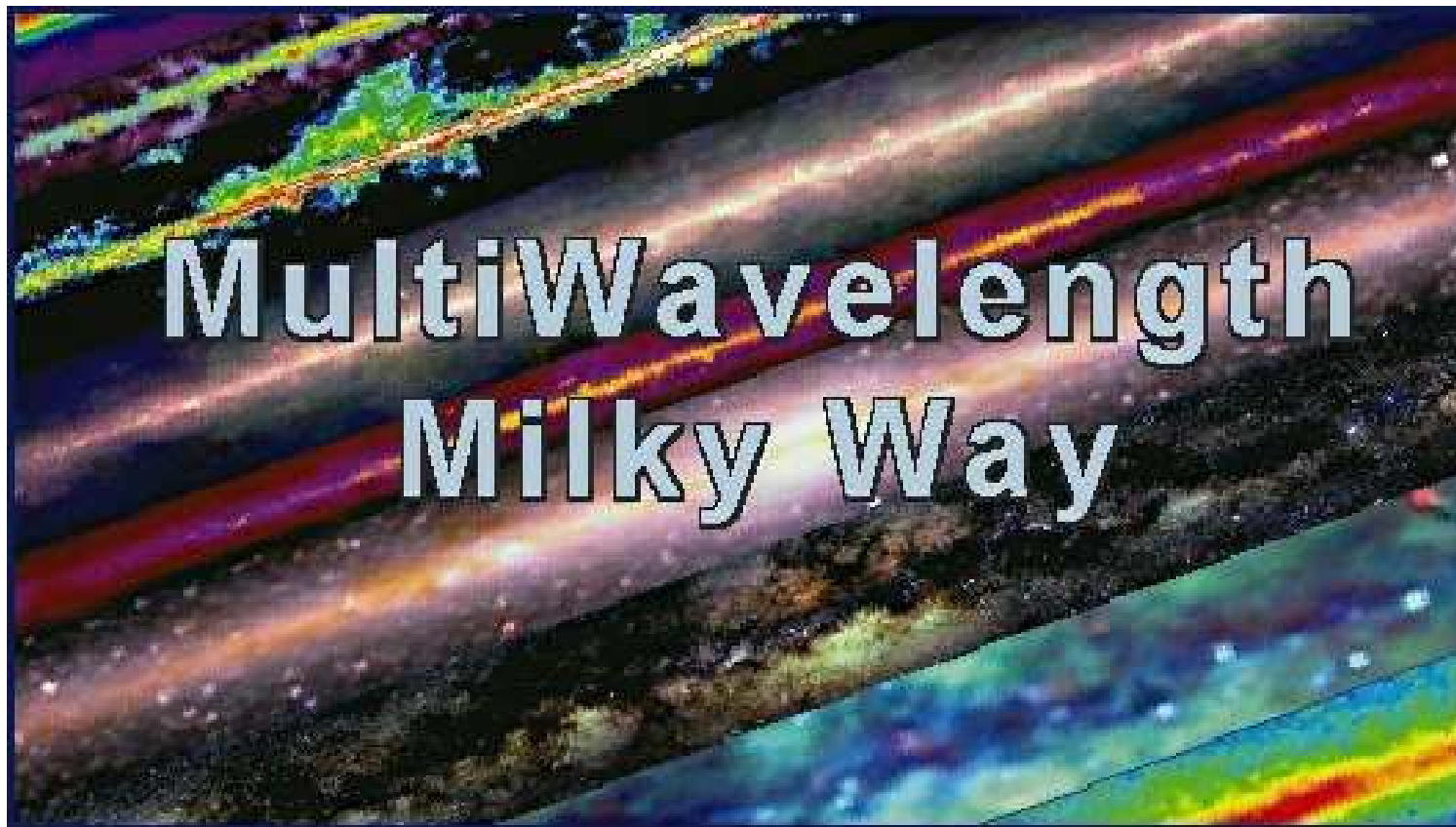
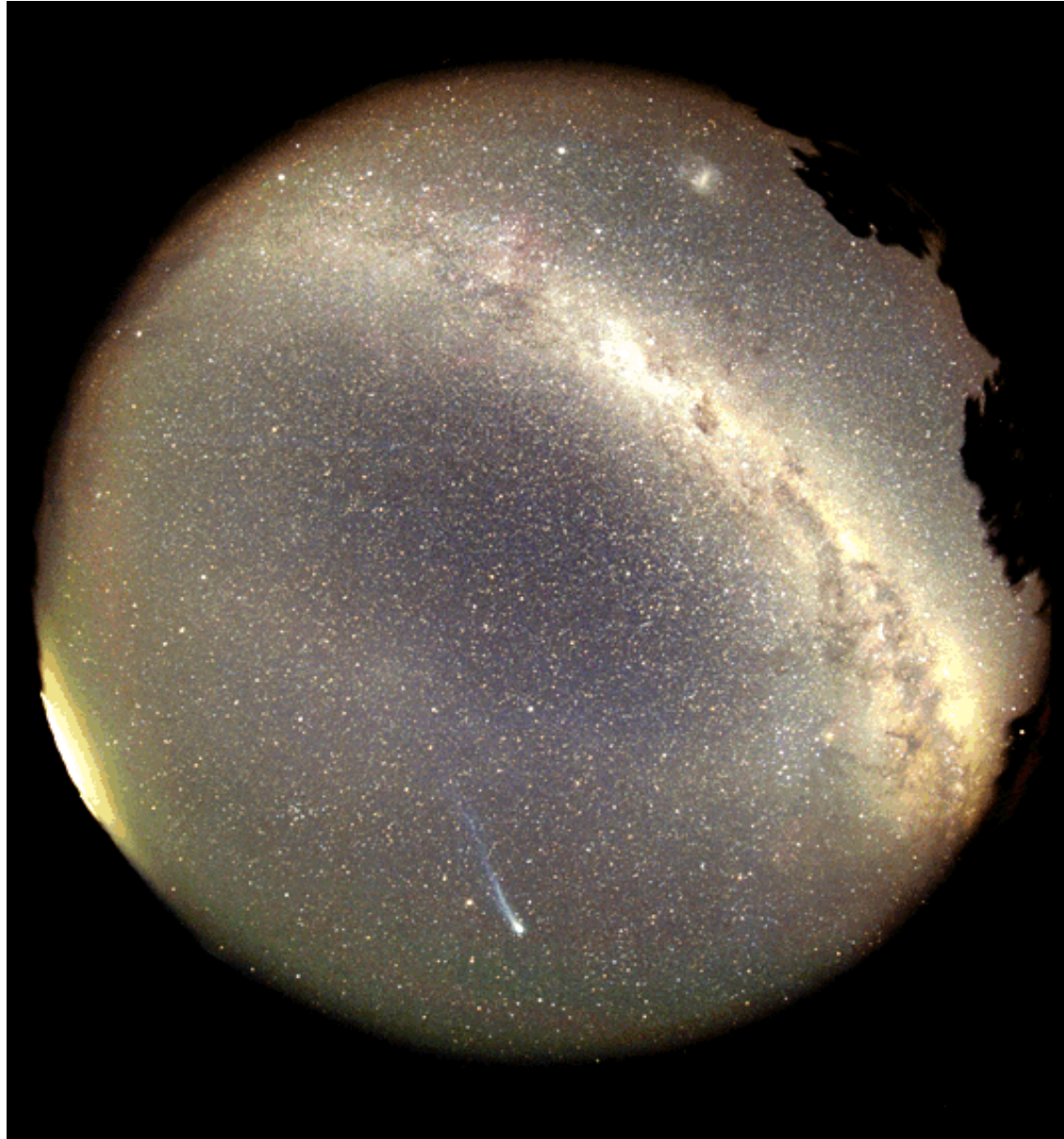


# De Melkweg

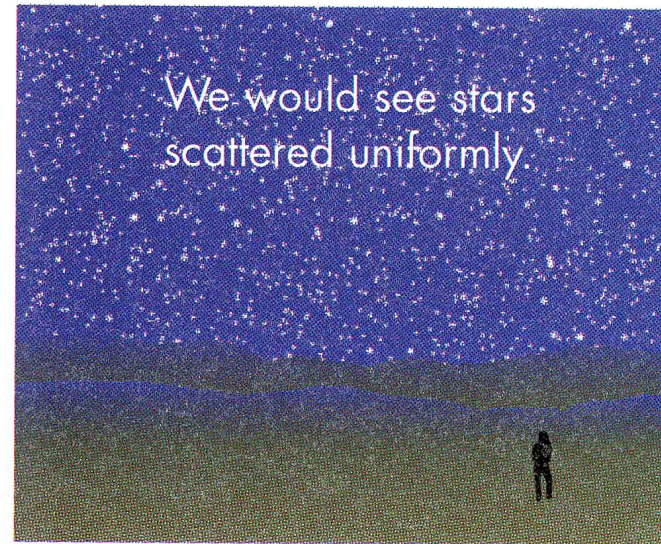
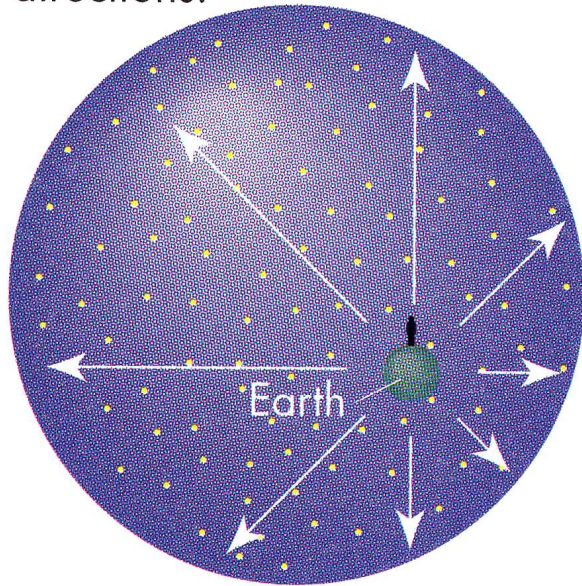
- Sterverdeling
- Structuur
- Gas verdeling
- Kinematica





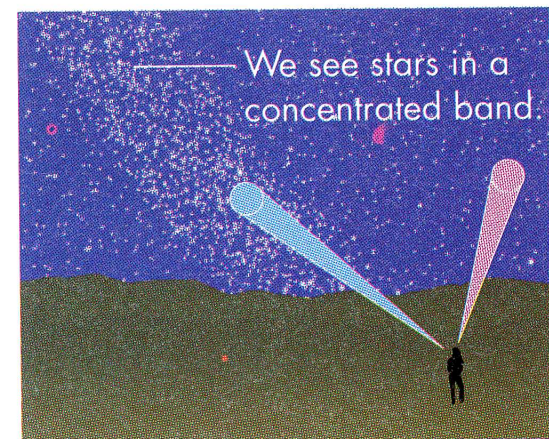
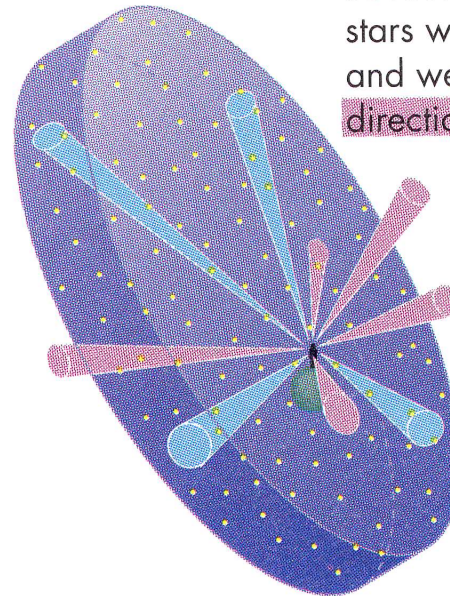
Groothoek opname van de zuidelijke hemel met daarin de Melkweg

If Milky Way were spherical, numerous stars would lie in all directions.

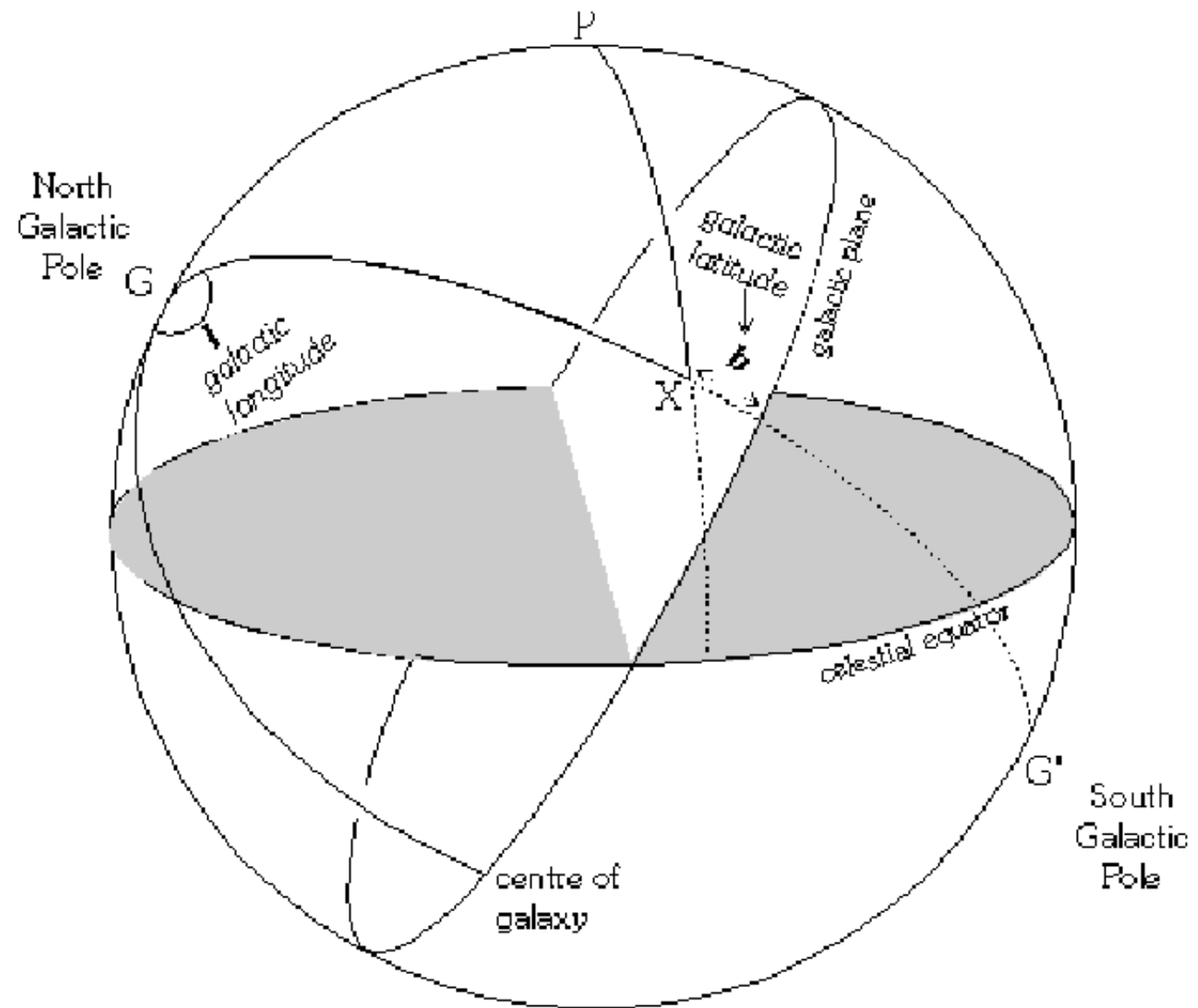


Because the Milky Way is a disk, we see lots of stars when we look in directions lying in the disk, and we see very few stars when we look in directions that lie out of the disk.

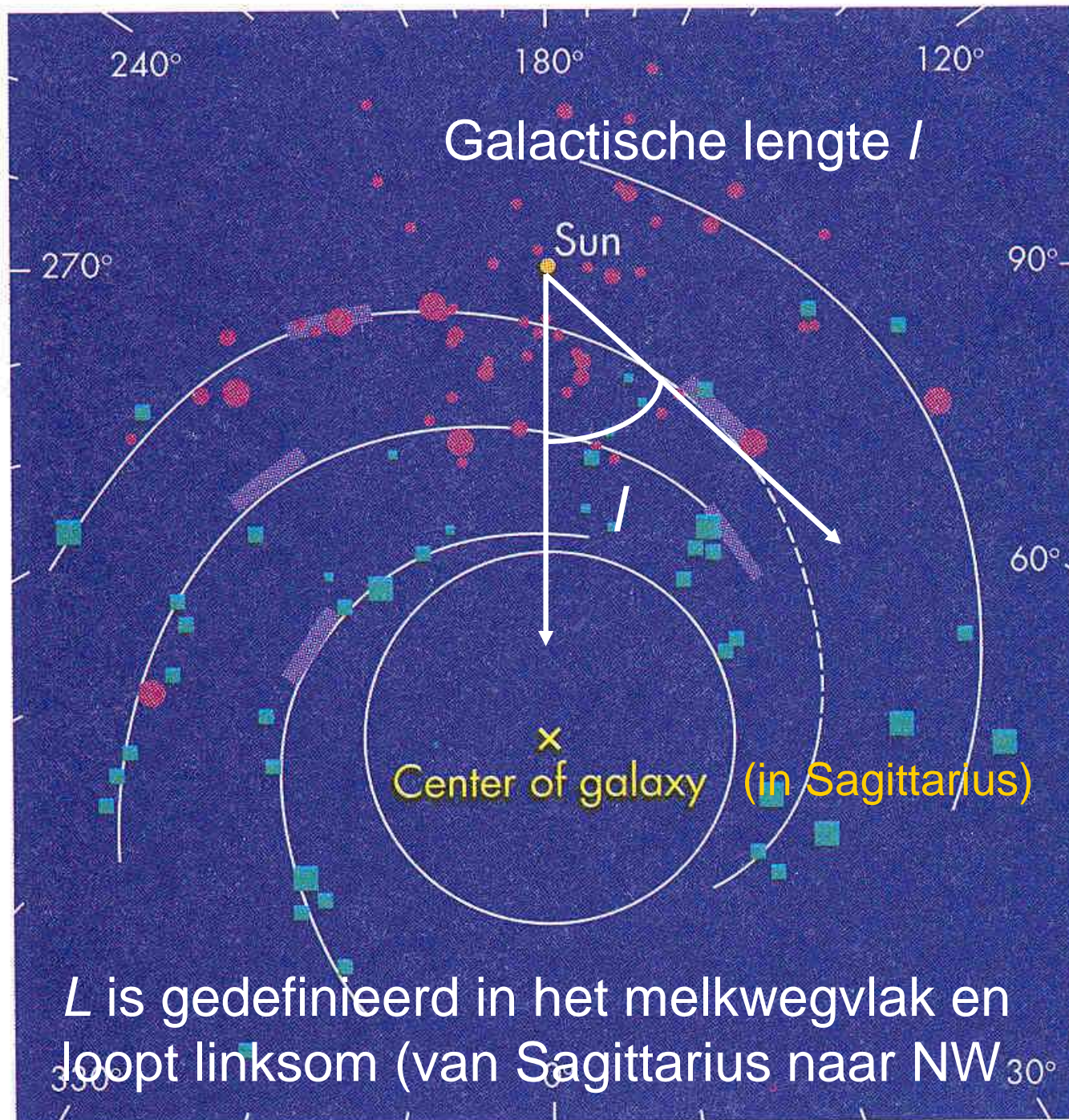
Omdat de melkweg een afgeplatte sterverdeling is waar we midden in zitten is deze aan de hemel te zien als een band van sterlicht



## Galactisch coördinaten ( $l$ en $b$ )



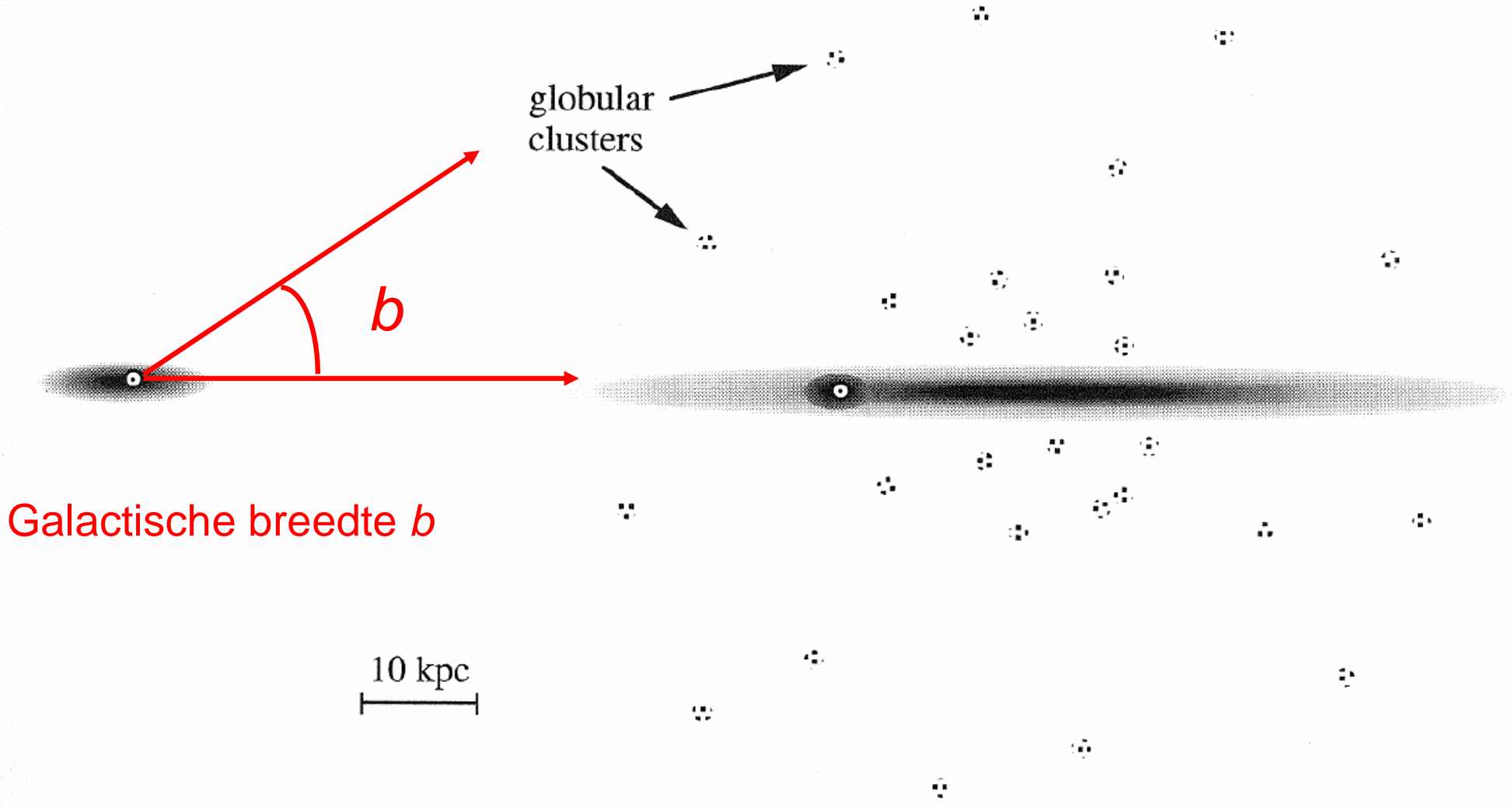
( $l$  en  $b$ ) zijn ingevoerd om locaties in de Melkweg zoals gezien vanuit ons gezichtspunt te kunnen beschrijven.



L is gedefinieerd in het melkwegvlak en loopt linksom (van Sagittarius naar NW)

Kapteyn Universe

Shapley's Model



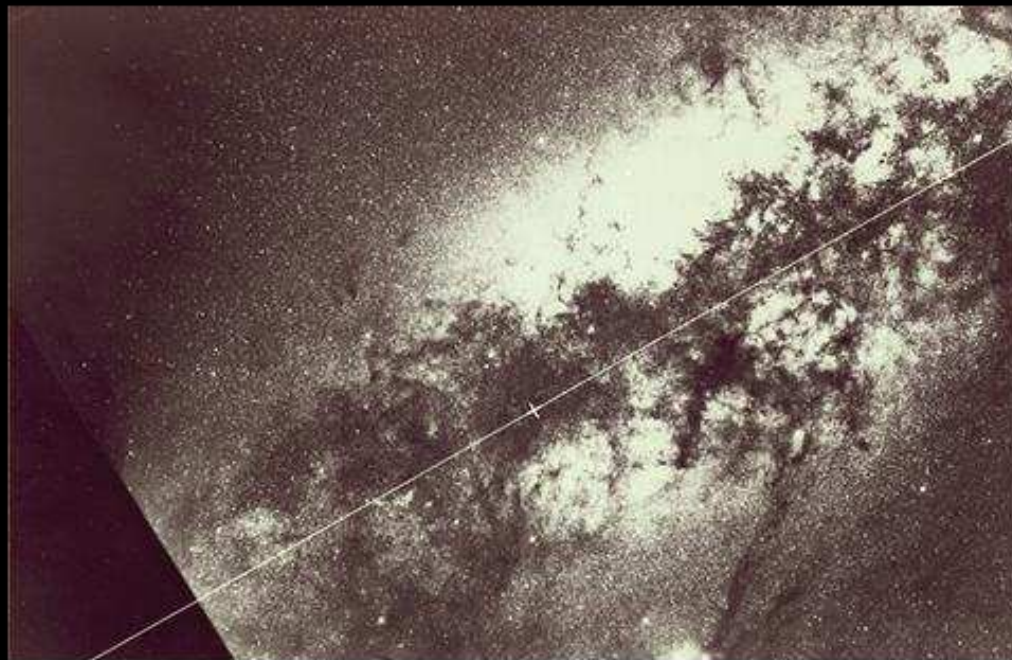
Galactische breedte  $b$

10 kpc

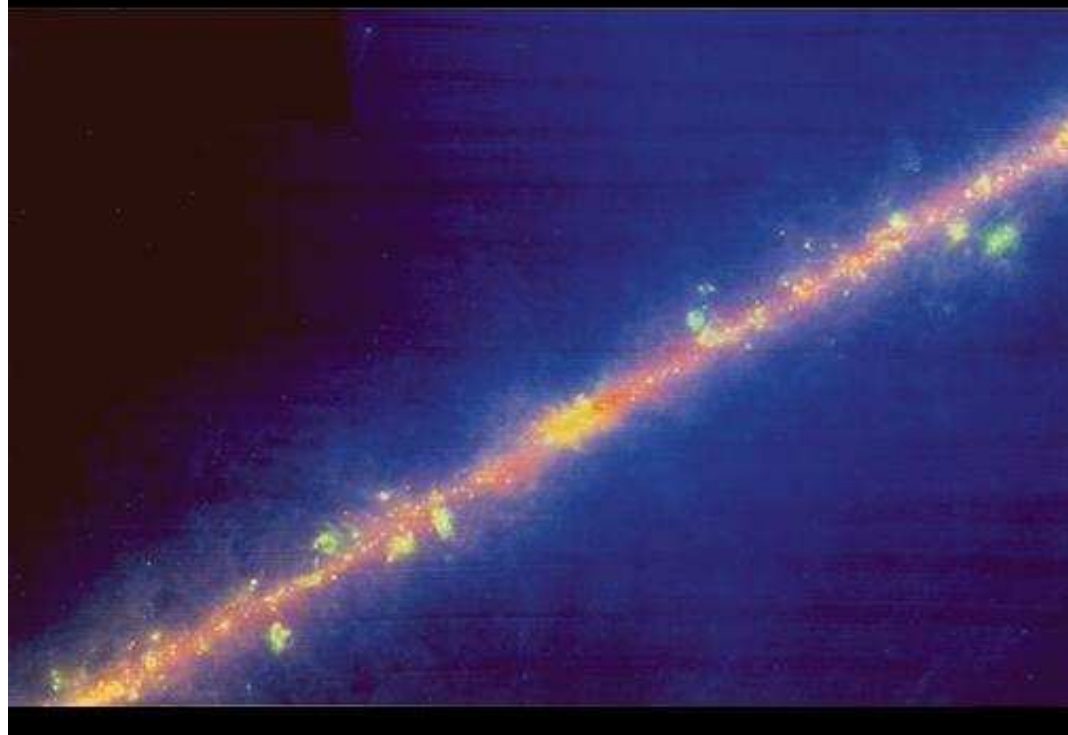
$b$  is de hoek boven het vlak:  $0^\circ$  tot  $+90^\circ$  naar NO en  $0^\circ$  tot  $-90^\circ$  naar ZW

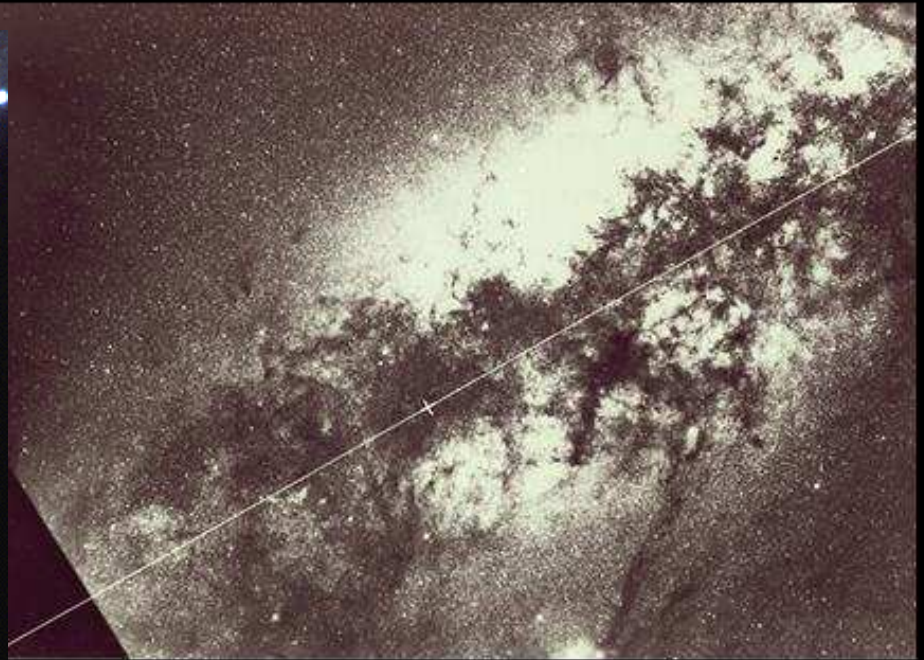
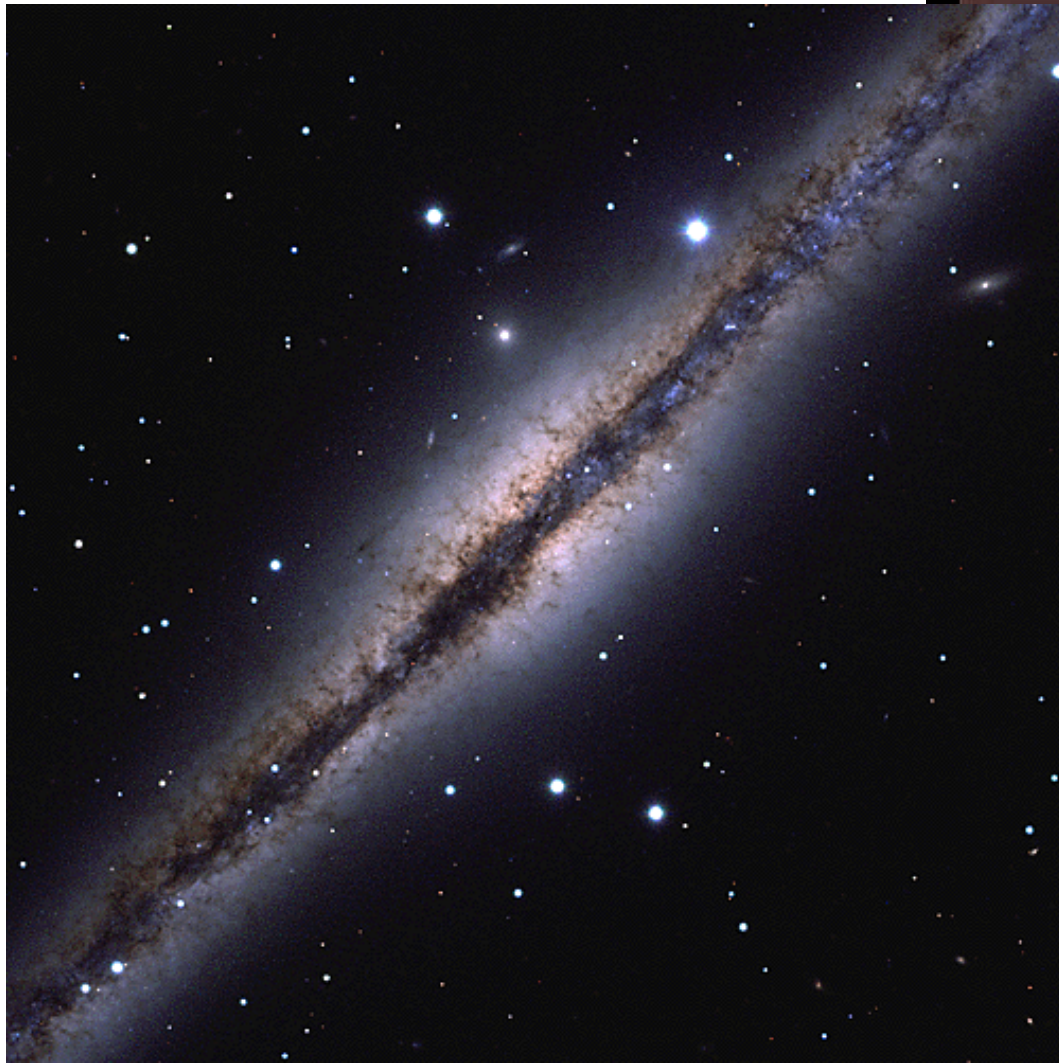
Centrum van de melkweg

in zichtbaar licht:

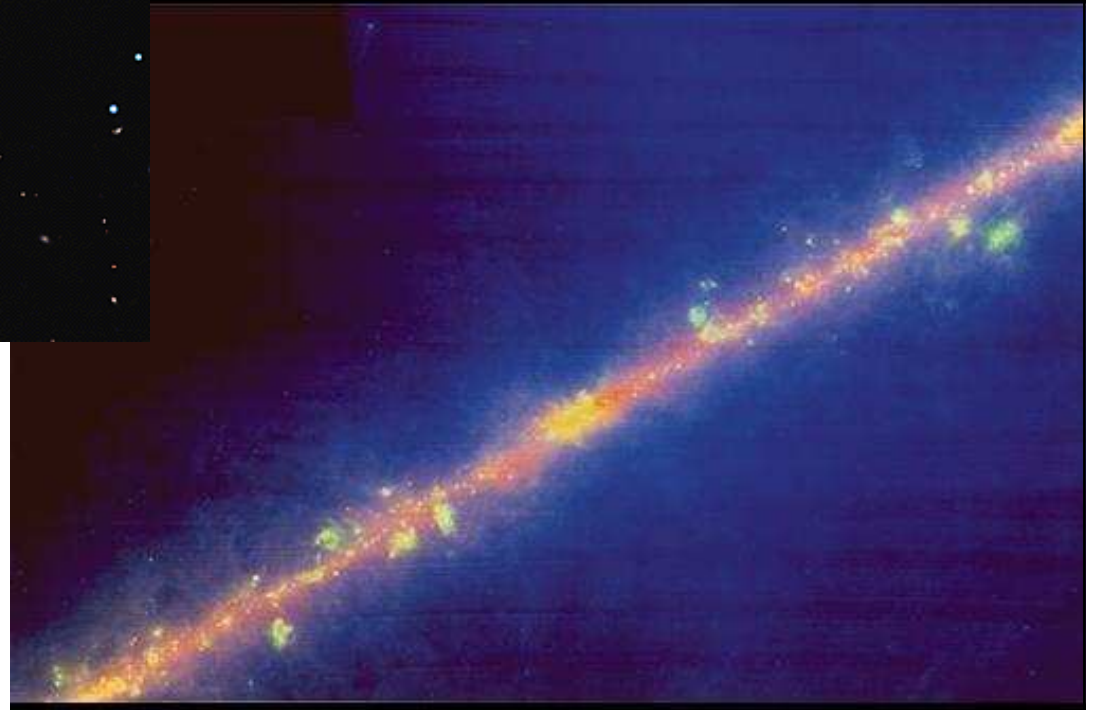


in infrarood "licht":

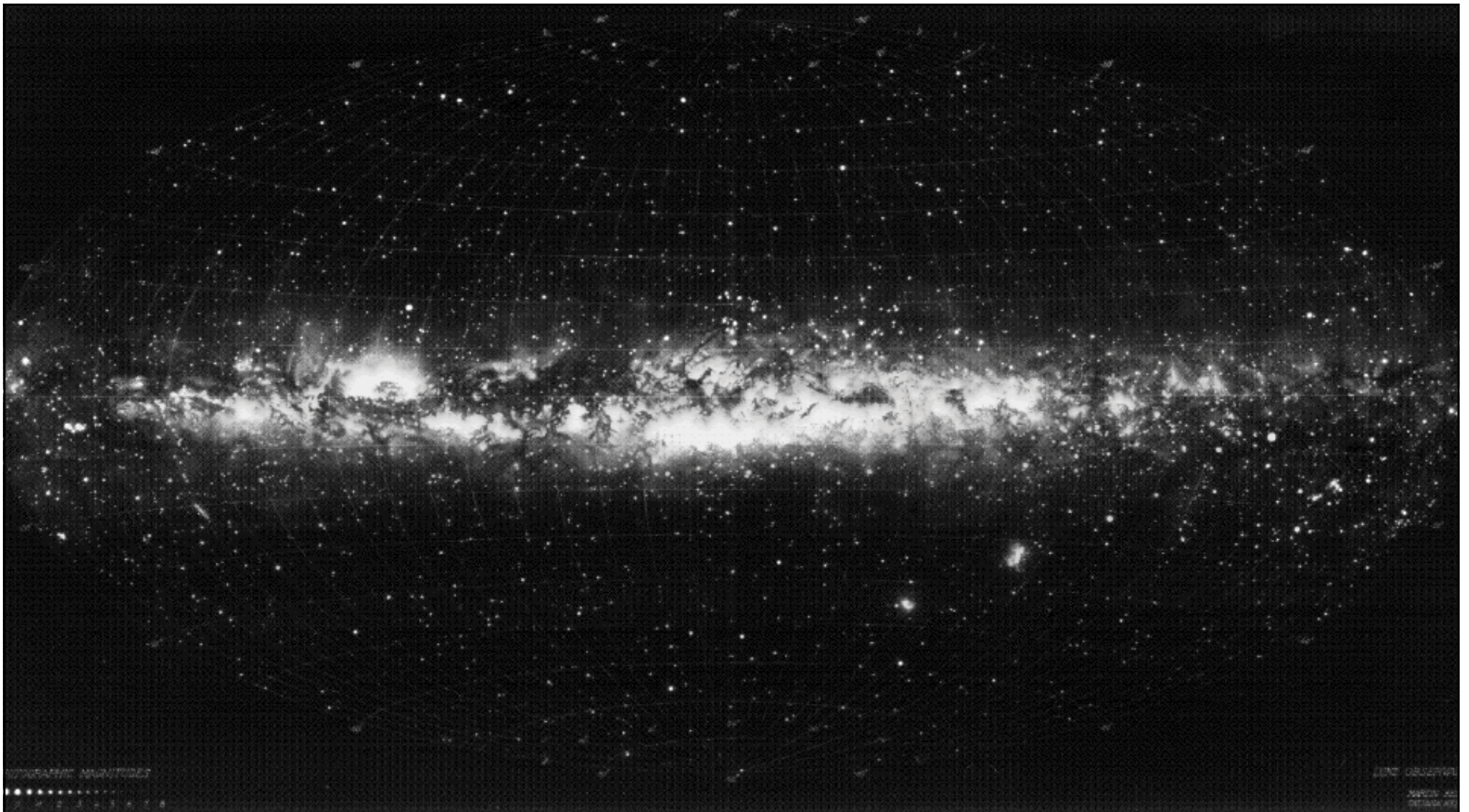




**NGC 891:** een melkwegstelsel op zijn kant (edge-on), ter vergelijking met de Melkweg

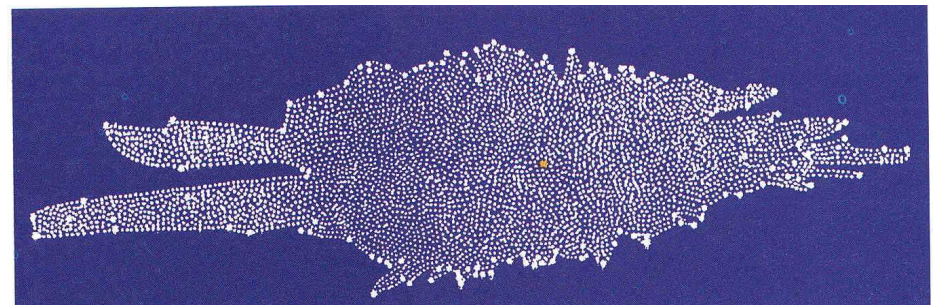


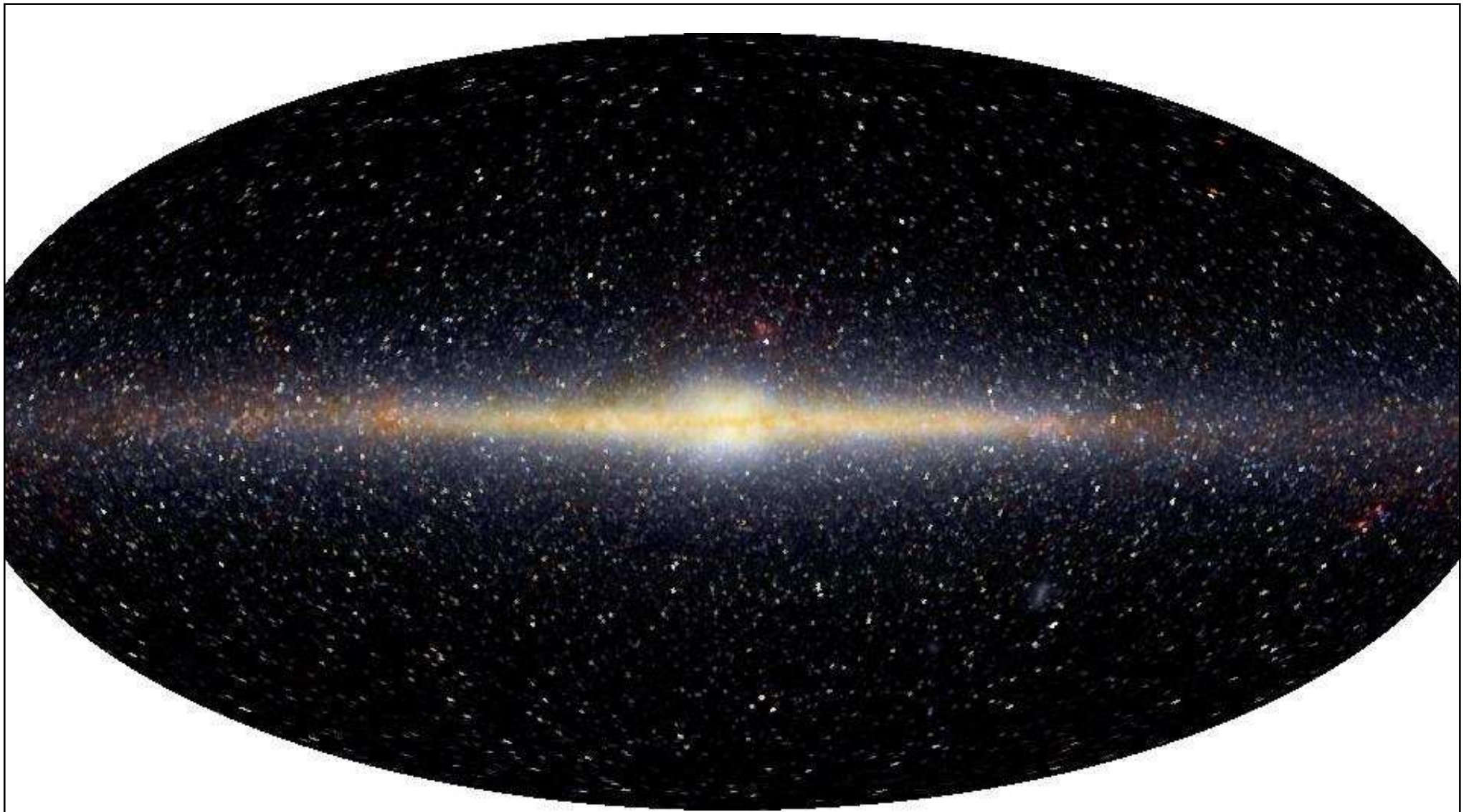




Melkweg gezien aan de hemel

Schets van de Melkweg door Herschel

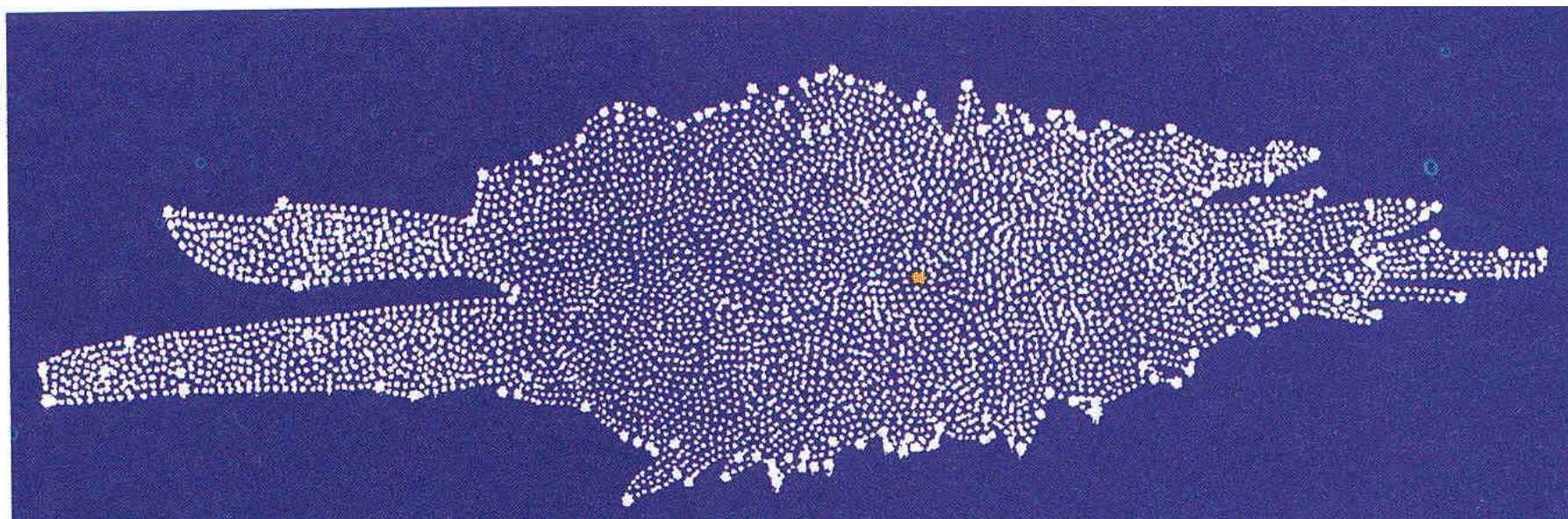




De Melkweg in het nabije Infrarood (2 micrometer).

In het nabije Infrarood is er minder extinctie door stof en kunnen we beter de binnendelen van de Melkweg zien

## De Melkweg volgens Herschel (ca. 1780)



Slechts een schets van de verdeling van sterren aan de hemel gebaseerd op stertellingen in 683 verschillende gebiedjes.

## **Kapteyn:**

- verbeterde Herschel's stertellingen en was in staat een afstandsschaal af te leiden uit de gemeten geprojecteerde sterddichtheid.
- Hij vond wel de goede richting naar het centrum van de Melkweg, maar niet de goede afstand (0.65 kpc) omdat hij geen rekening hield met *extinctie*. Zijn Melkweg was te klein

## **Shapley:**

- vond dat de verdeling van *bolhopen* sterk asymmetrisch was en concludeerde dat het centrum van de verdeling (en dus ook het centrum van de melkweg) op 15 kpc afstand van de zon ligt.

# Bolhoop (Globular Cluster)



# Extinctie door interstellair stof

Stof absorbeert en verstrooit sterlicht → **interstellaire extinctie**

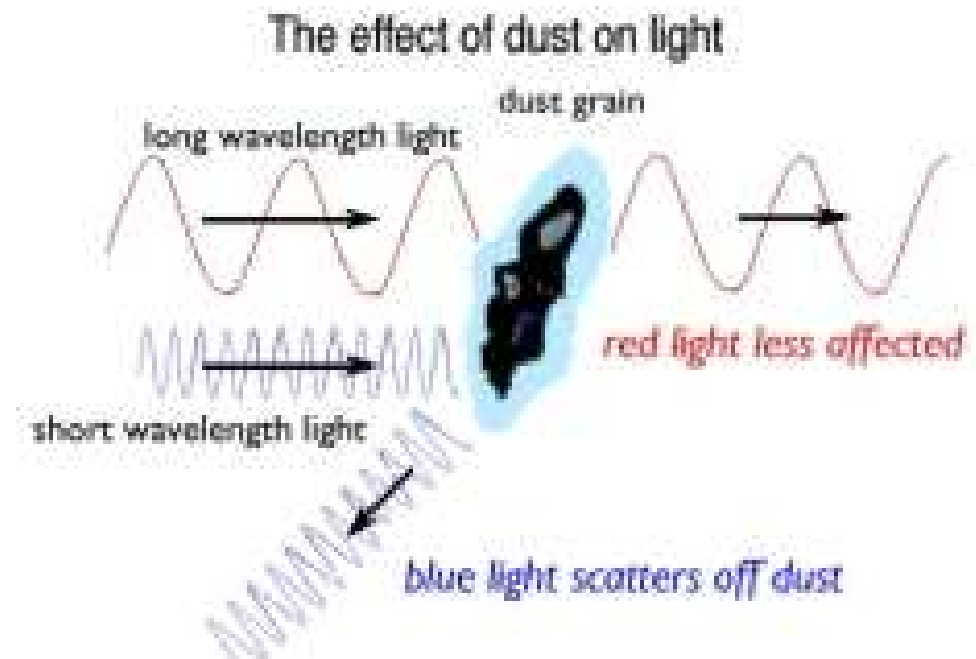
Resultaat van extinctie: **verroding** van het licht door stofdeeltjes

Moet voor gecorrigeerd worden als je metingen van sterlicht doet!

Effecten: extra term in de absolute magnitude berekeningen

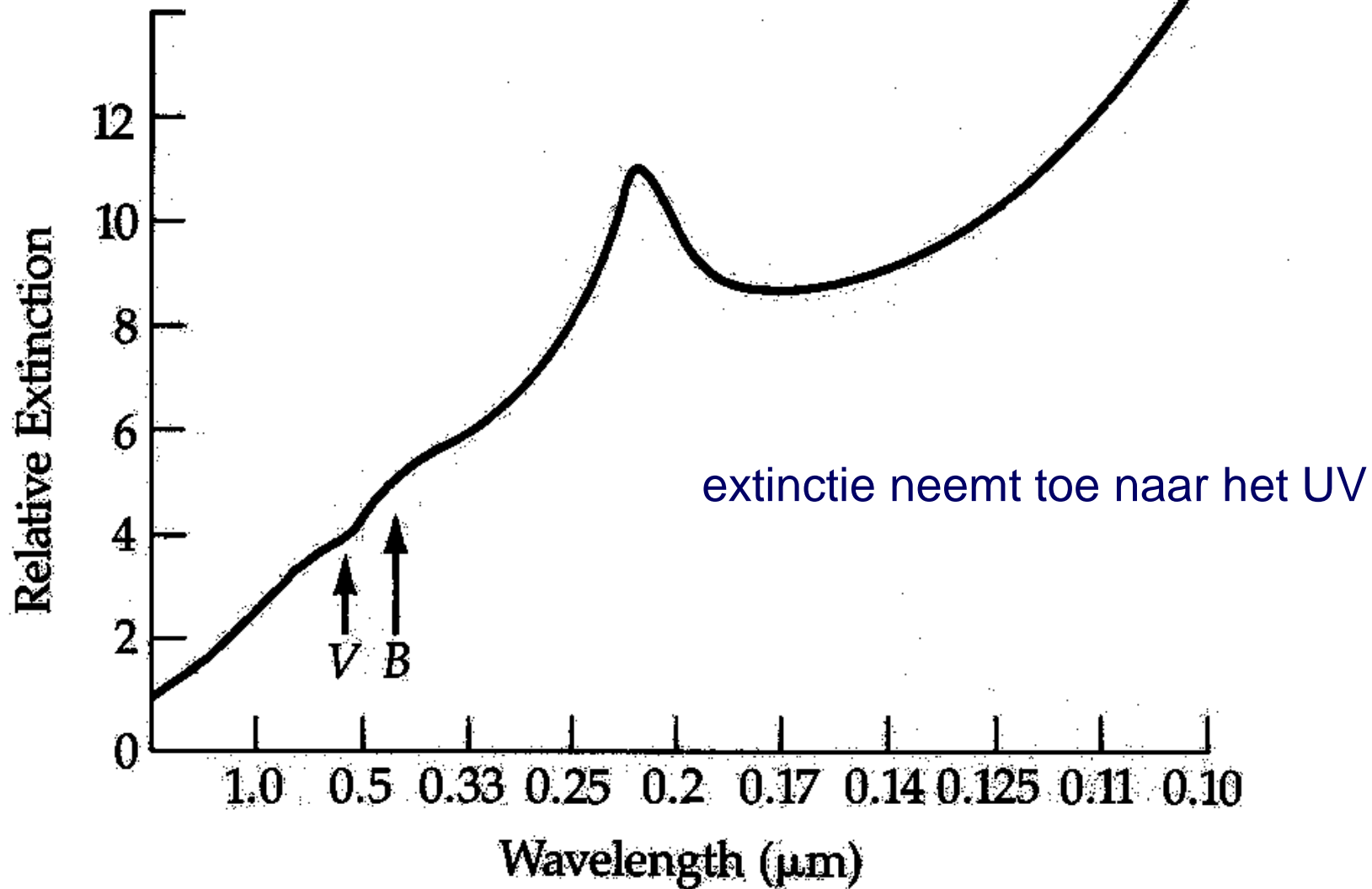
$$m - M = 5 \log(d) - 5 + A$$

**A** is de **extinctie** in magnituden en wordt gegeven door de extinctie kromme (experimenteel bepaald)



# Interstellair stof

extinctie kromme



# Interstellair stof

Extinctie hangt samen met het kleur excess:  $E_{B-V}$

$$E_{B-V} = (B - V)_{\text{obs}} - (B - V)_{\text{true}}$$

$A_V = R \cdot E_{B-V}$  voor de Melkweg geldt:  $R = 3.0$ , dus

$$A_V = 3 E_{B-V}$$

en dan geldt:

$$m_V - M_V = 5 \log(d) - 5 + A_V$$

*Interstellaire extinctie* is over een groot deel van de melkweg bepaald en vergeleken met de *HI kolomdichtheid*: beide correleren met elkaar dus de *HI* is te gebruiken om een *schatting van de extinctie* te maken



# Methoden voor afstandsbe­paling:

## *Spectroscopische parallax*

Bepaal spectraaltype → Lichtkracht → absolute magnitude  
combineer met schijbare magnitude →  $m - M$  → *afstand*

## Beter:

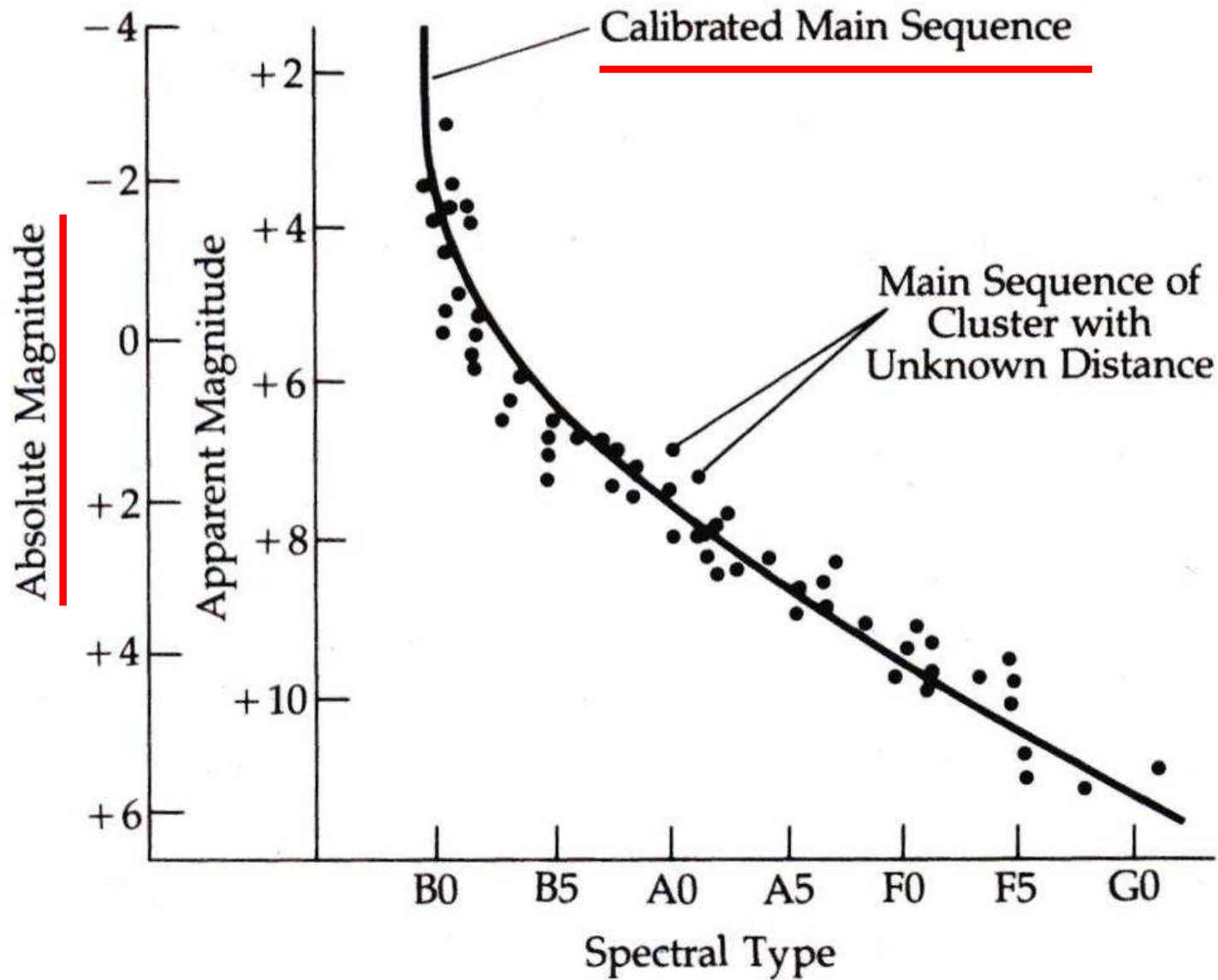
Bepaal schijbare magnitude en kleur/spectraaltype voor een stercluster

→ HR diagram

→ vergelijk Hoofdreeks met die van een gecalibreerd HR diagram

→  $m - M$  → *afstand*      ***Hoofdreeksfitting***

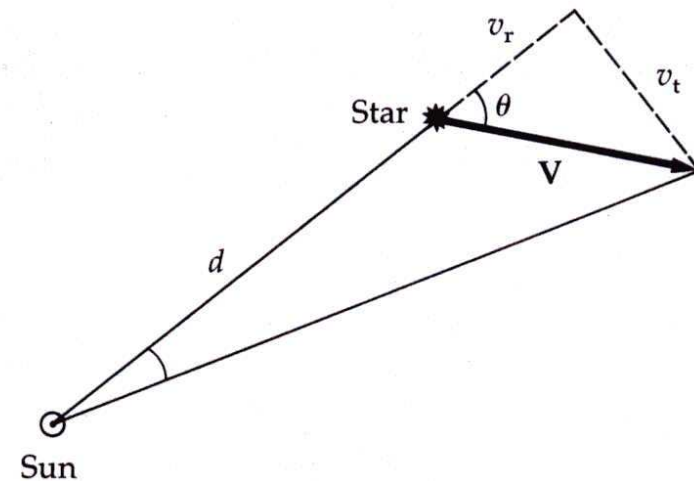
# Hoofdreeksfitting



# Bewegingen van sterren

Radiële snelheid  $v_r = v \cos \theta$

Tangentiële snelheid  $v_t = v \sin \theta$



$v_r = c \cdot \Delta\lambda / \lambda_0$  : de Doppler snelheid

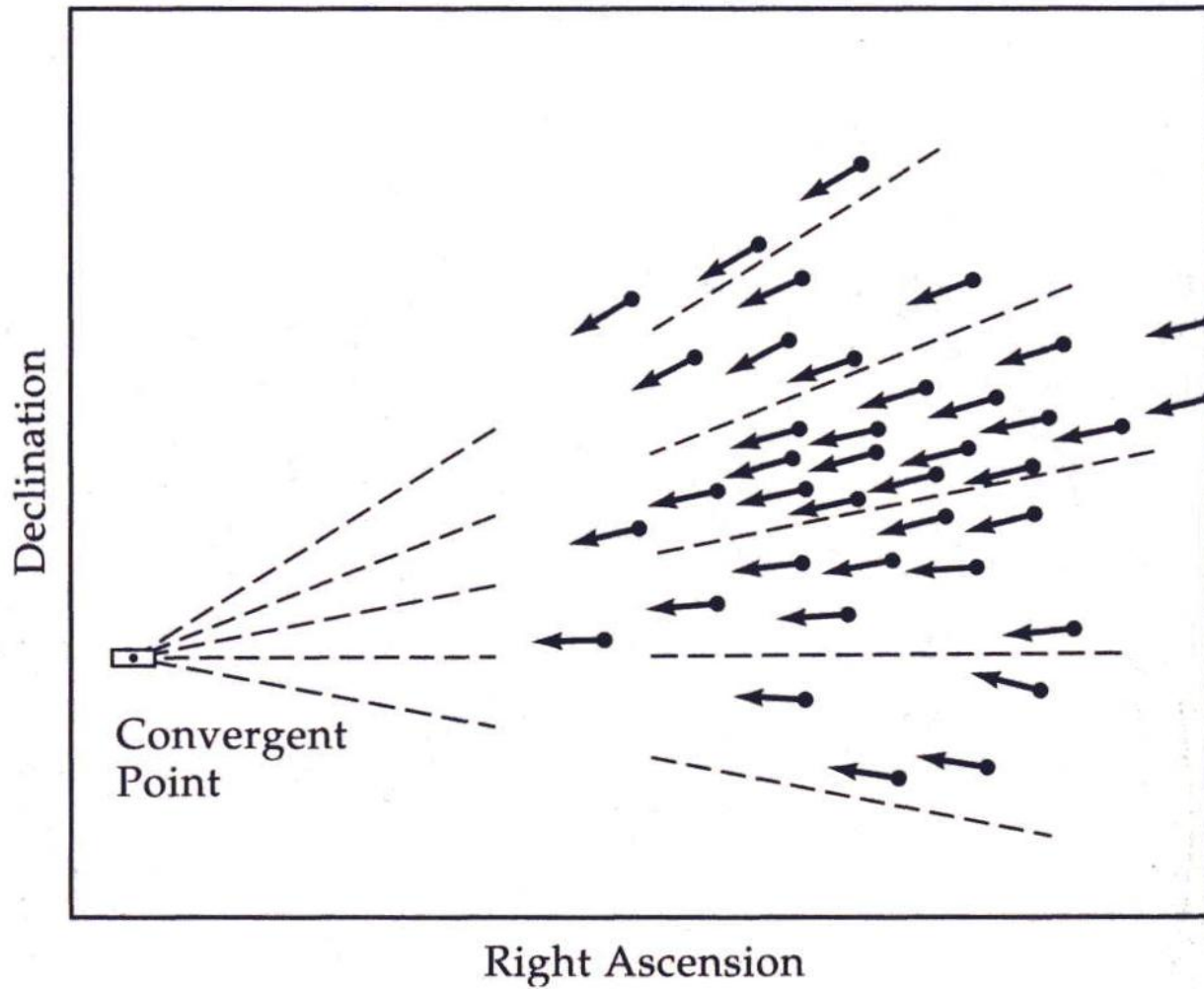
$v_t = d \sin \mu \sim d \mu$  waar  $\mu$  de eigenbeweging

$v_t = 4.74 d \mu'' = 4.74 \mu'' / \pi''$

met  $\mu$  in boogseconden per jaar en  $\pi$  de parallax

# Stroomparallax

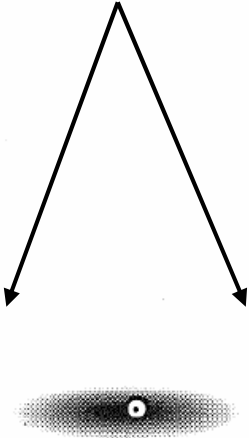
De sterren in een cluster bewegen schijbaar naar een *convergentie punt*



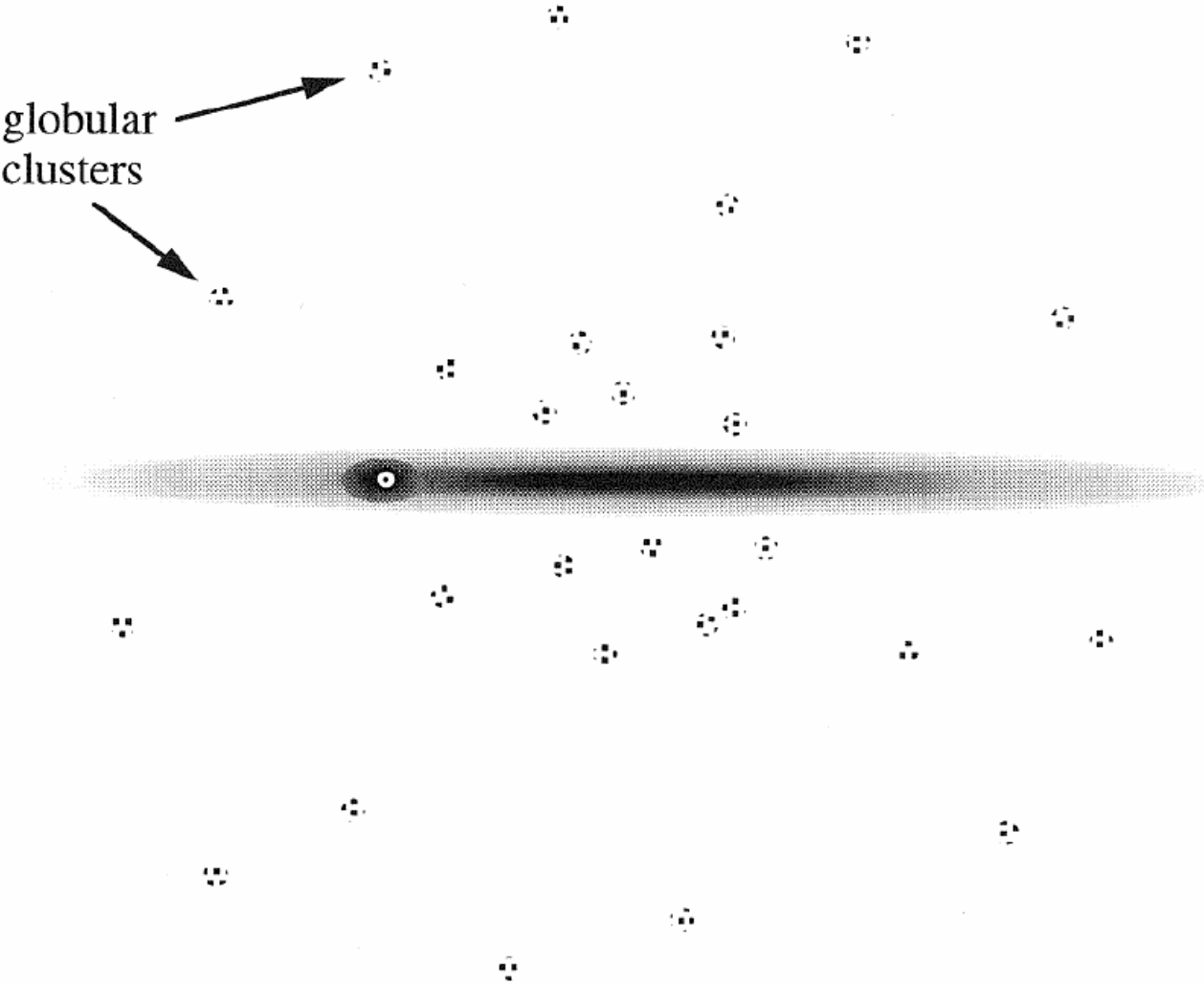


# De Melkweg volgens Kapteyn (links) en Shapley (rechts)

Kapteyn Universe

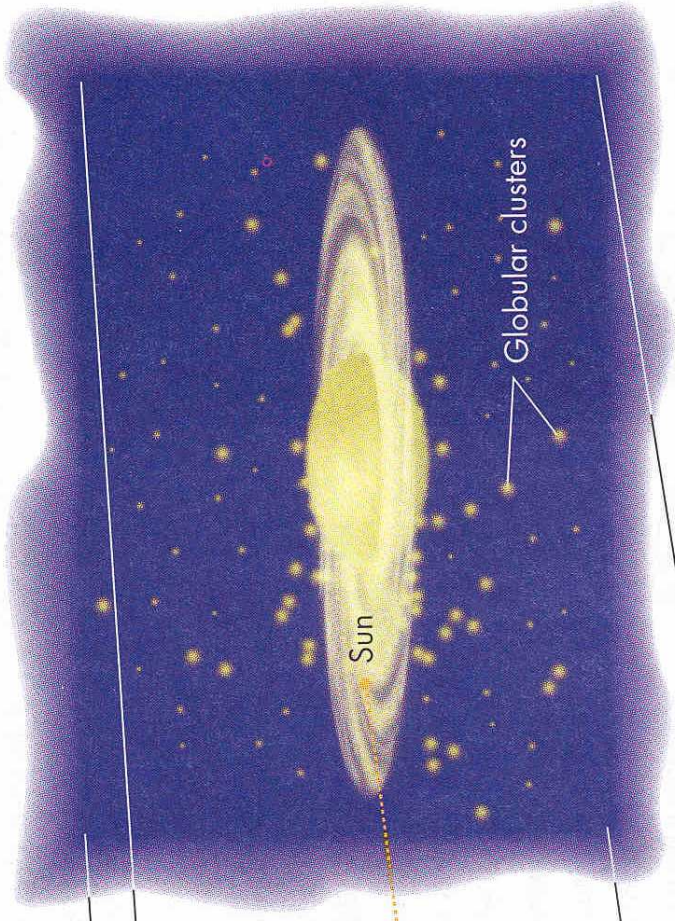


Shapley's Model

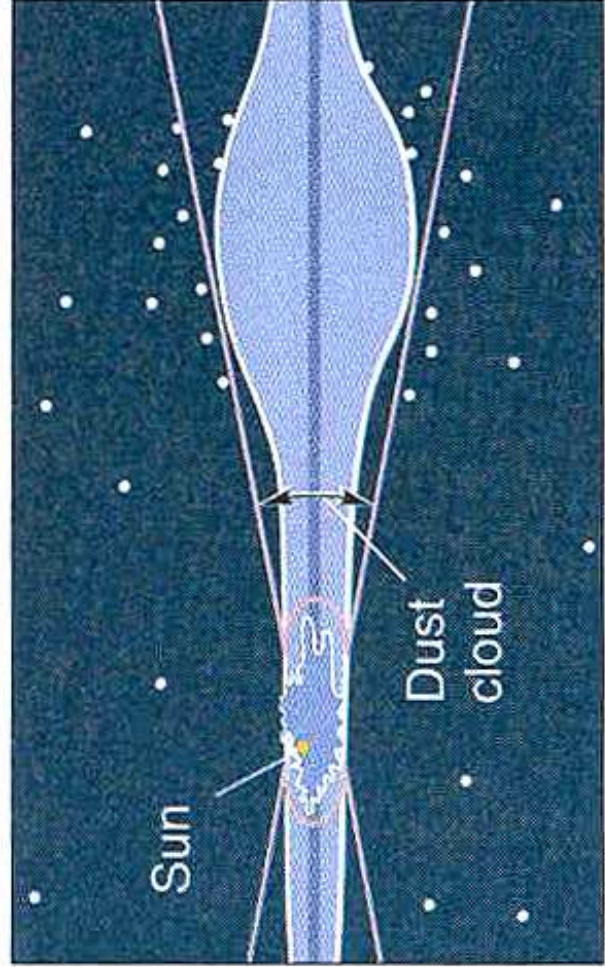
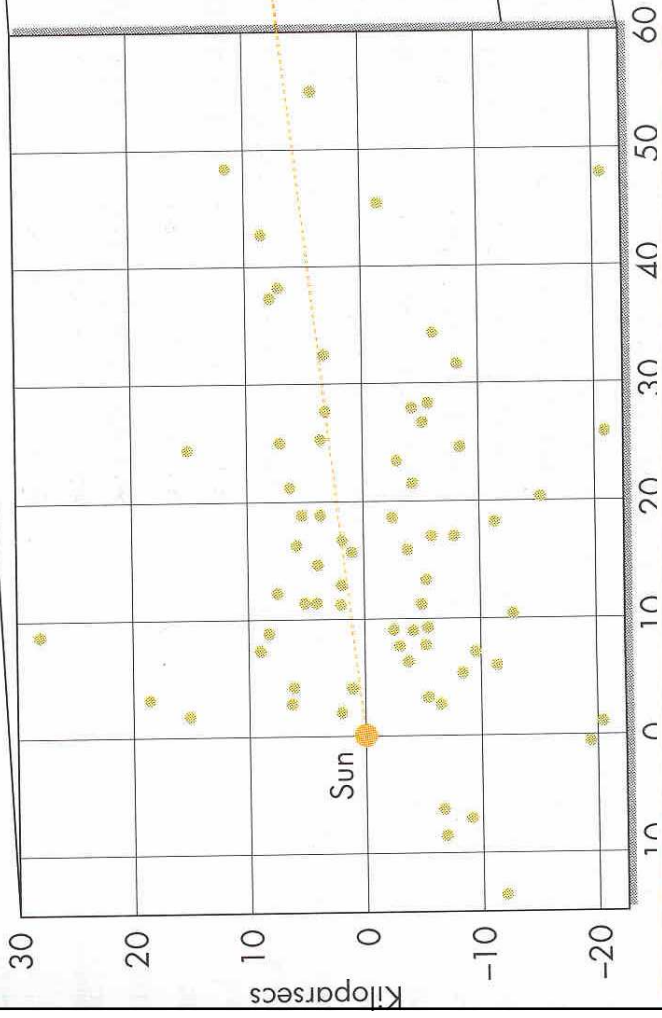


10 kpc

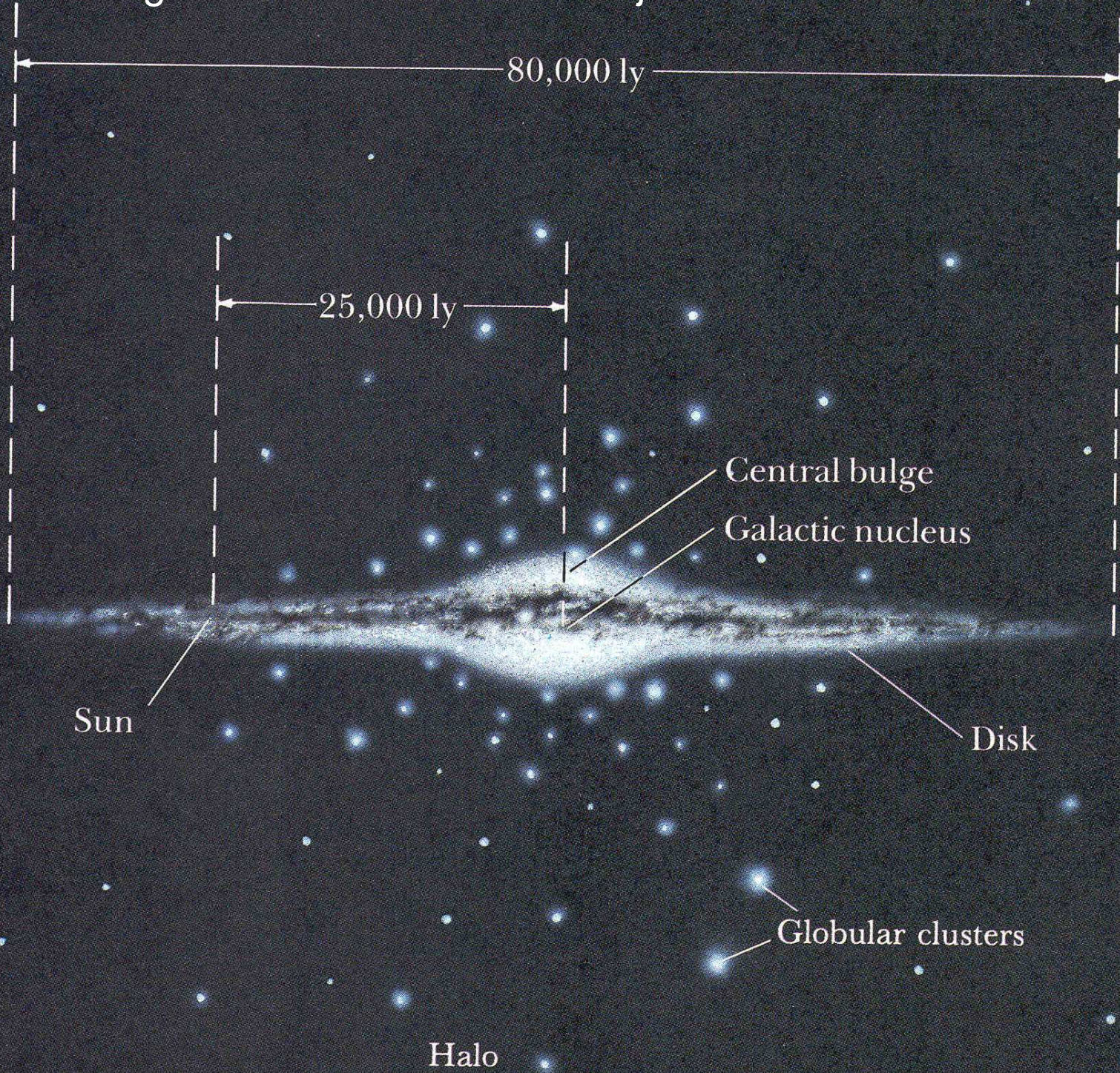
View we would have of Milky Way if we were outside it.



Shapley's plot of location of globular clusters



# De Melkweg zoals we nu weten dat hij er uit ziet wat betreft de sterren





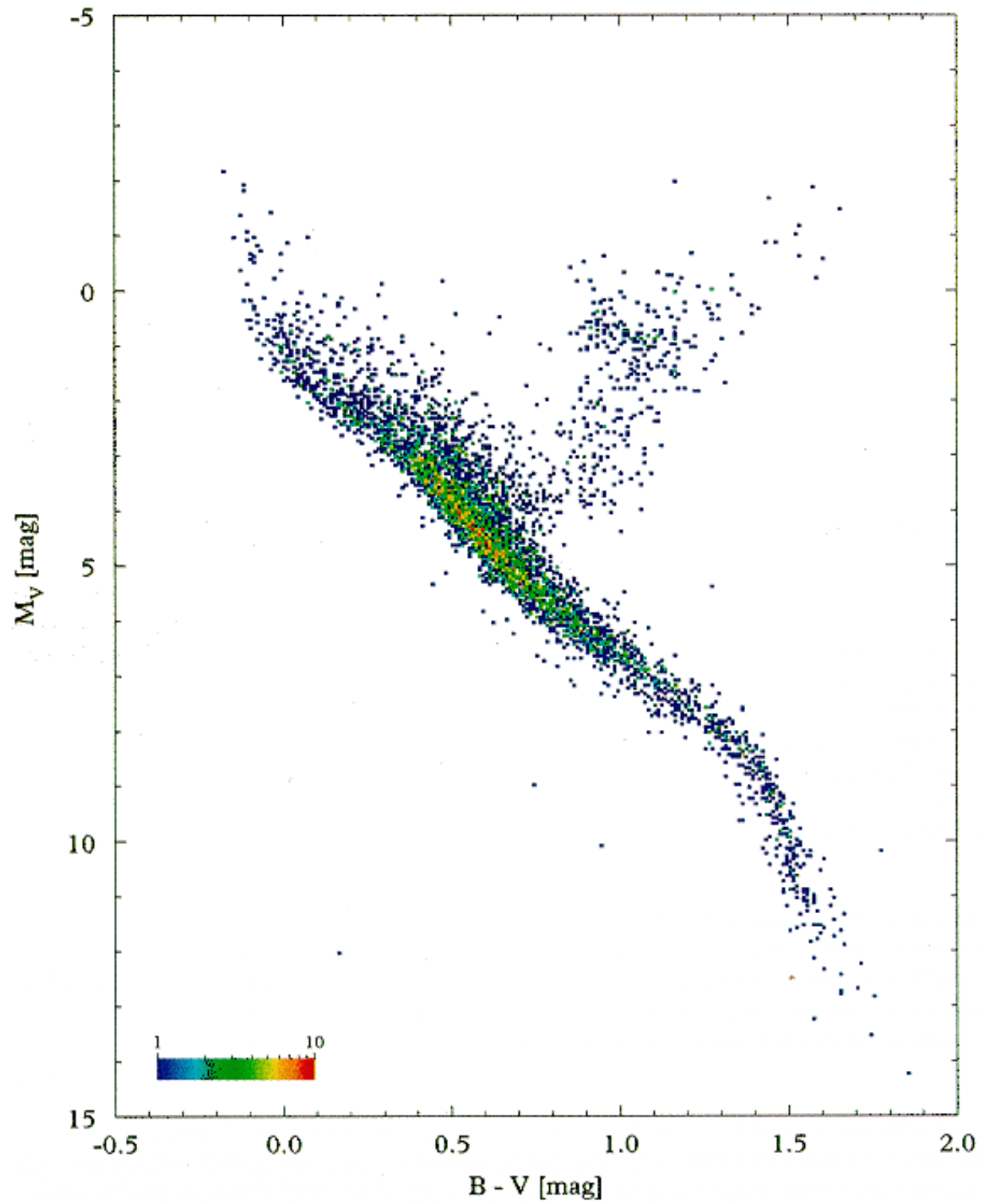
## Walter Baade

- in 1944 was Baade in staat aan de hand van voor die tijd excellente opnames van M31 (gedurende de oorlog was Los Angeles verduisterd!) individuele sterren in M31 (Andromeda nevel) op te lossen en HR diagrammen te maken
- hij vond dat de sterren in de schijf de hele hoofdreeks bevolkten en dat sterren in de halo slechts het rode reuzengebied en lage helderheid deel van de hoofdreeks bevolkten.
- dit leidde tot het concept van de sterpopulaties: sterren van alle leeftijden in de schijf en slechts oudere sterren in de halo
- later kon er een koppeling worden gemaakt met andere eigenschappen: de kinematica (sterbanen) en het “metaalgehalte” (voorkomen van de elementen zwaarder dan waterstof, met name C, O, N, Mg en Fe)

Messier 31 (Andromeda nevel)

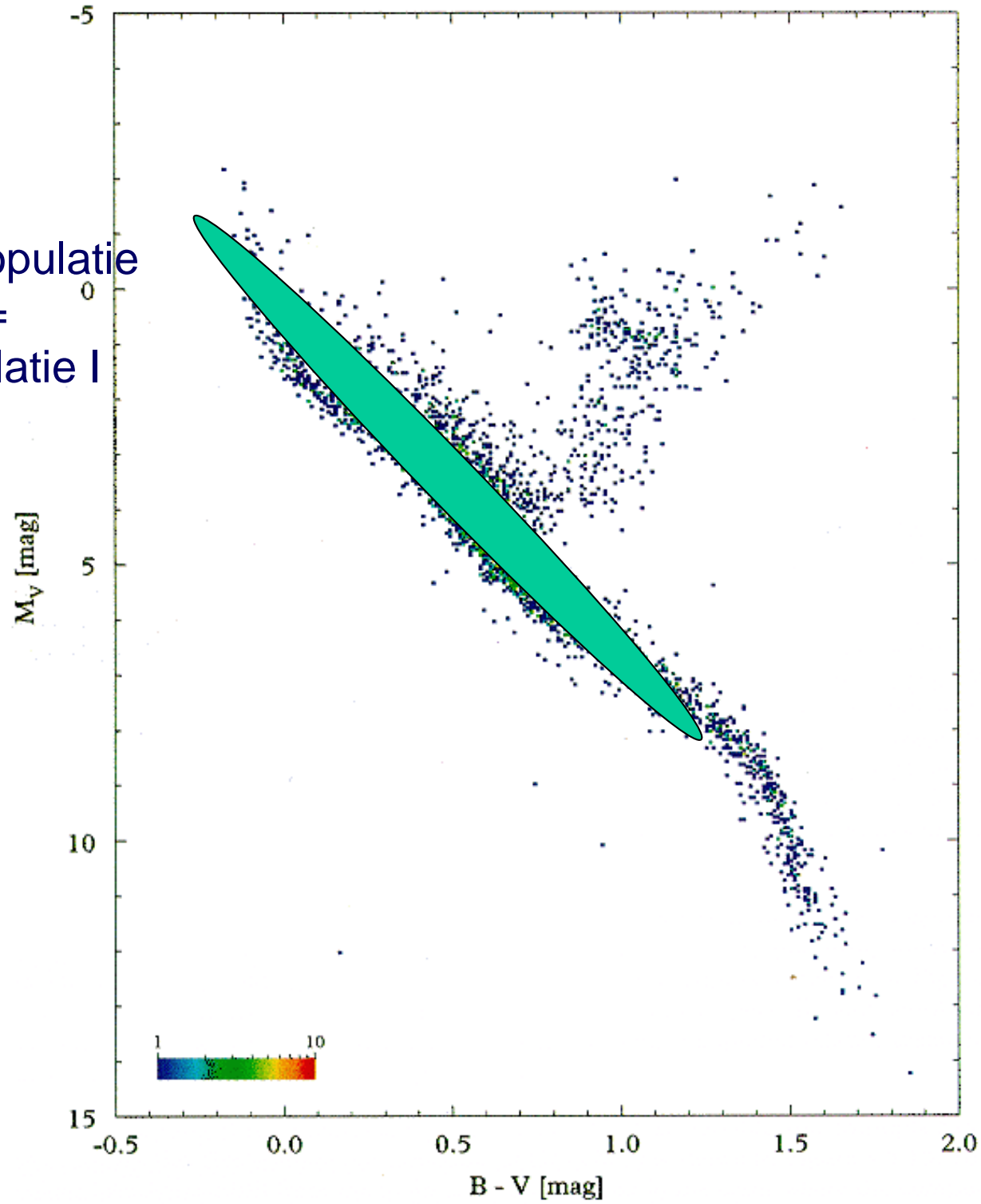


# HR diagram



HR diagram

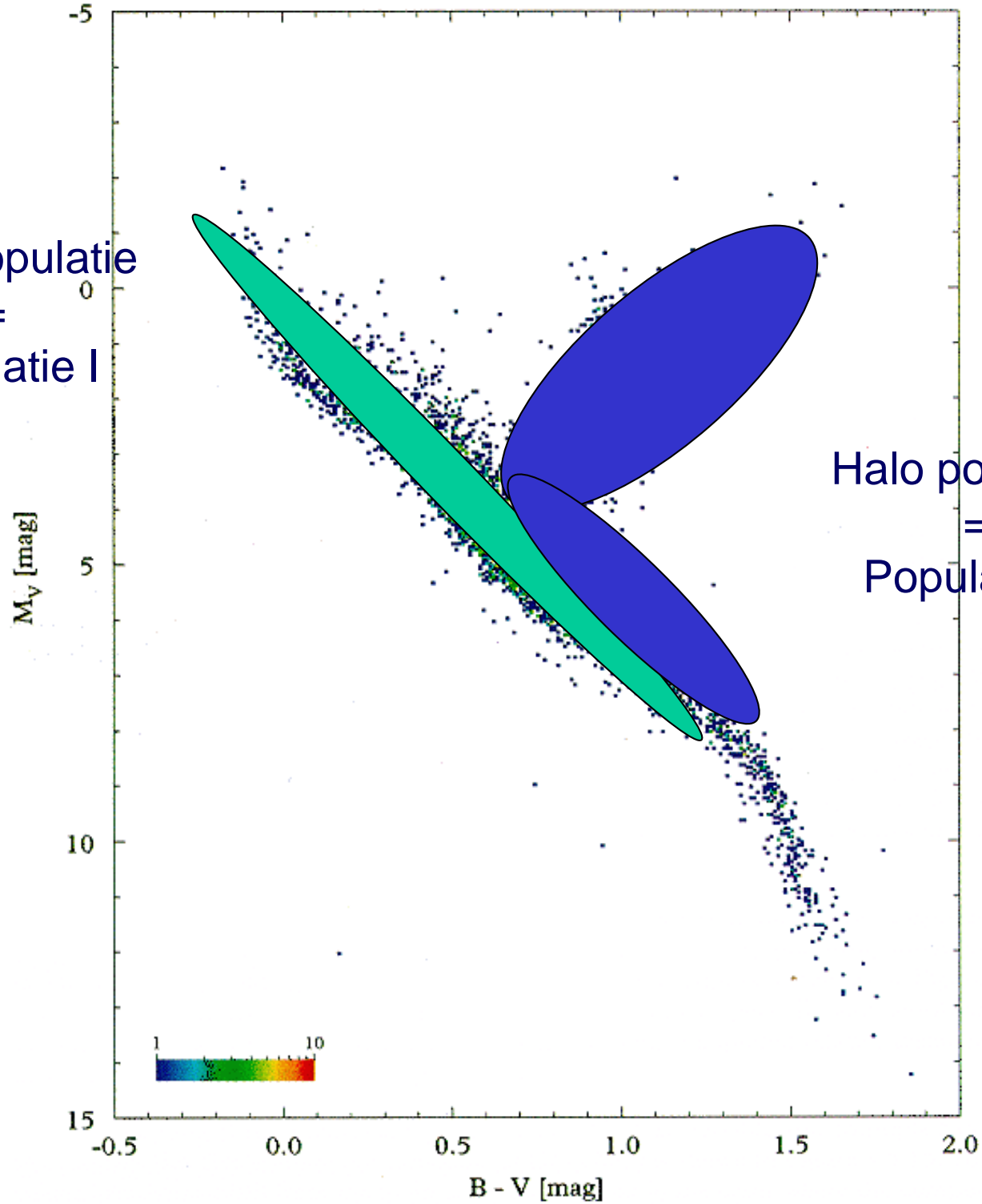
Disk Populatie  
=  
Populatie I



HR diagram

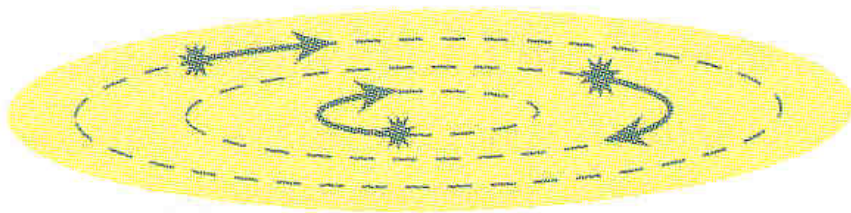
Disk Populatie  
=  
Populatie I

Halo populatie  
=  
Populatie II



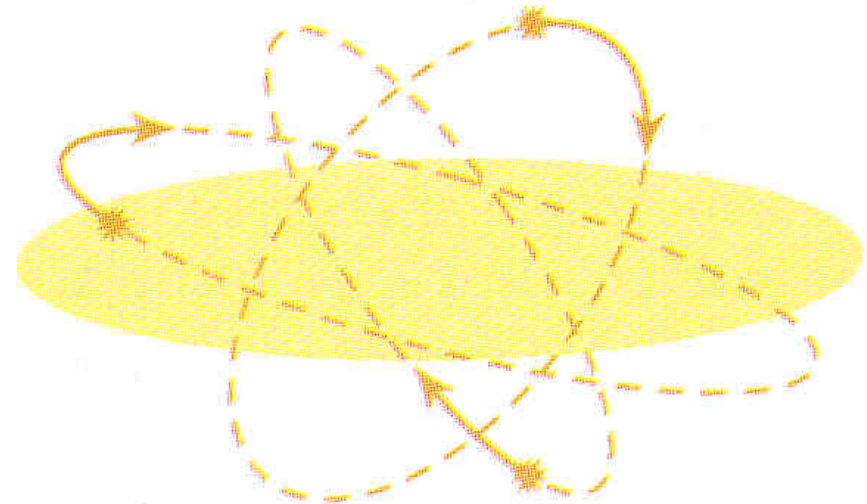
## De banen van populatie I en populatie II sterren:

Pop I stars



Cirkelbanen in het vlak  
van de Melkweg

Pop II stars



Willekeurige banen in  
de Melkweg met vaak  
grote excentriciteit

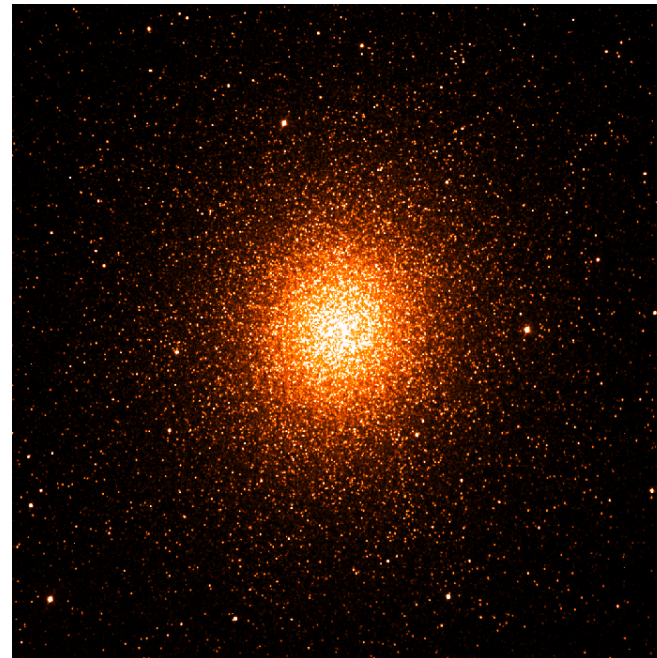
## Populatie I

- jong
- metaalrijk
- cirkelbanen



## Populatie II

- oud
- metaalarm
- elliptische banen



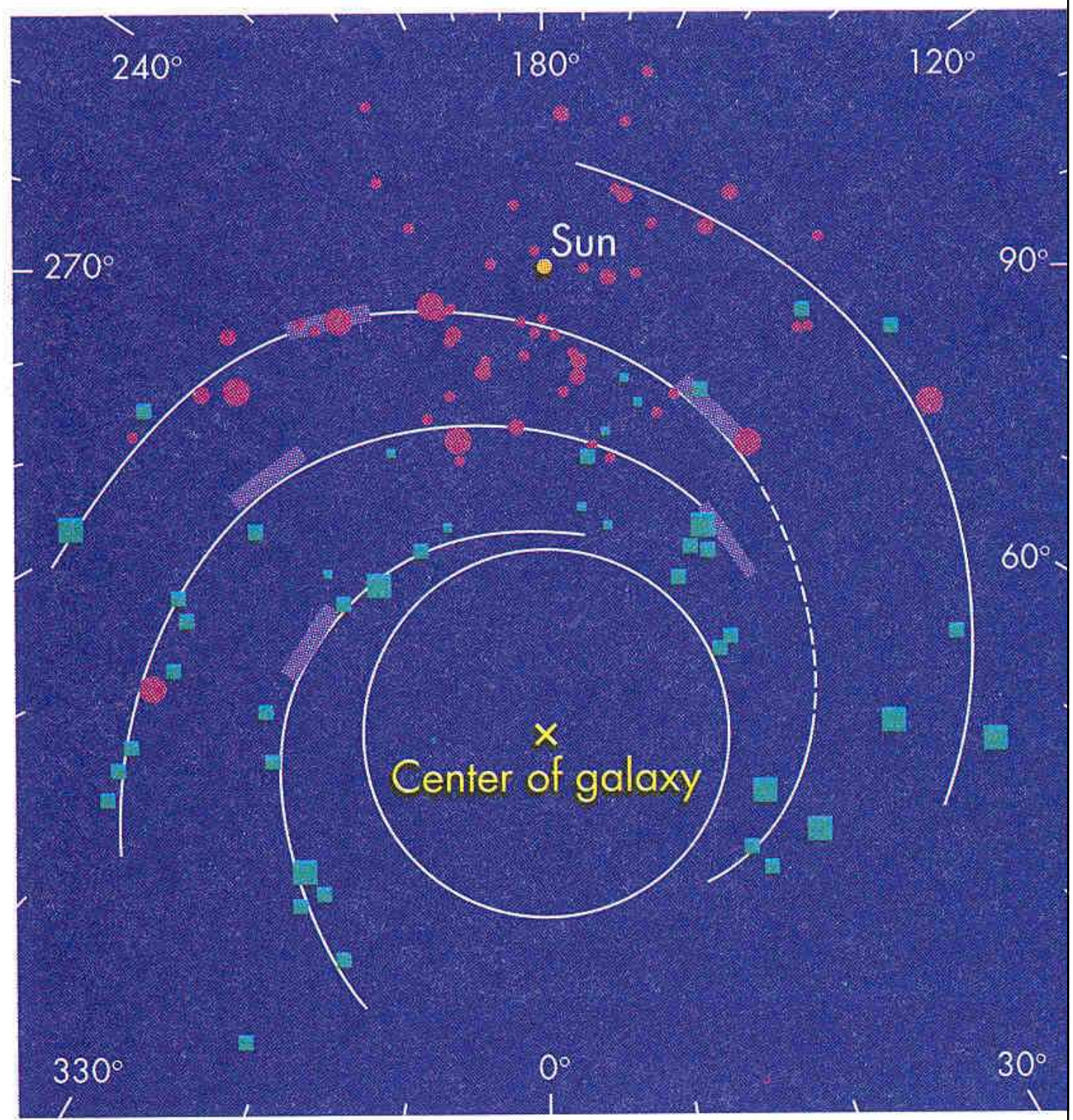
# Sterpopulaties (gedefinieerd door Baade via studie van Messier 31)

	<i>Populatie I</i>	<i>Populatie II</i>
<i>Objecten</i>	O, B en A sterren Open clusters HII gebieden	G, K en M sterren Bolclusters metaal-arme sterren
$\langle  z  \rangle$ (pc)	120 – 160	400 – 2000
$\langle  Z  \rangle$ (km/s)	8 – 10	20 - 75
<i>Verdeling</i>	verspreid in de schijf, in spiraalarmen	gladde verdeling, “dik”, met centrale concentratie.
<i>Leeftijd</i>	$10^8$ tot $10^{10}$ jaar	$3 \cdot 10^9$ tot $>10^{10}$ jaar
<i>Vis. Abs. Mag.</i>	-8 tot -5	-3
<i>Banen</i>	cirkelbanen in het vlak	elliptische banen, willekeurige orientaties



# Spiraalstructuur in de Melkweg

aan de hand van de locatie van OB associaties en HII gebieden



# Een Melkwegstelsel NGC 4414



# Model van de Melkweg

