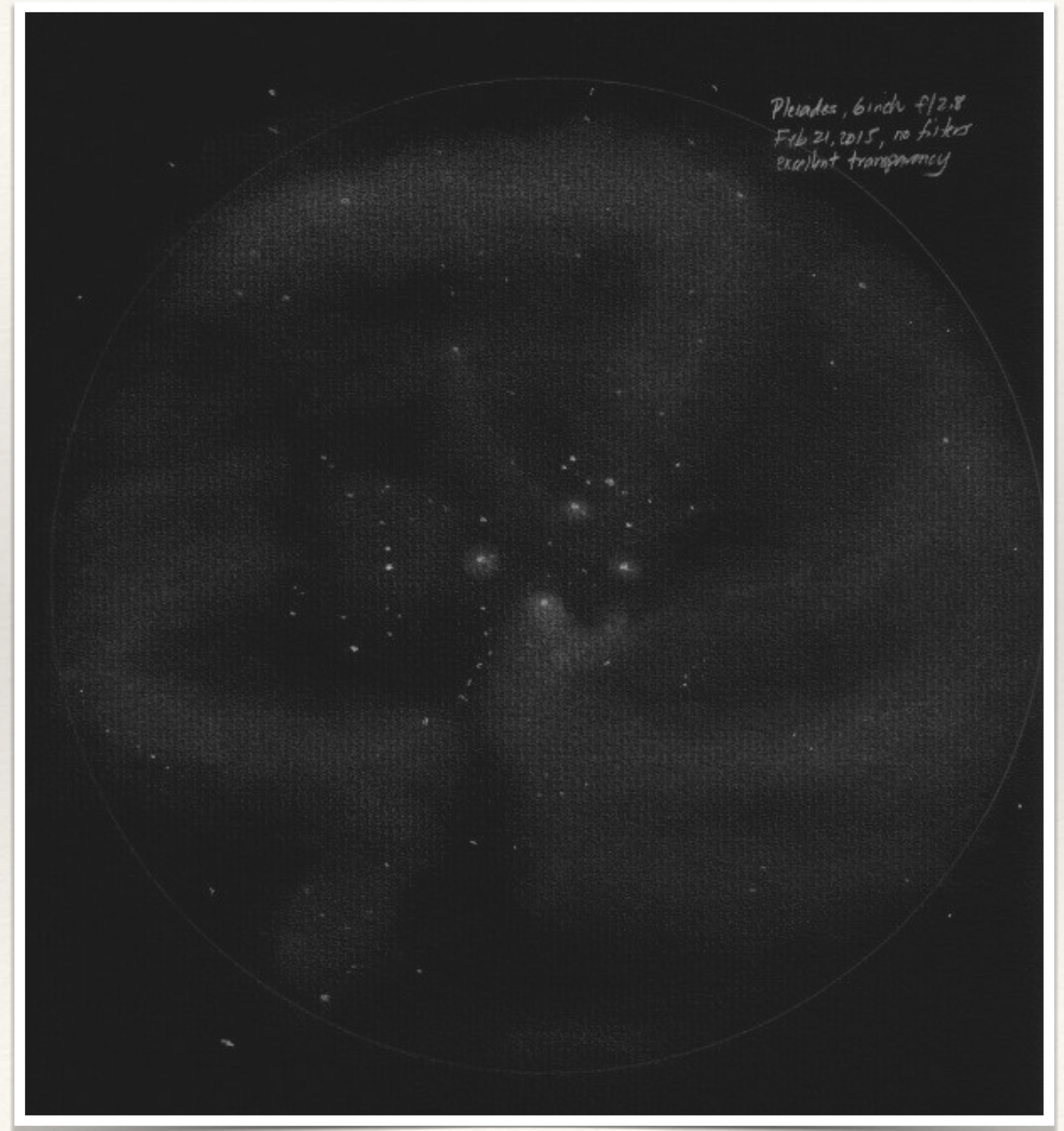


“The views through my 5 inch RFT are truly marvelous. The dark nebulae in Sagittarius stand out beautifully, as it does on a moderate exposure photograph.”

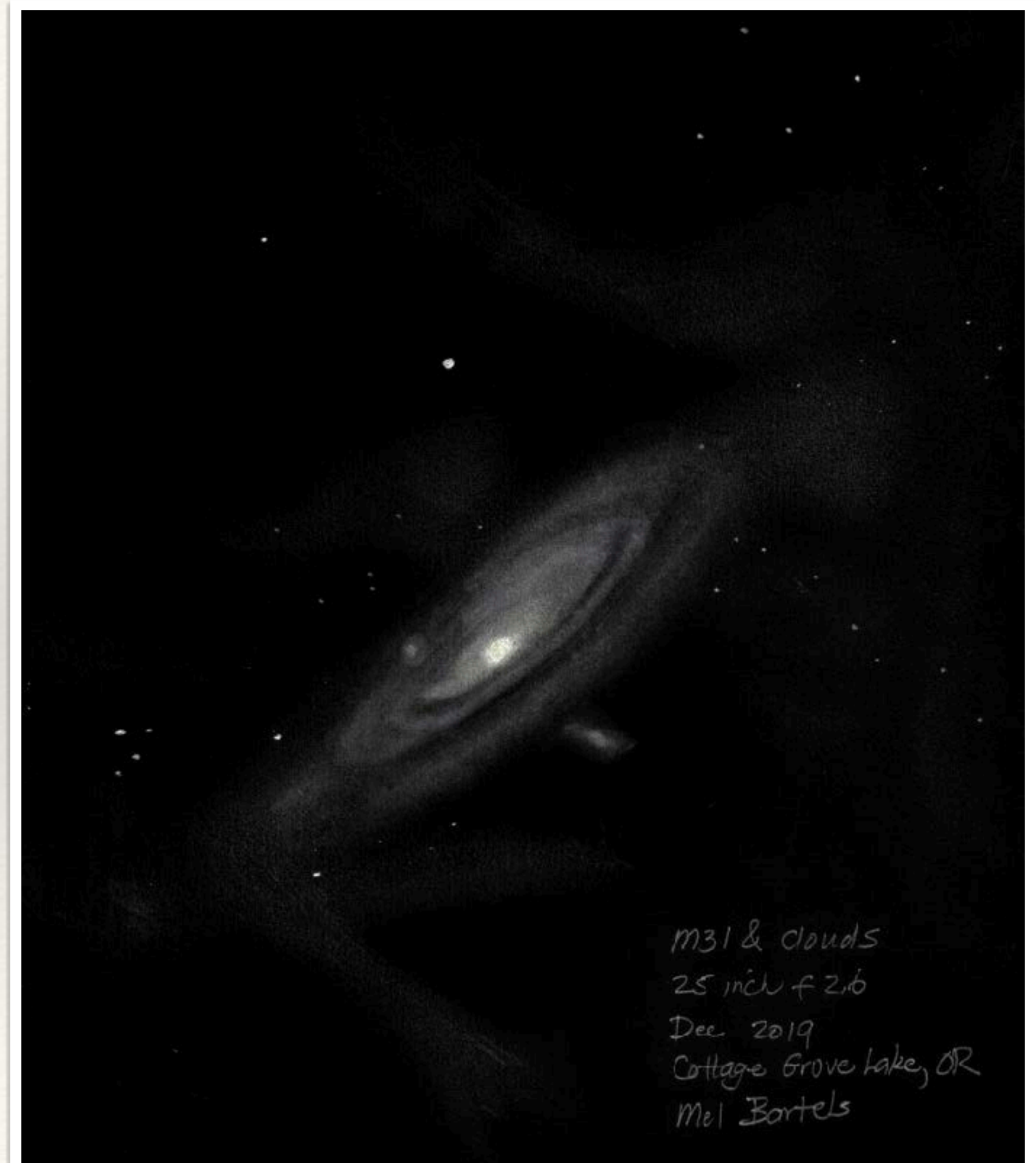
*–Clyde Tombaugh, 1935*

# Richest Field Telescopes

- ❖ Niet enkel meeste sterren, maar ook zwakste nevels
- ❖ Nevel moet in beeld passen!

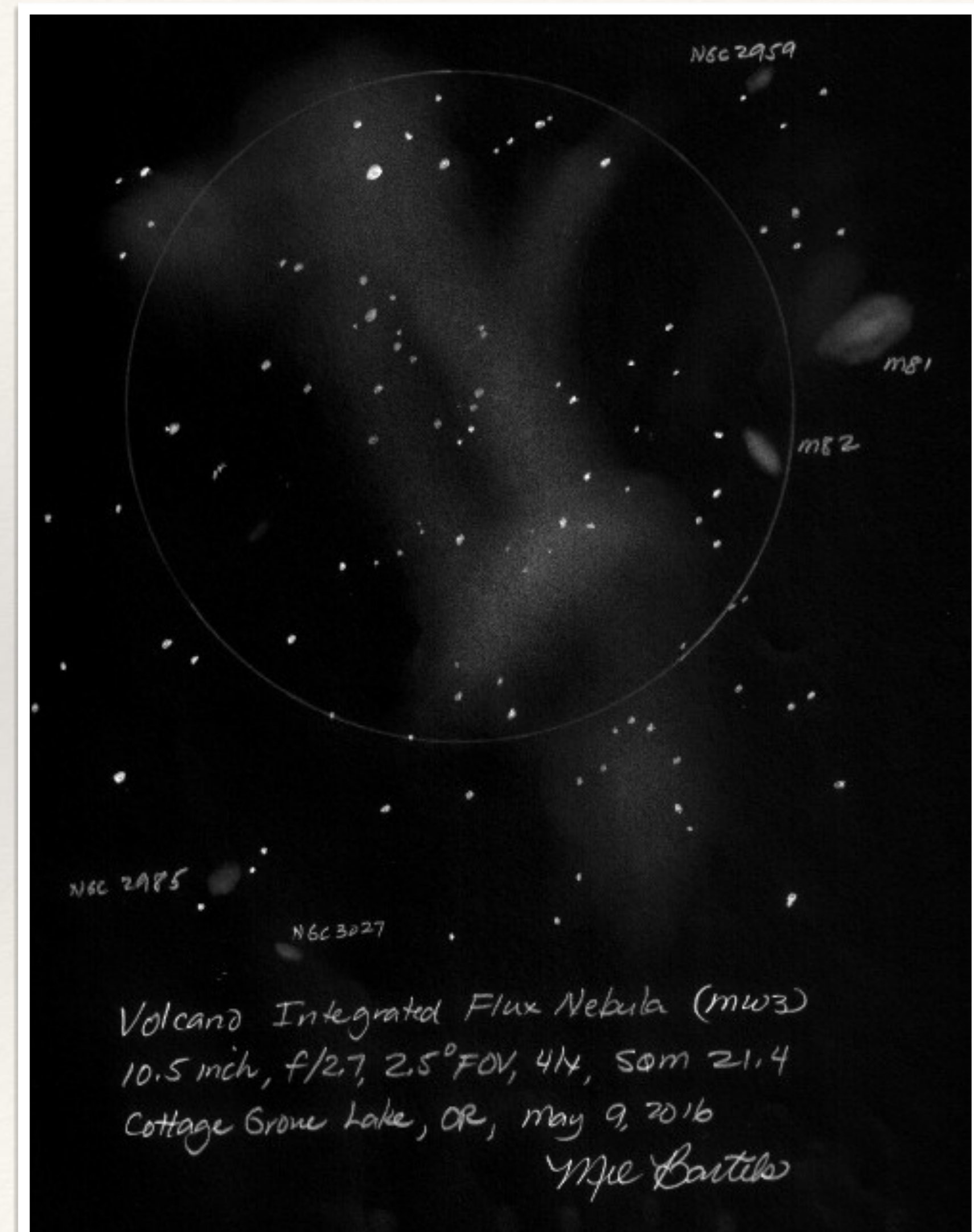


# Richest Field Telescopes



# Richest Field Telescopes

- ❖ Integral Flux Nebels (IFN)
- ❖ Niet enkel fotografisch!

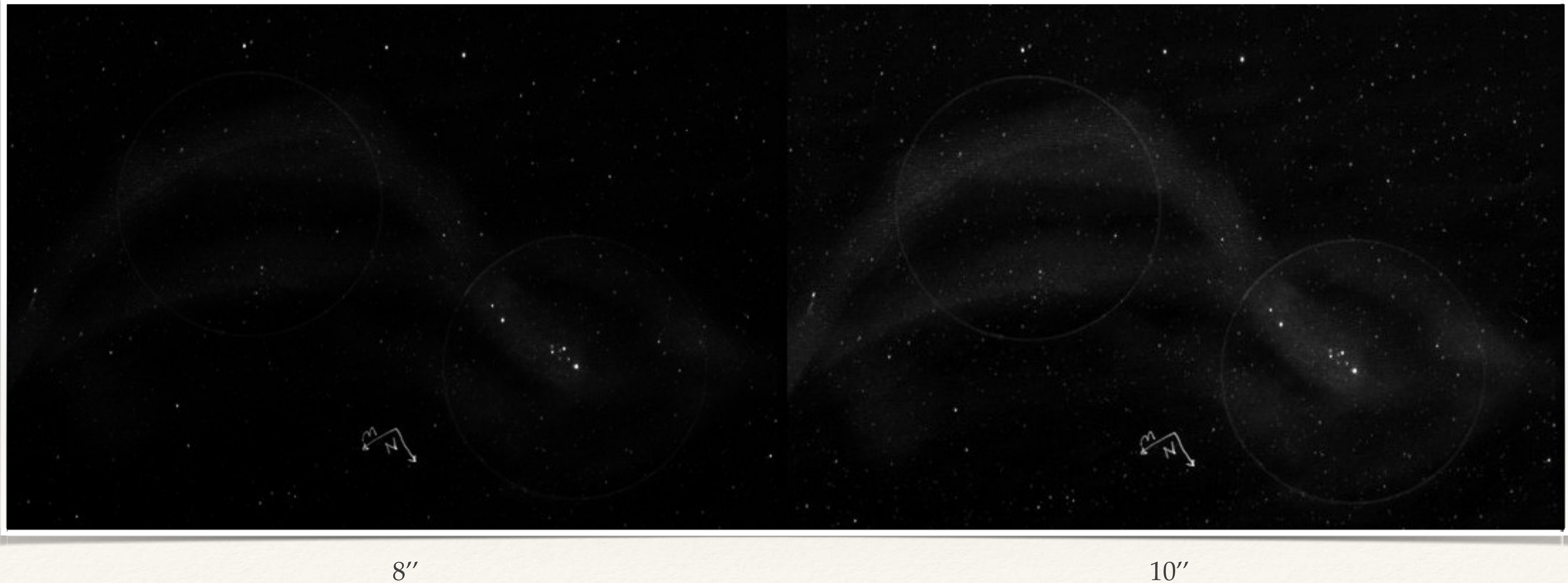


# High Etendue Telescopes

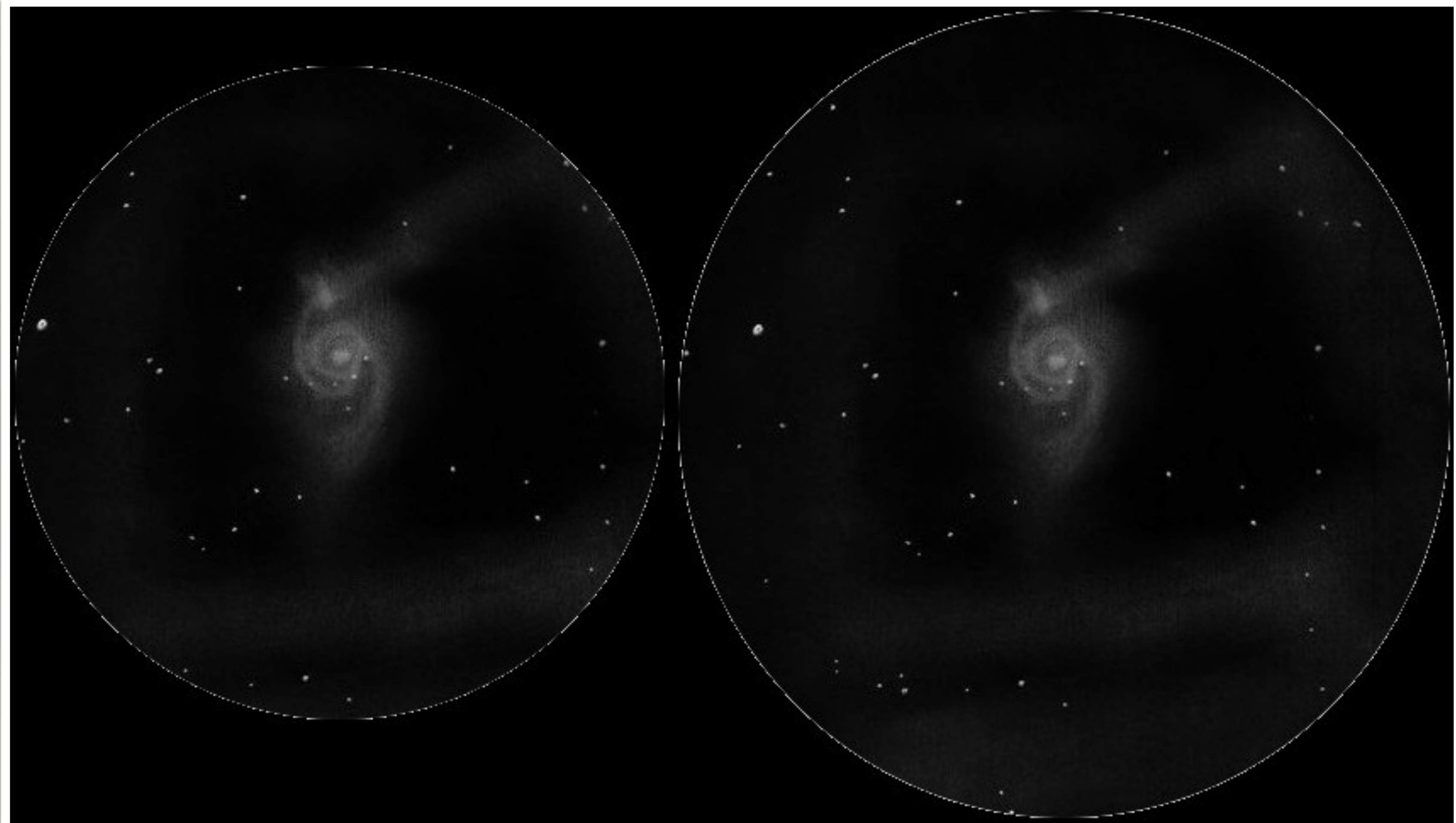
- ❖ etendue =  $D^2 * \text{FOV}^2$
- ❖ Bij hogere etendue kunnen objecten met lager contrast worden gezien

| Telescoop /<br>oculair    | FOV   | etendue<br>(cm <sup>2</sup> * deg <sup>2</sup> ) |
|---------------------------|-------|--------------------------------------------------|
| 18'' f/4.5<br>31mm Nagler | 1°04' | 2378                                             |
| 18'' f/4.5<br>21mm Ethos  | 0°53' | 1631                                             |
| 12'' f/4<br>21mm Ethos    | 1°29' | 2044                                             |
| 12'' f/3<br>21mm Ethos    | 1°59' | 3654                                             |

# High Etendue Telescopes



# High Etendue Telescopes

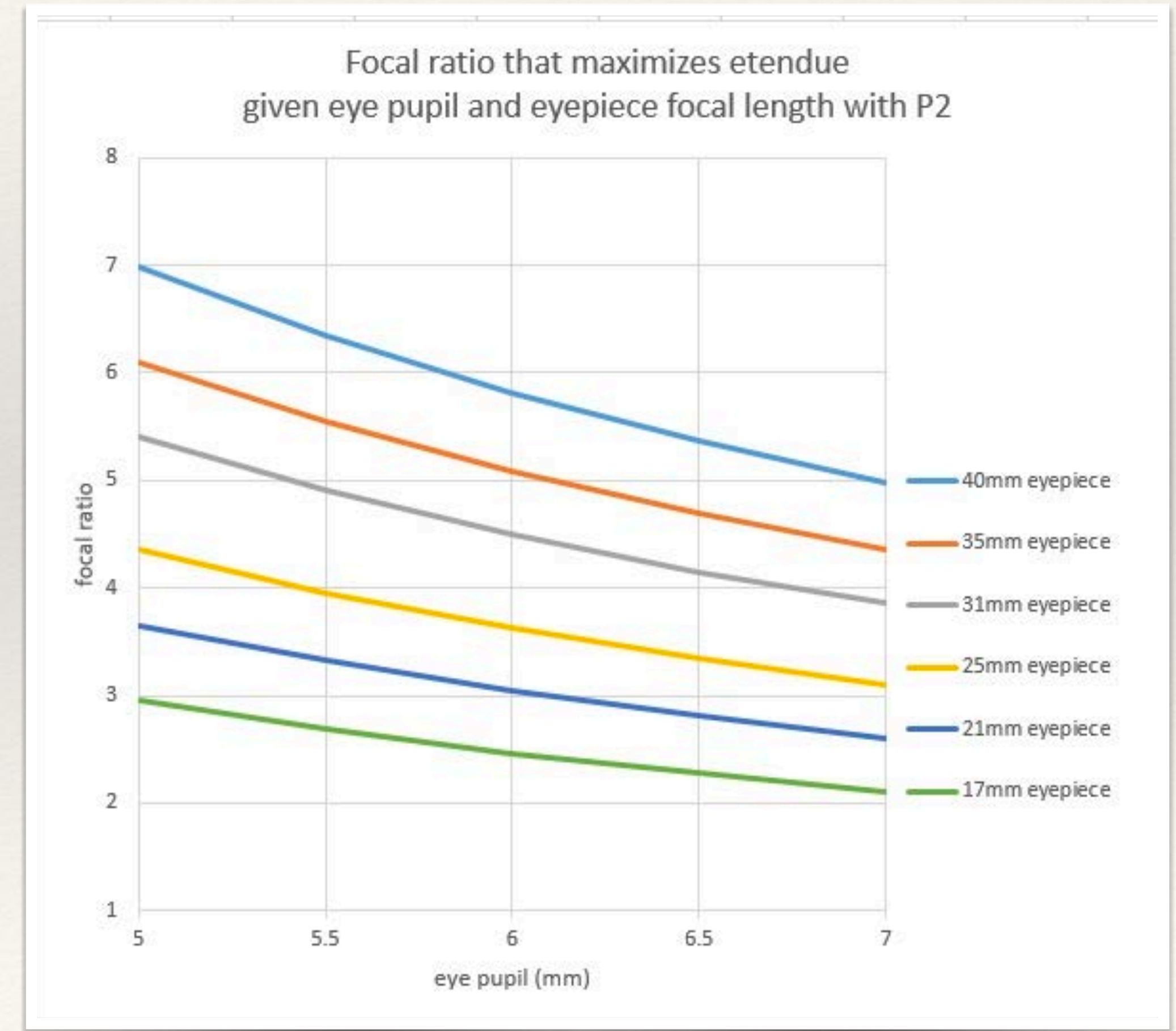
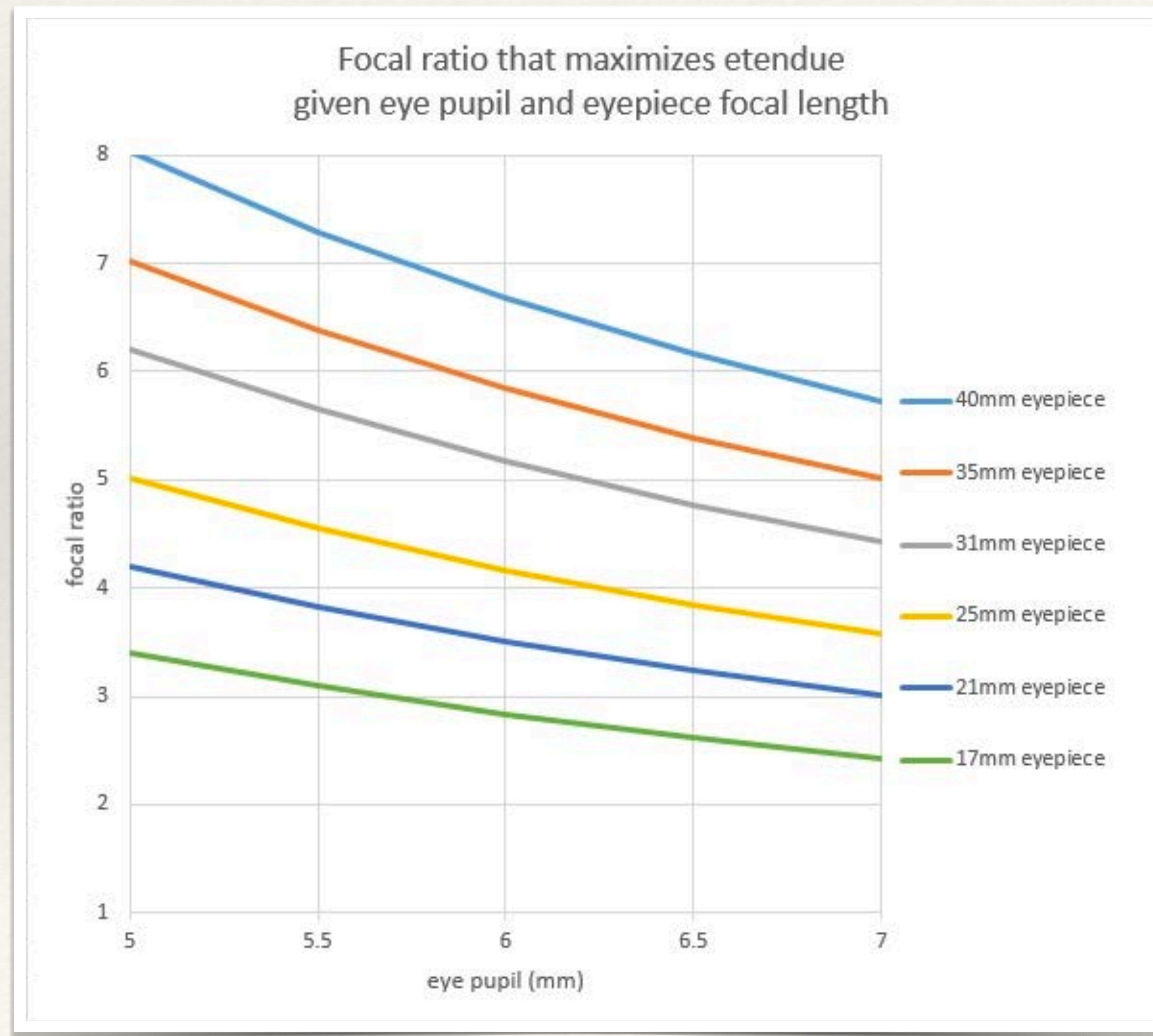


25" f5

25" f2.6

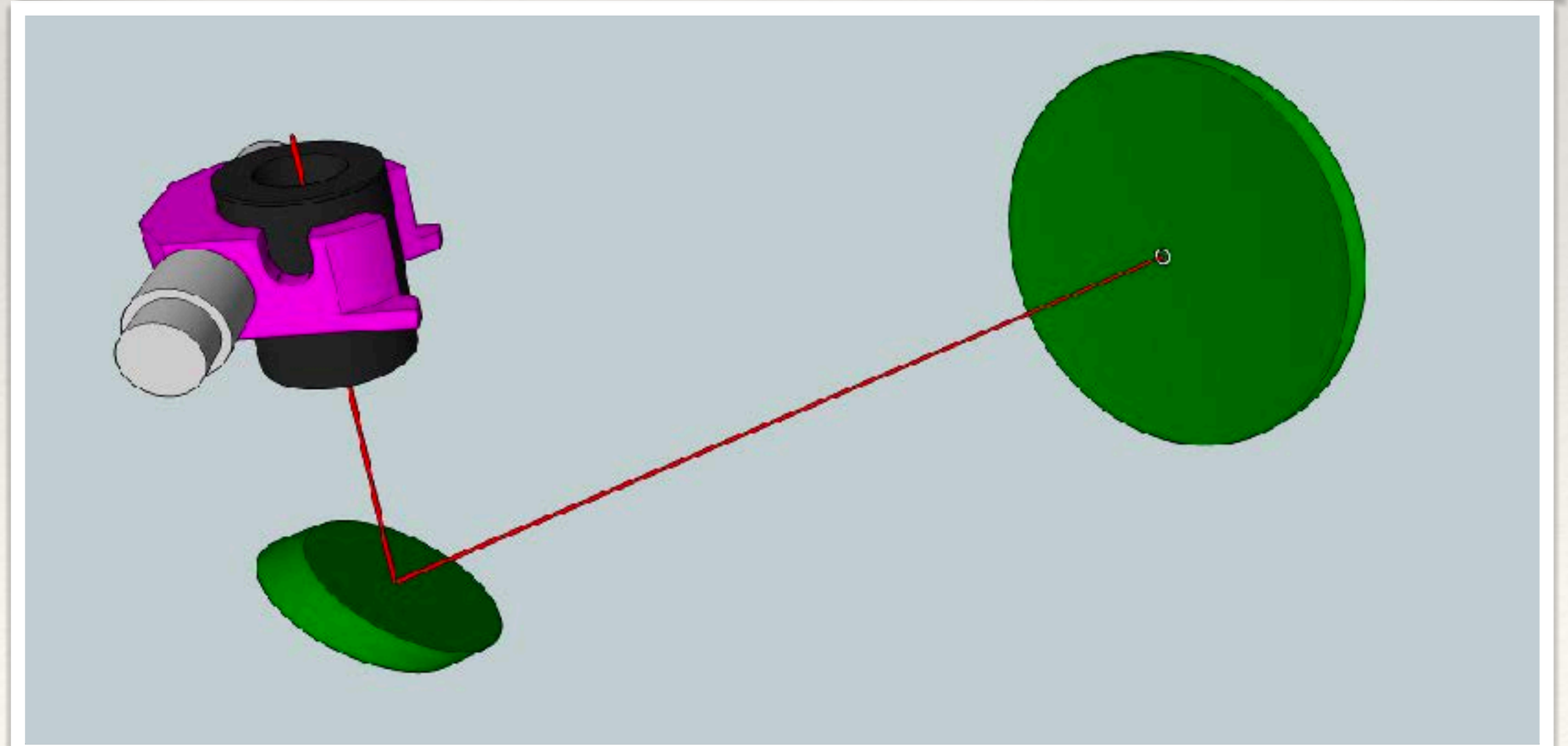
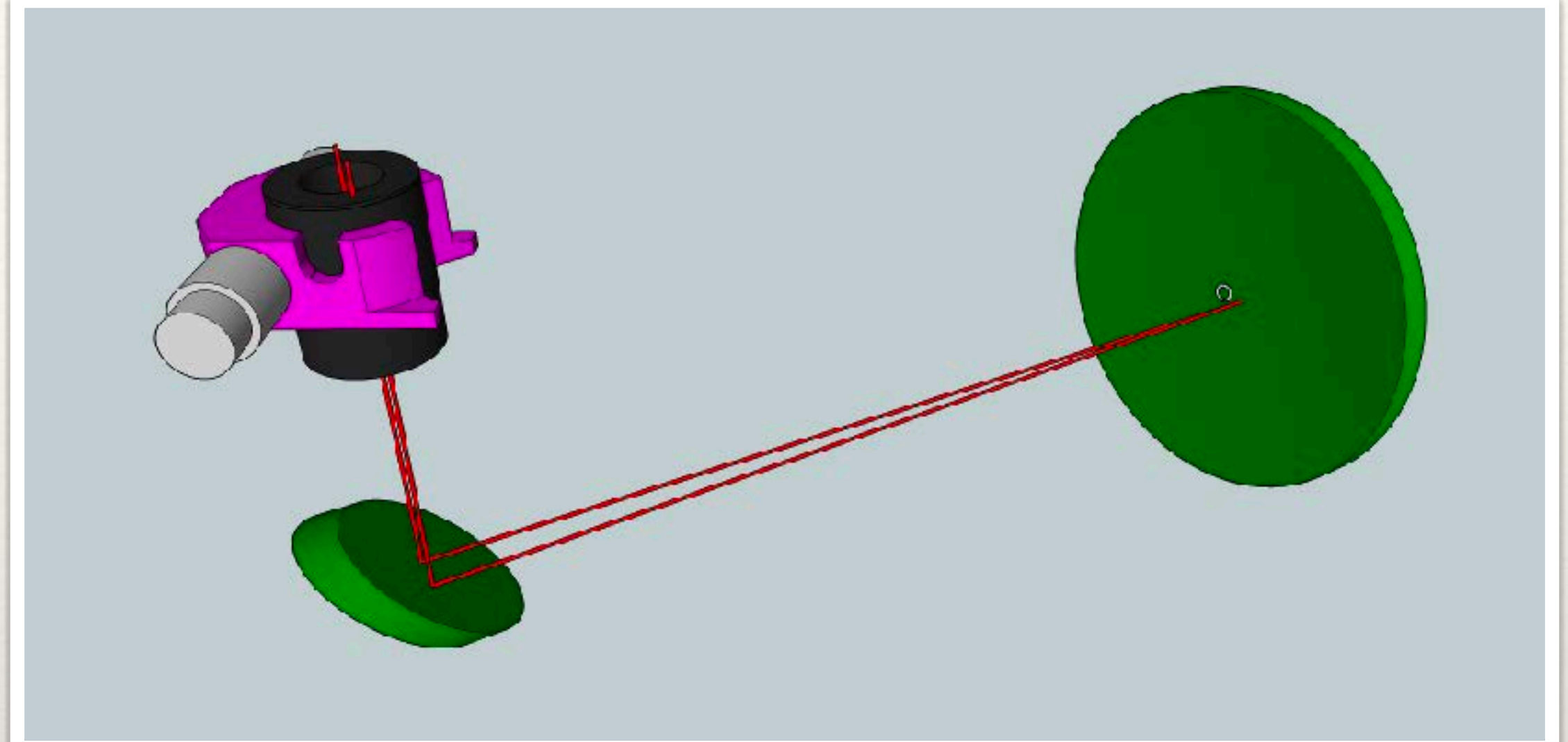
# High Etendue Telescopes

❖ Probeer etendue te maximaliseren!



# Collimatie

- ❖ Collimeer dynamisch!
- ❖ Controleer horizontaal en verticaal
- ❖ Beste hoek om te collimeren is  $48^\circ$



“Every mirror fails the star test. It is up to you to interpret the test results.”

*–Mel Bartels*

# De sterrest

- ❖ Polaris is ideale ster
- ❖ Hoge vergroting: minimaal 2mm uittrede pupil
- ❖ Gebruik coma-corrector
- ❖ Perfecte collimatie nodig!
- ❖ Stertest leert:
  - ❖ Optische kwaliteit
  - ❖ Seeing
- ❖ Vergelijk uit-focus beelden
- ❖ Draai je hoofd!

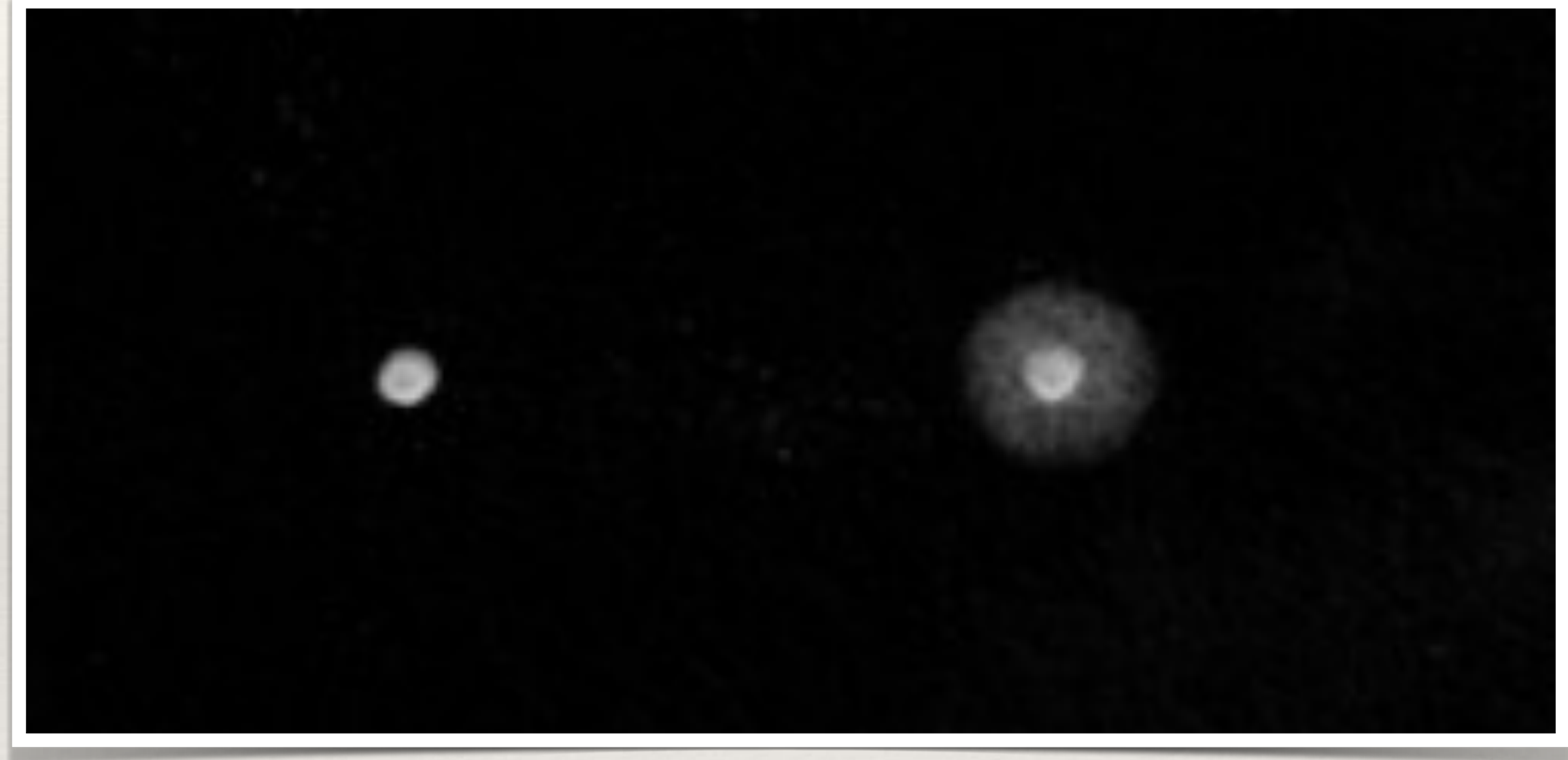


---

# De sterrest

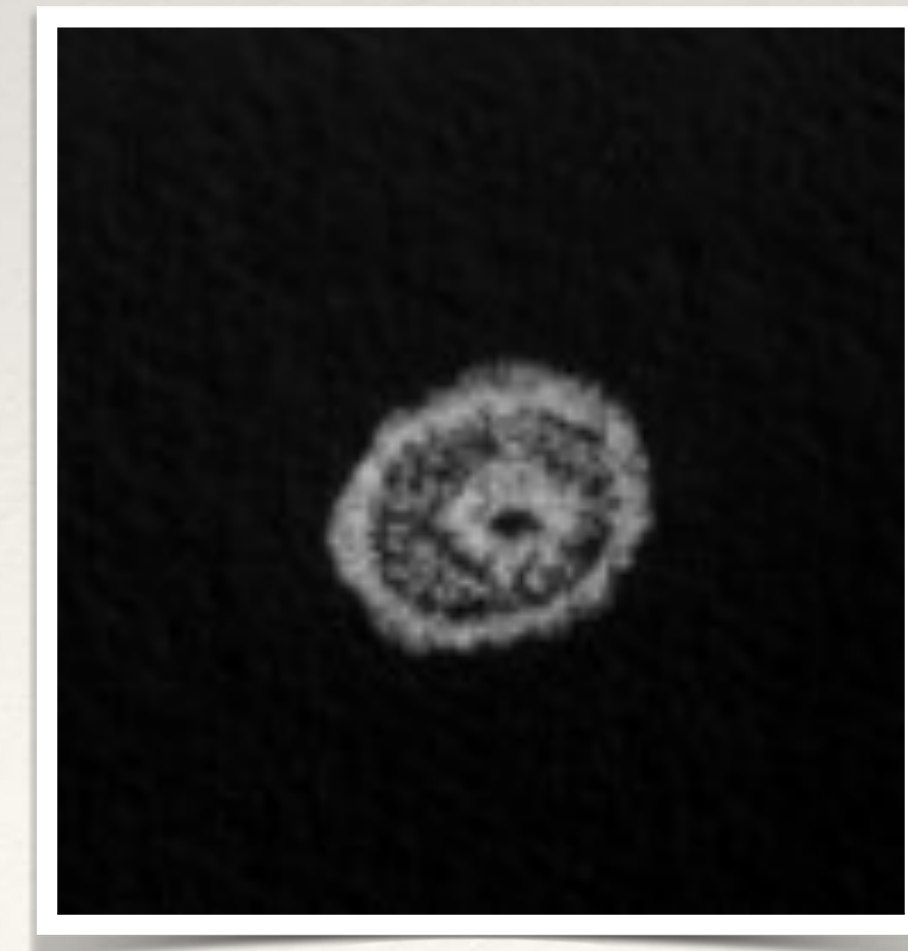
---

- ❖ In focus test:
  - ❖ Gebruik oculair met hoge vergroting (f-waarde in mm)
  - ❖ Bij focussen moet sterbeeld kleiner worden en al het licht samenkomen in 1 punt
  - ❖ Diffractie-ringen



# De sterrest

- ❖ Uit focus test:
  - ❖ Seeing:
    - ❖ Snelle parallelle golven
  - ❖ Collimatie:
    - ❖ Zet ster precies in midden
  - ❖ Focuser:
    - ❖ Geen verschil in twee richtingen



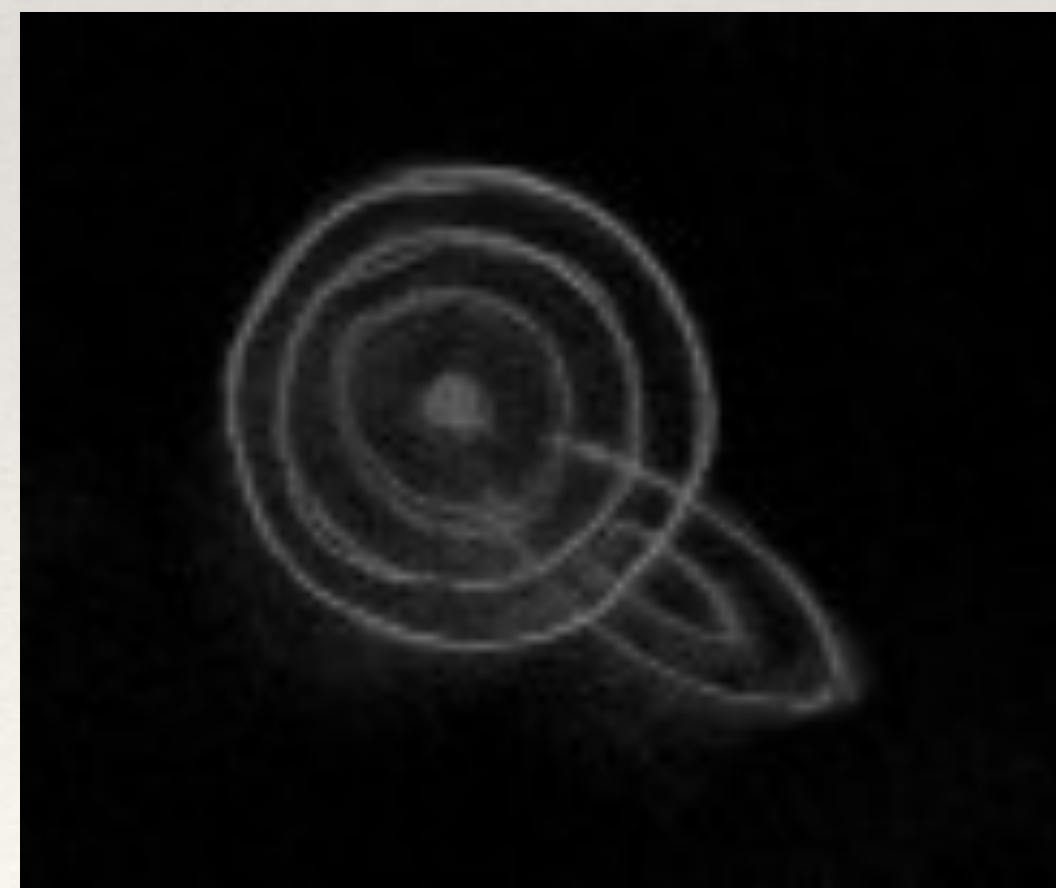
---

# De sterrest

---

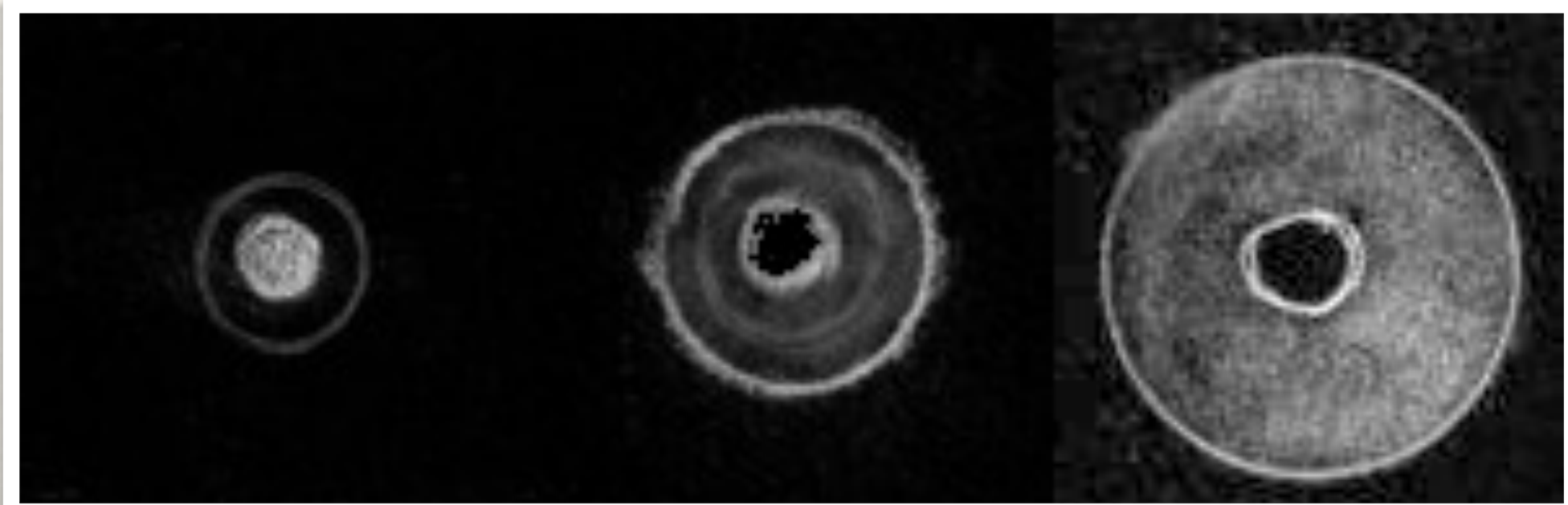


Pinched optics



Slechte vangspiegel / vangspiegelhouder

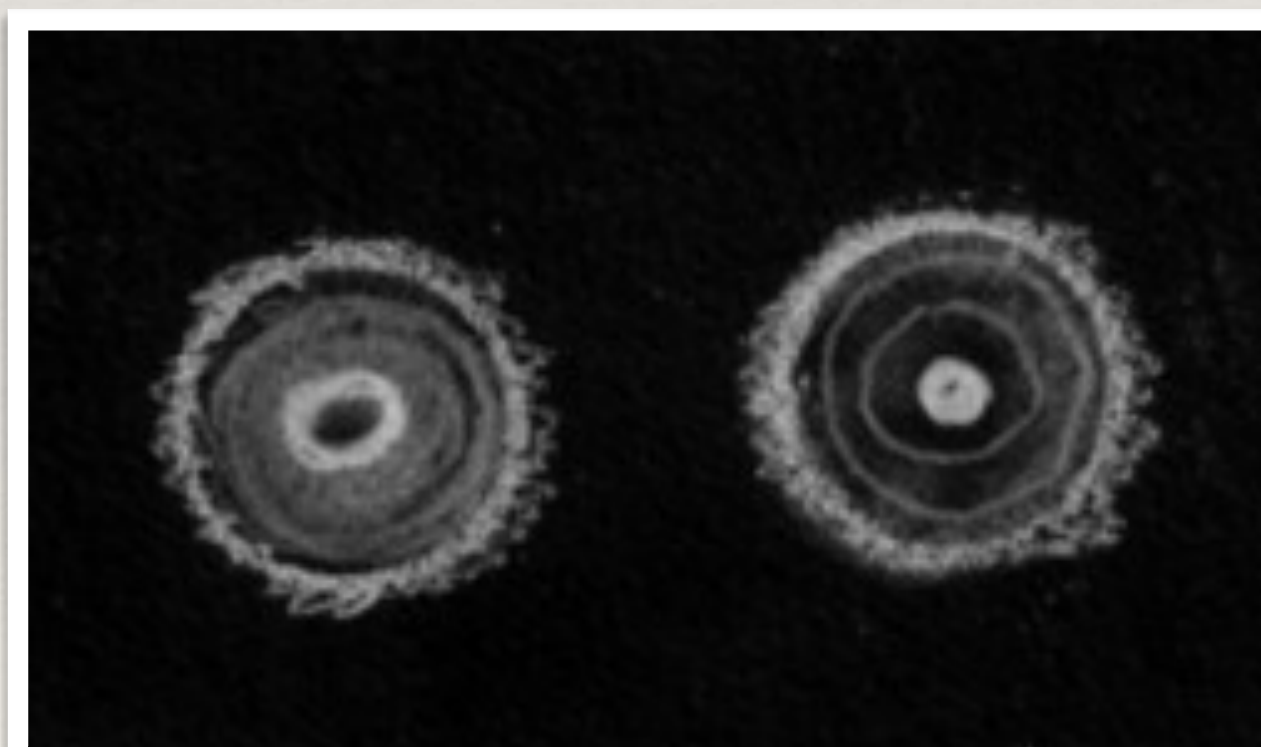
# De sterrest



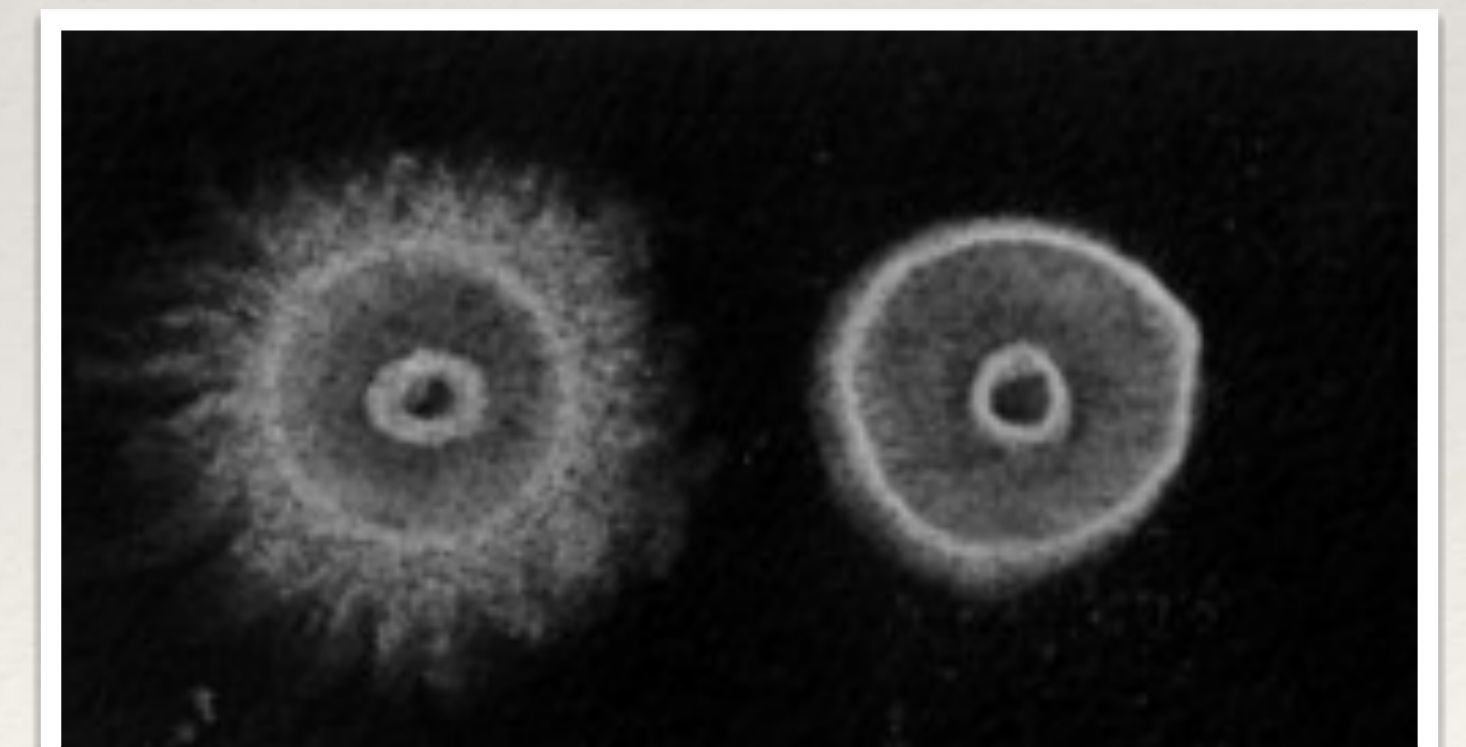
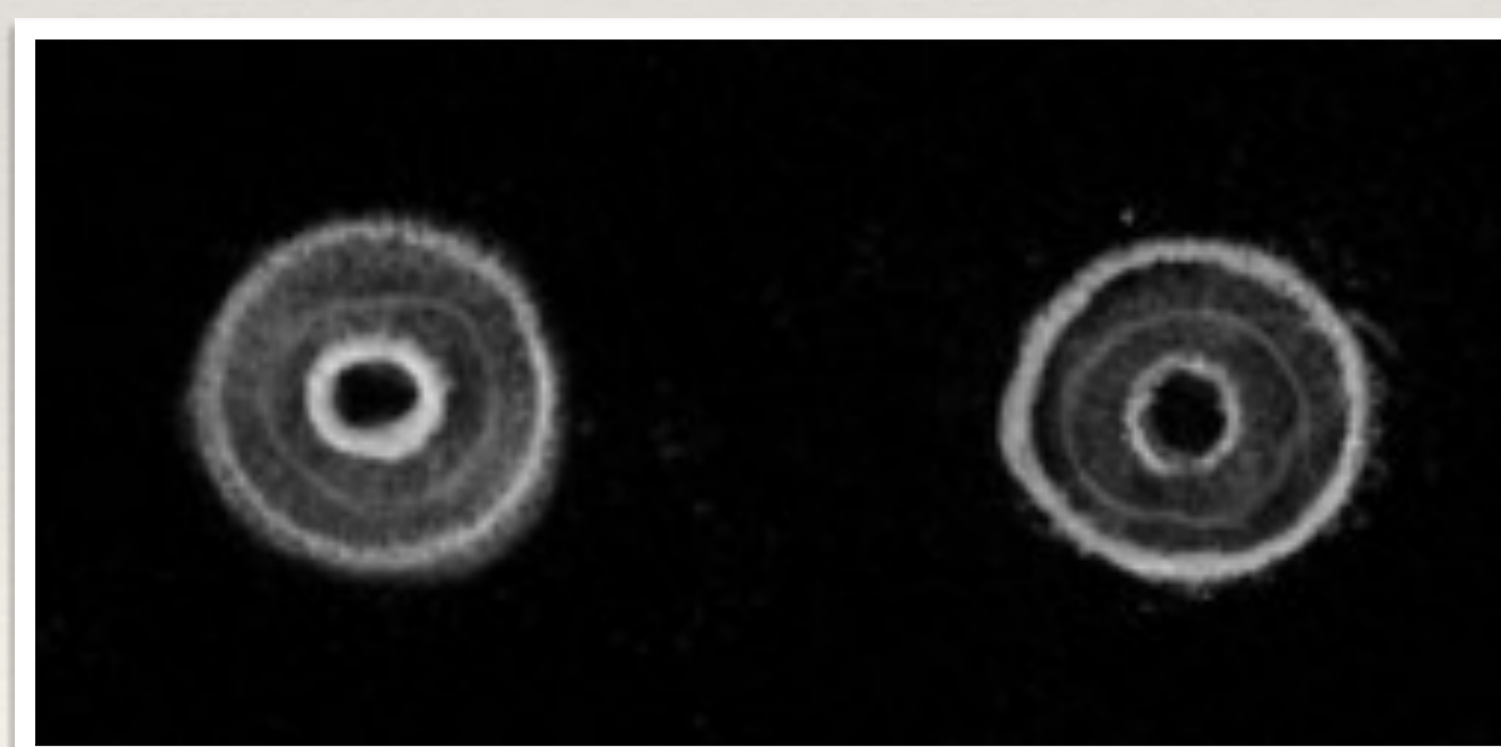
Perfecte test



Astigmatisme

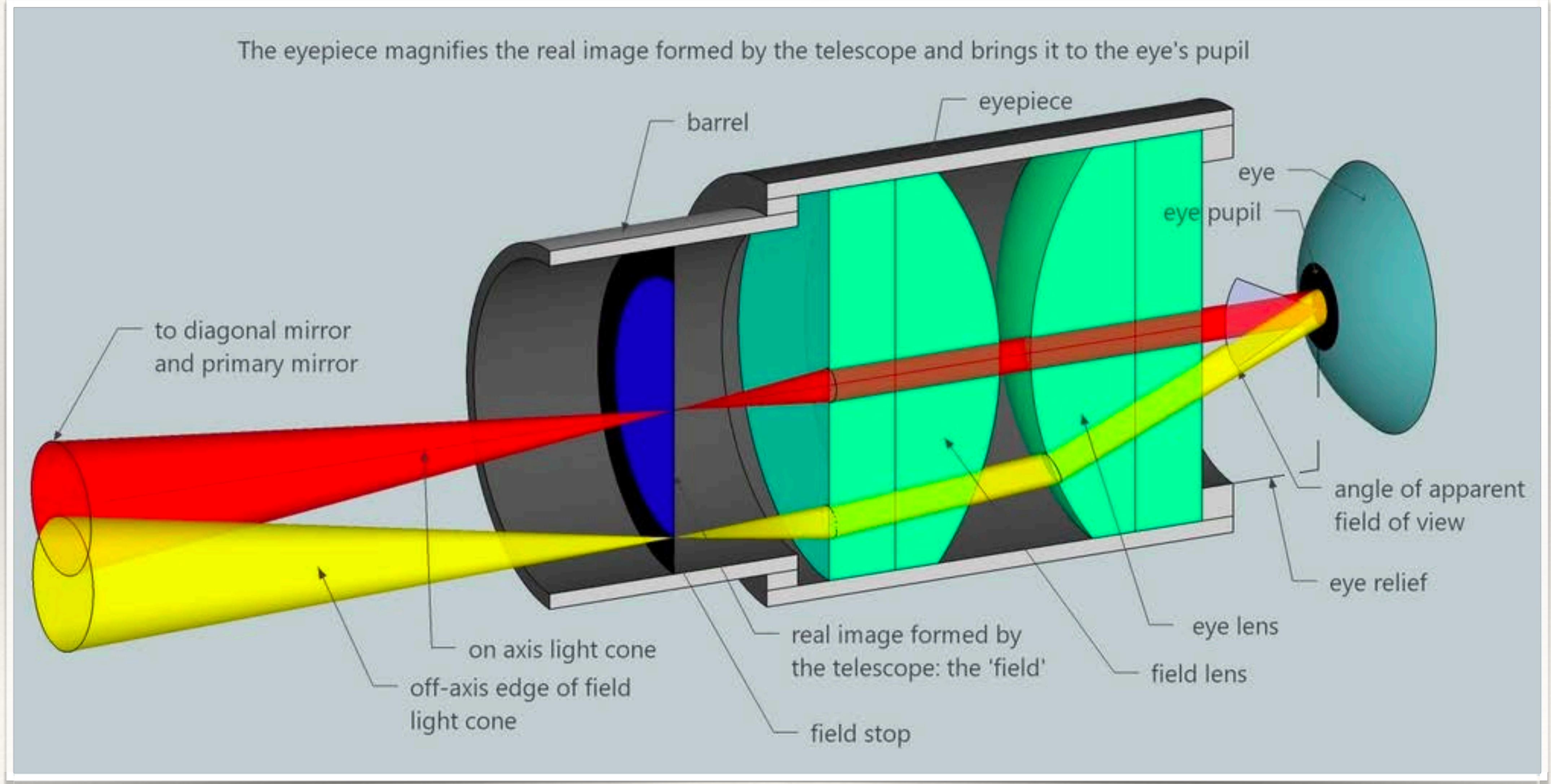


Onder- of overgecorrigeerd



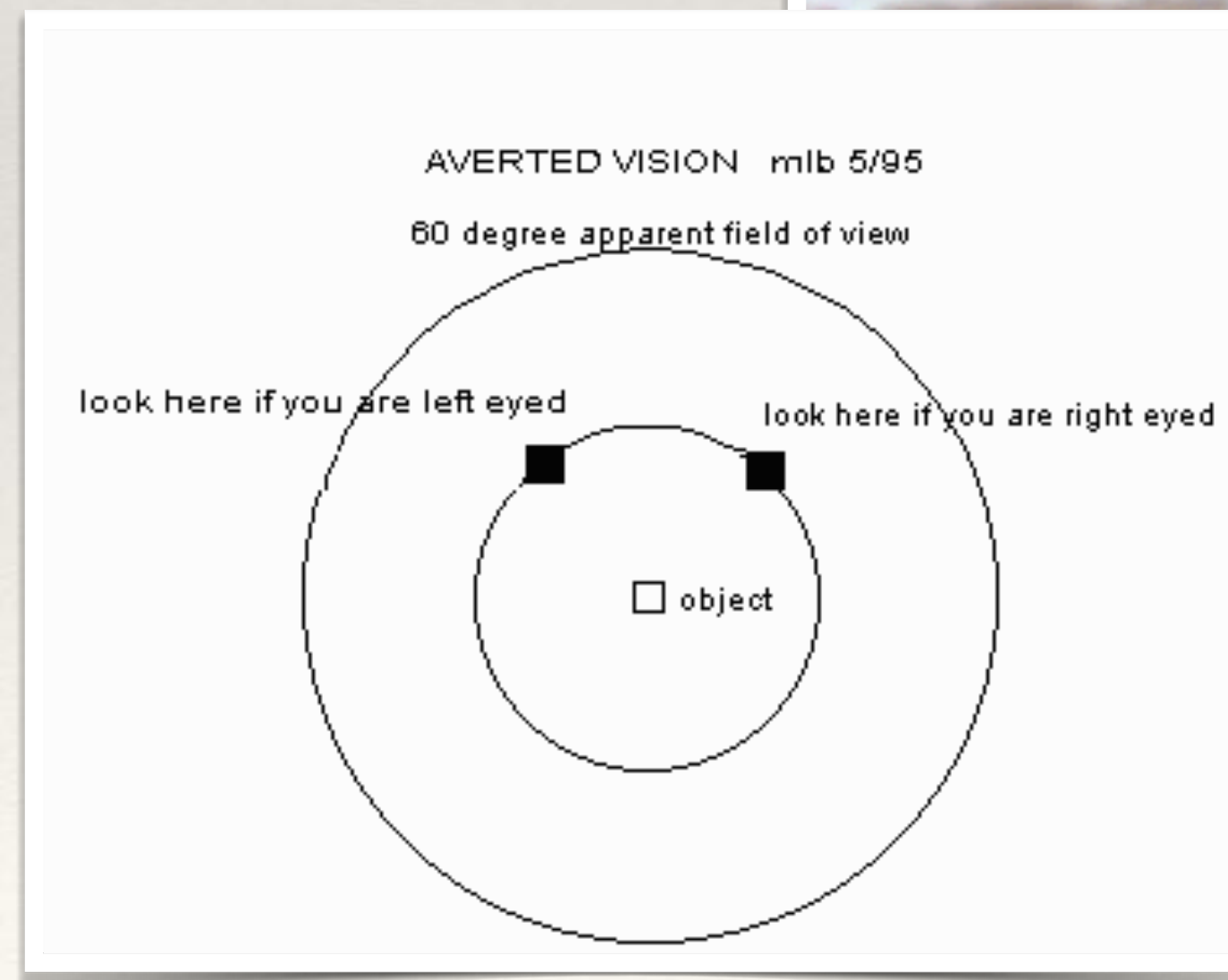
Turned down edge

# Oculars



# Gebruik van oculairs

1. Centreer je oog boven het oculair
2. Plaats je oog op de correcte afstand boven het oculair
3. Kijk zonder bril
4. Focus zo ver mogelijk
5. Kijk perifeer (op de goede manier)
6. Scan het beeldveld
7. Neem pauze, drink water
8. Blijf ademen
9. Blokkeer extra licht
10. Kijk zoveel mogelijk naar de grond



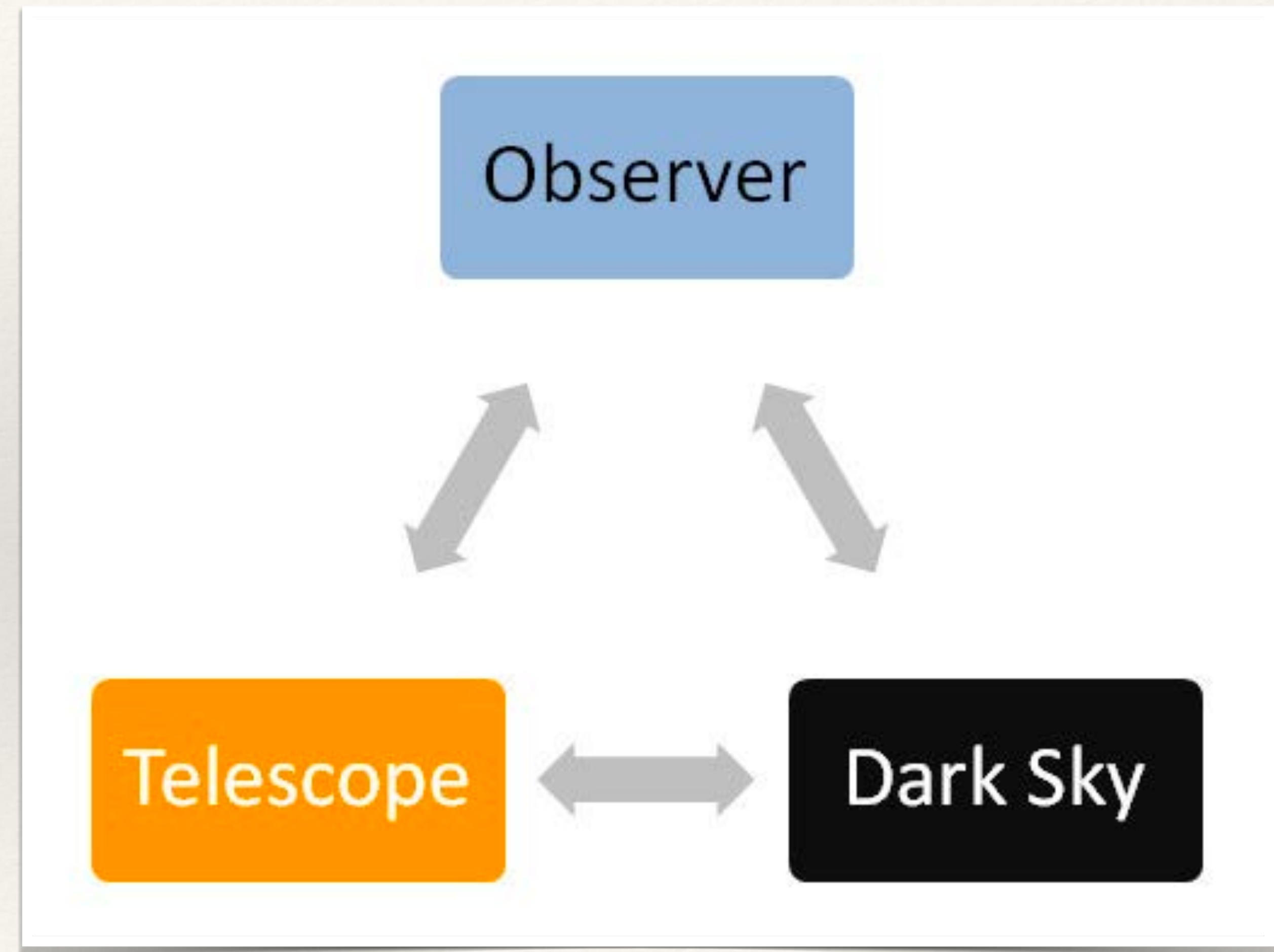
# Vergrotingen

- ❖  $\text{Pupilgrootte} = \frac{\text{Brandpunt oculair}}{\text{f-waarde telescoop}}$
- ❖ Pupilgrootte / uittredeupil
  - ❖ 5 - 6mm voor grootste objecten
  - ❖ 3 - 4mm voor meer vergroting
  - ❖ 1 - 2mm voor details

|          | f/4.5     | f/6     | f/10    |
|----------|-----------|---------|---------|
| 5 - 6 mm | 22.5 - 27 | 30 - 36 | 50 - 60 |
| 3 - 4 mm | 13.5 - 18 | 18 - 24 | 30 - 40 |
| 1 - 2 mm | 4.5 - 9   | 6 - 12  | 10 - 20 |

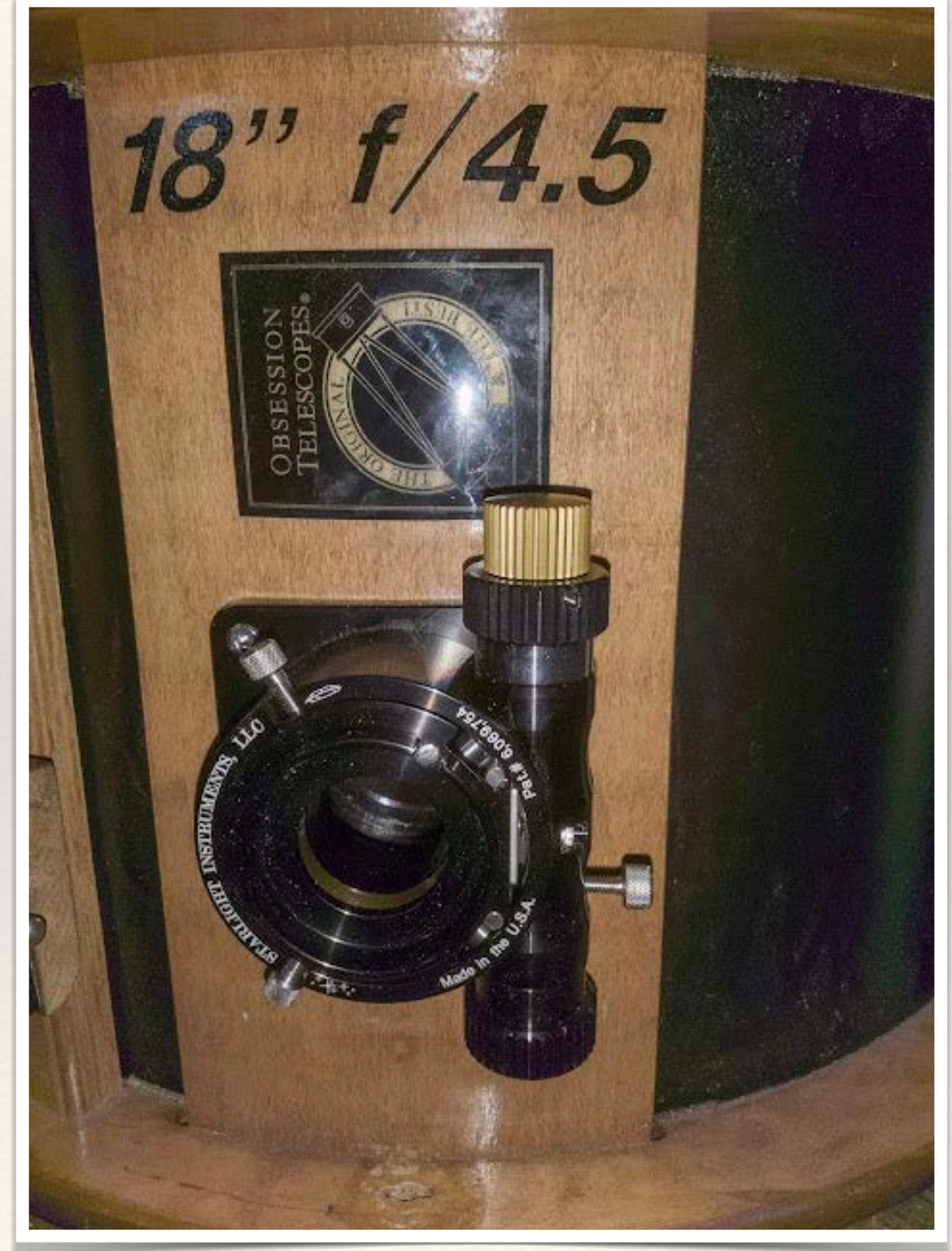
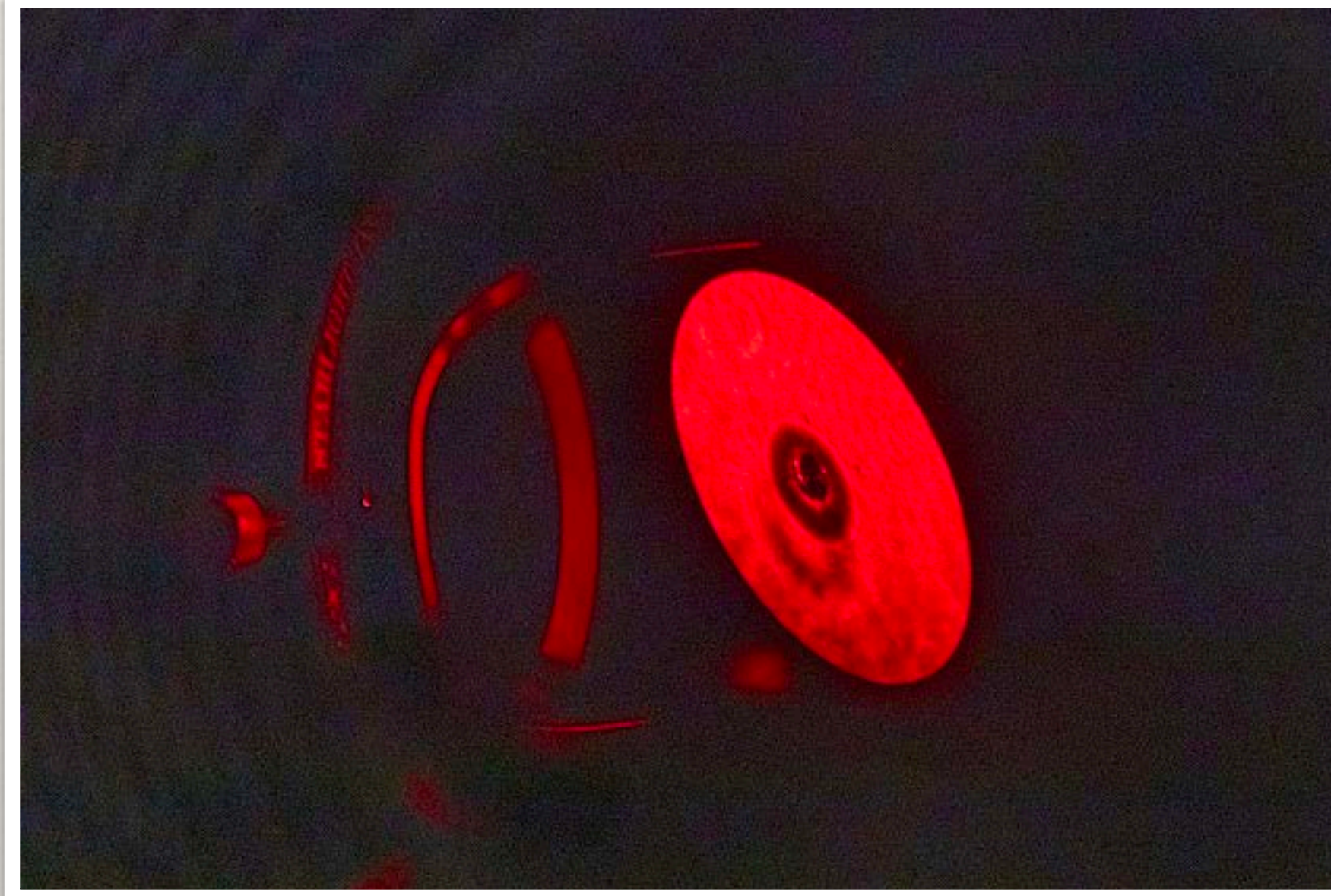
# Tips om het waarnemen te verbeteren

1. Zo veel mogelijk uren achter het oculair!
2. Hou waarnemingen bij in een notitieboek of in DeepskyLog
3. Nachtzicht
4. Waarnemen in plaats van kijken
5. Gebruik filters (CLS, UHC, ...)
6. Comfort (waarneemstoel, ...)
7. Drink water



# Tips om het waarnemen te verbeteren

- 8. Laat je ogen rusten
- 9. Donkere hemels!
- 10. Baffling van de telescoop
- 11. Collimatie
- 12. Volgsysteem
- 13. Koel de spiegel
- 14. Focuser met fijnregeling, zeker met snelle telescopen



“Een waarneming is nooit gebeurd, tenzij die in DeepskyLog zit”

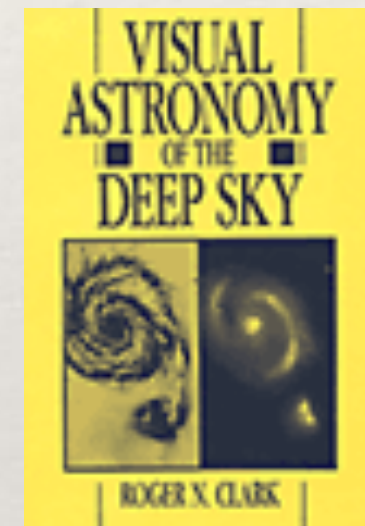
–*astroforum.nl*

---

# Bronnen

---

- ❖ Website Mel Bartels: <https://bbastrodesigns.com/>
- ❖ Brian Skiff: <https://www.astropix.com/html/observing/skybrite.html>
- ❖ Telescope Optics: <https://www.telescope-optics.net/wave.htm>
- ❖ Visual Astronomy of the Deep Sky - Roger Clark
- ❖ Interstellarum
- ❖ Cloudy nights
- ❖ Naked-eye Astronomy: Optics of the starry night skies - Salvador Bará, Proceeding of SPIE Vol. 9289
- ❖ The Sky Within Your Eyes - Salvador Bará, Sky & telescope August 2013
- ❖ Wikipedia



“This presentation is dedicated...  
To Sara, whose love is more inspiring  
than any promise of celestial discovery, and  
whose beauty is more alluring than any  
star-filled sky...  
To my parents, whose love and guidance is a  
beacon as sure as the Northern Star... To my  
siblings, whose companionship in life brings  
comfort like the sight of a familiar  
constellation... To Lotte, whose loving  
hands hold the shining stars that are the  
hopes, dreams, and achievements of the future.”

*—naar William Paolini - Choosing and Using Astronomical Eyepieces*