

# KUNSKAPSKRYSSNING 2019





# Jakten på liv i rymden

**Erik Zackrisson**  
**Uppsala Universitet**



Är vi ensamma?









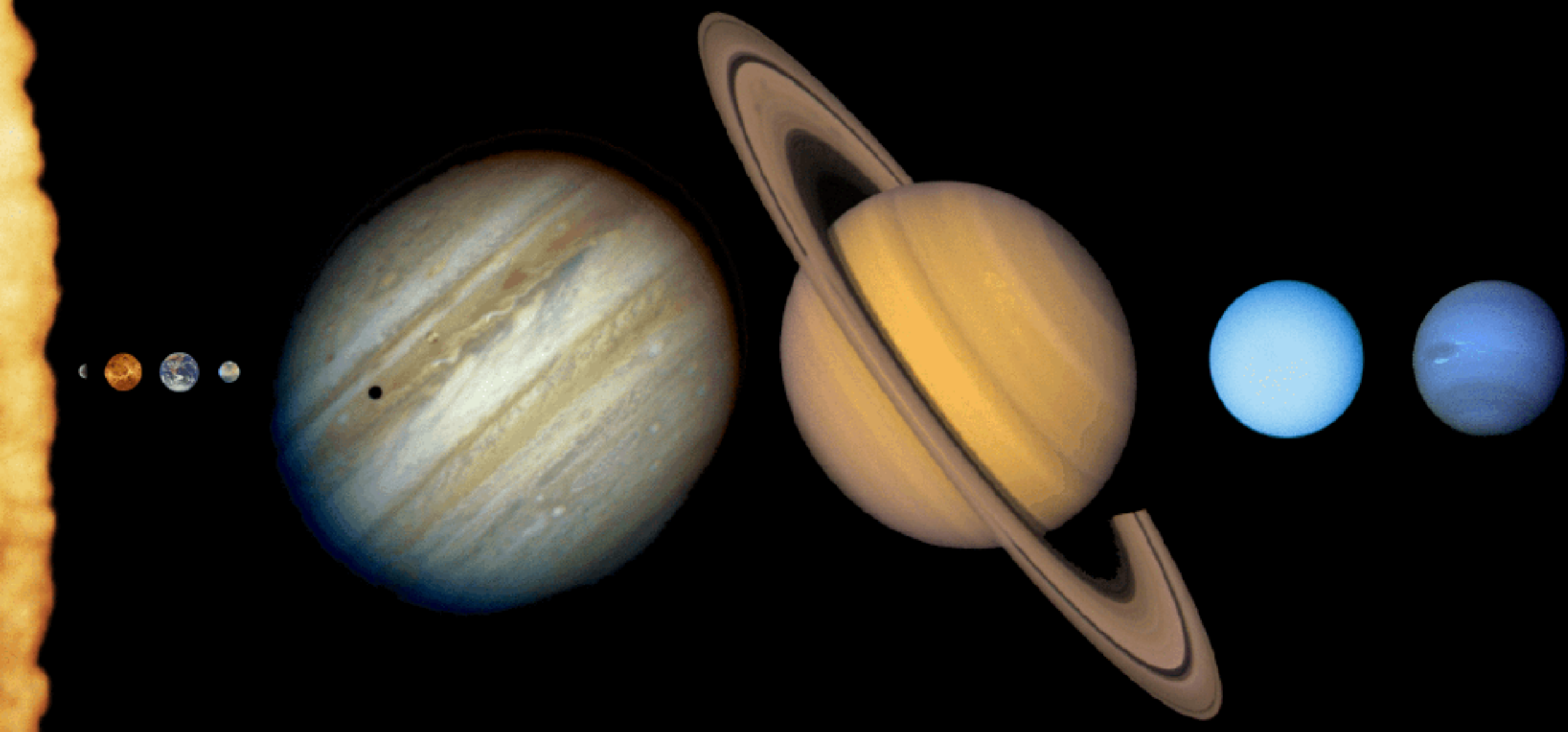
















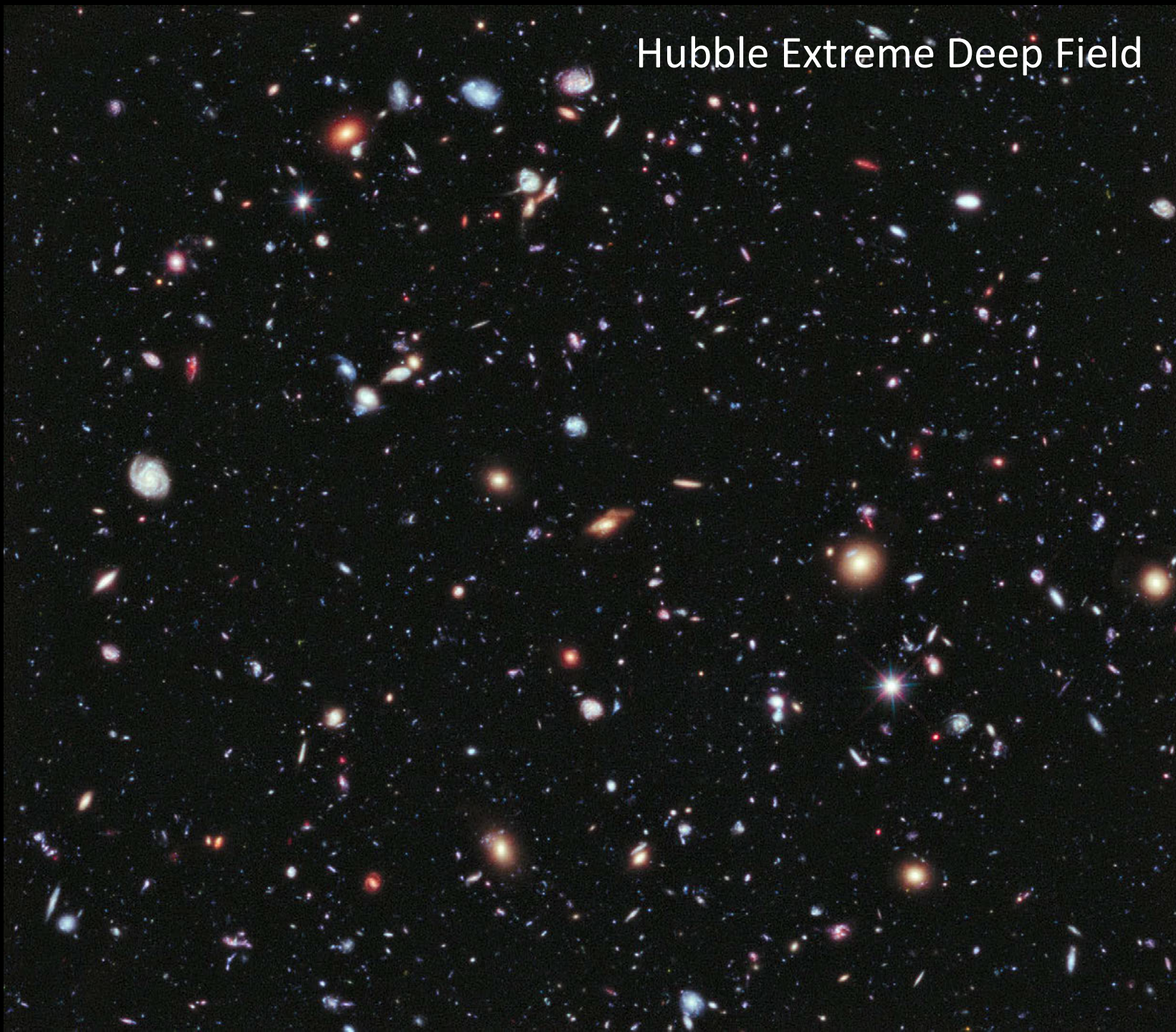
M i l k y   W a y   G a l a x y







Hubble Extreme Deep Field



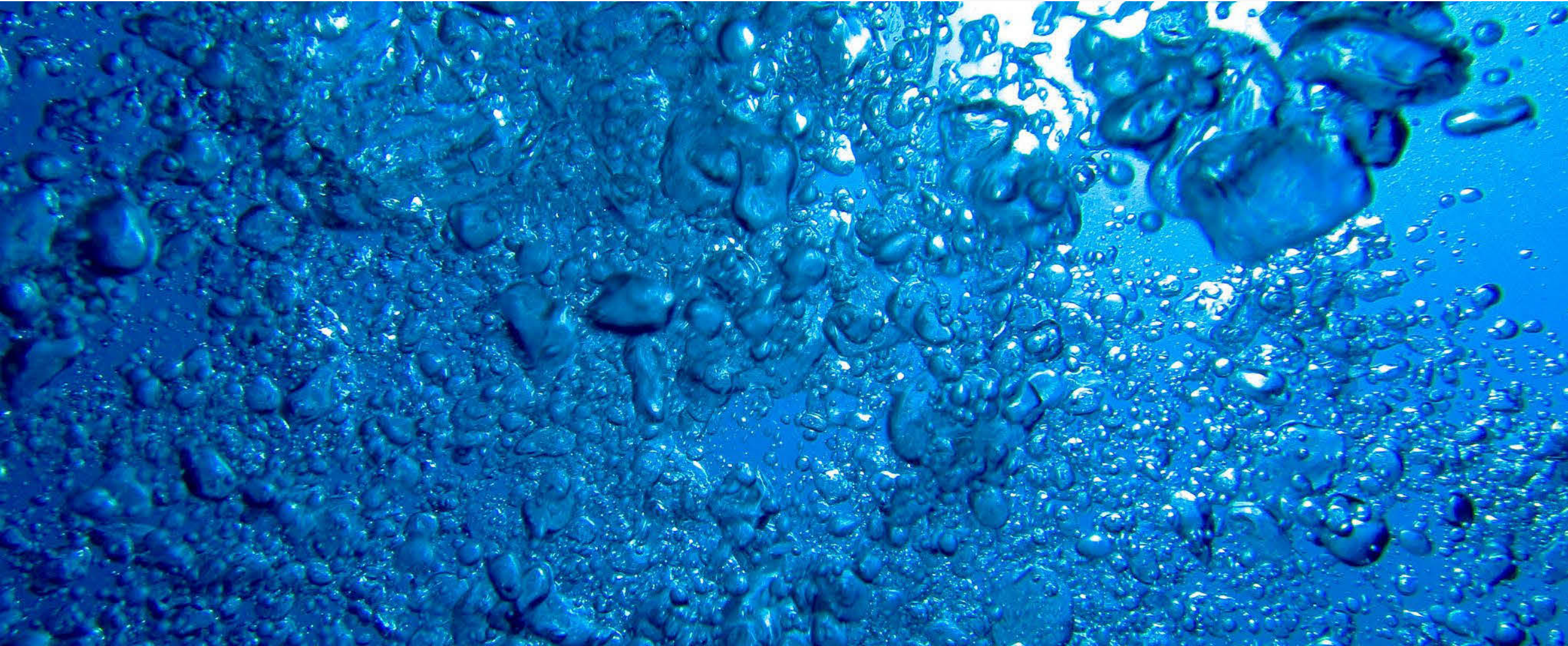


**”Fler stjärnor i vårt observerbara Universum än sandkorn  
på alla jordens stränder” - Carl Sagan**





Allt liv på jorden är beroende av flytande vatten... Var i rymden hittar vi det?



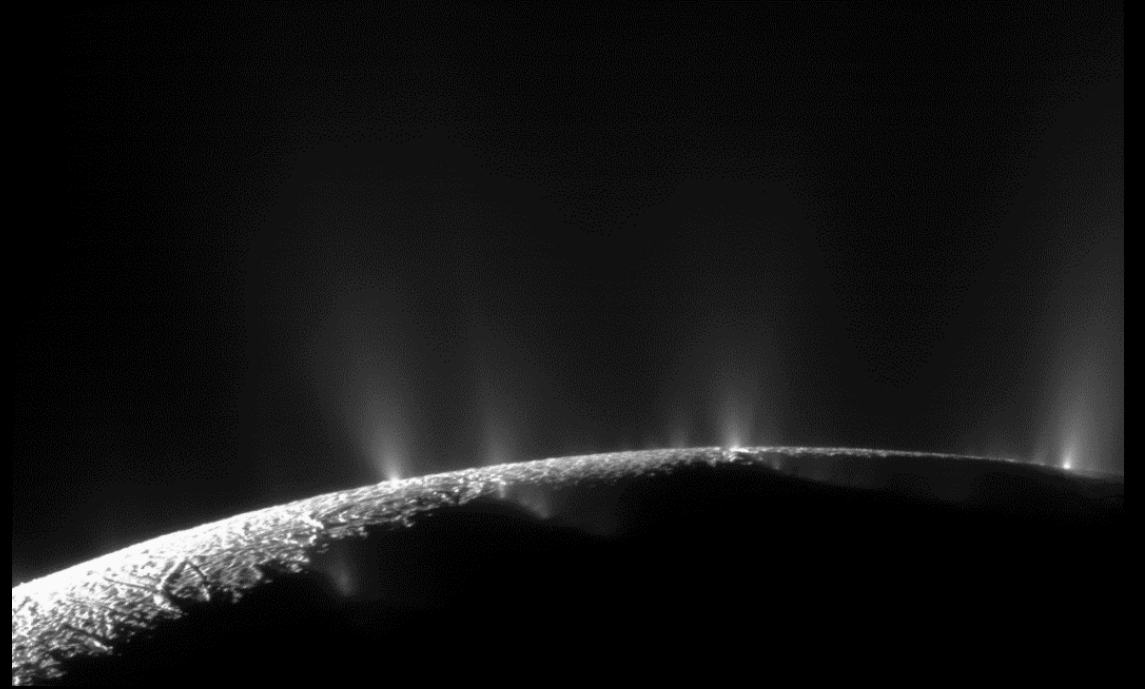
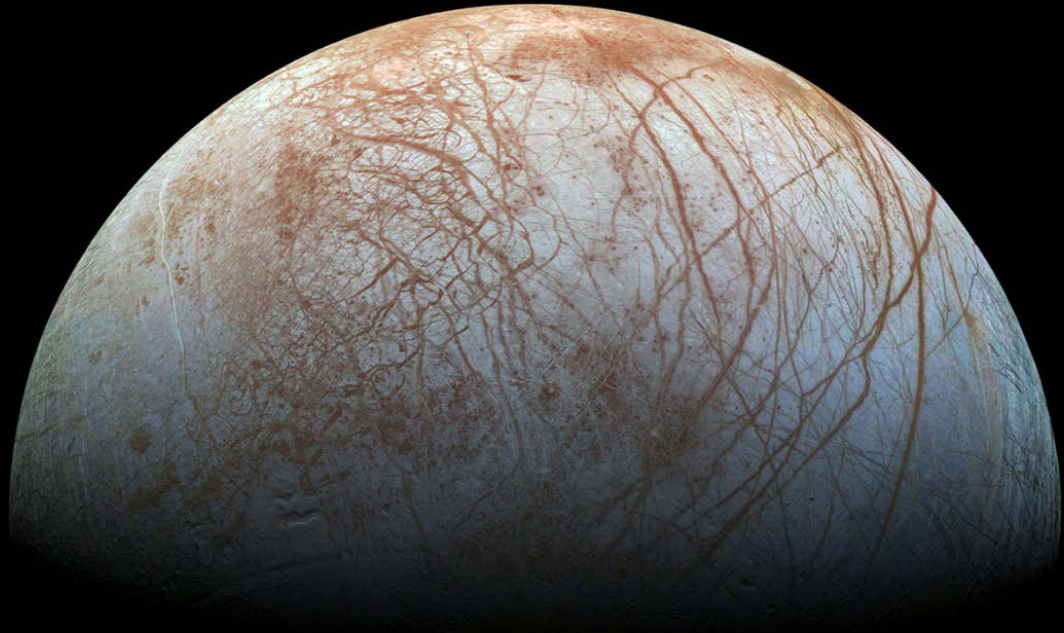


# Mars





# Europa & Enceladus



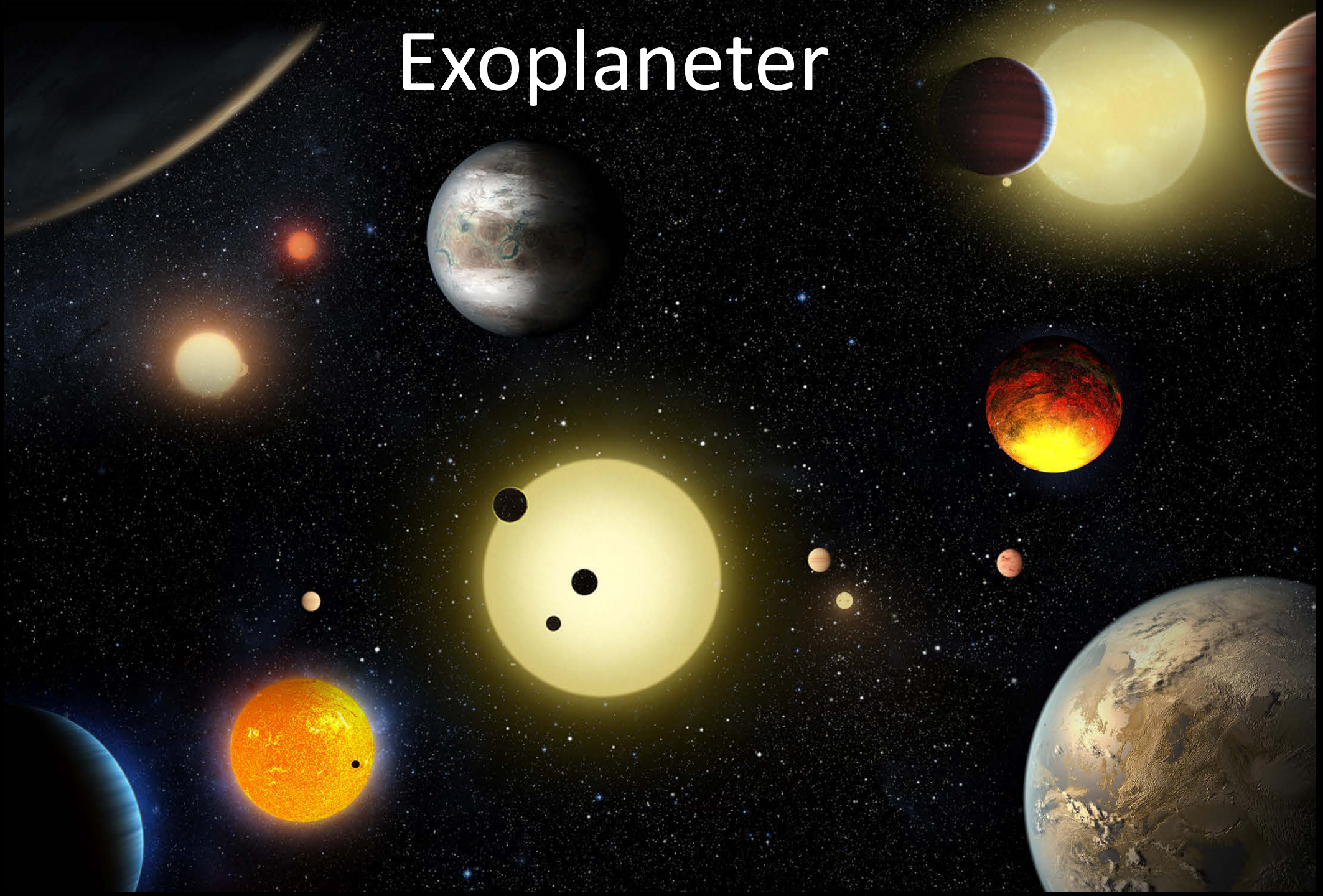


# Björndjur





# Exoplaneter



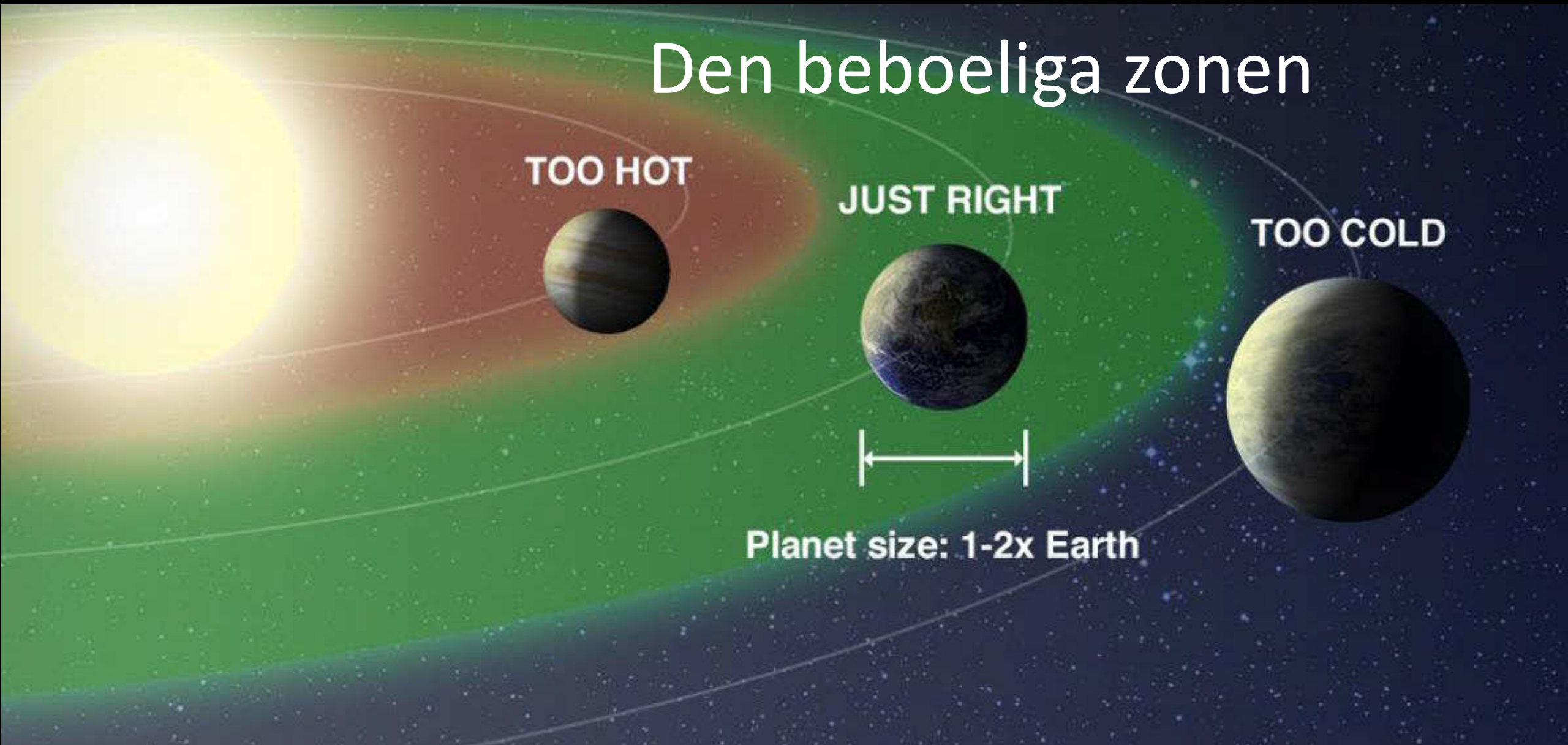


Mer än 4000 exoplaneter funna  
- och många mycket märkliga





# Den beboelige zonen





$\sim 10^{18}$  (en miljard miljarder) beboeliga, jordlika planeter kring stjärnor av solens typ i Universum

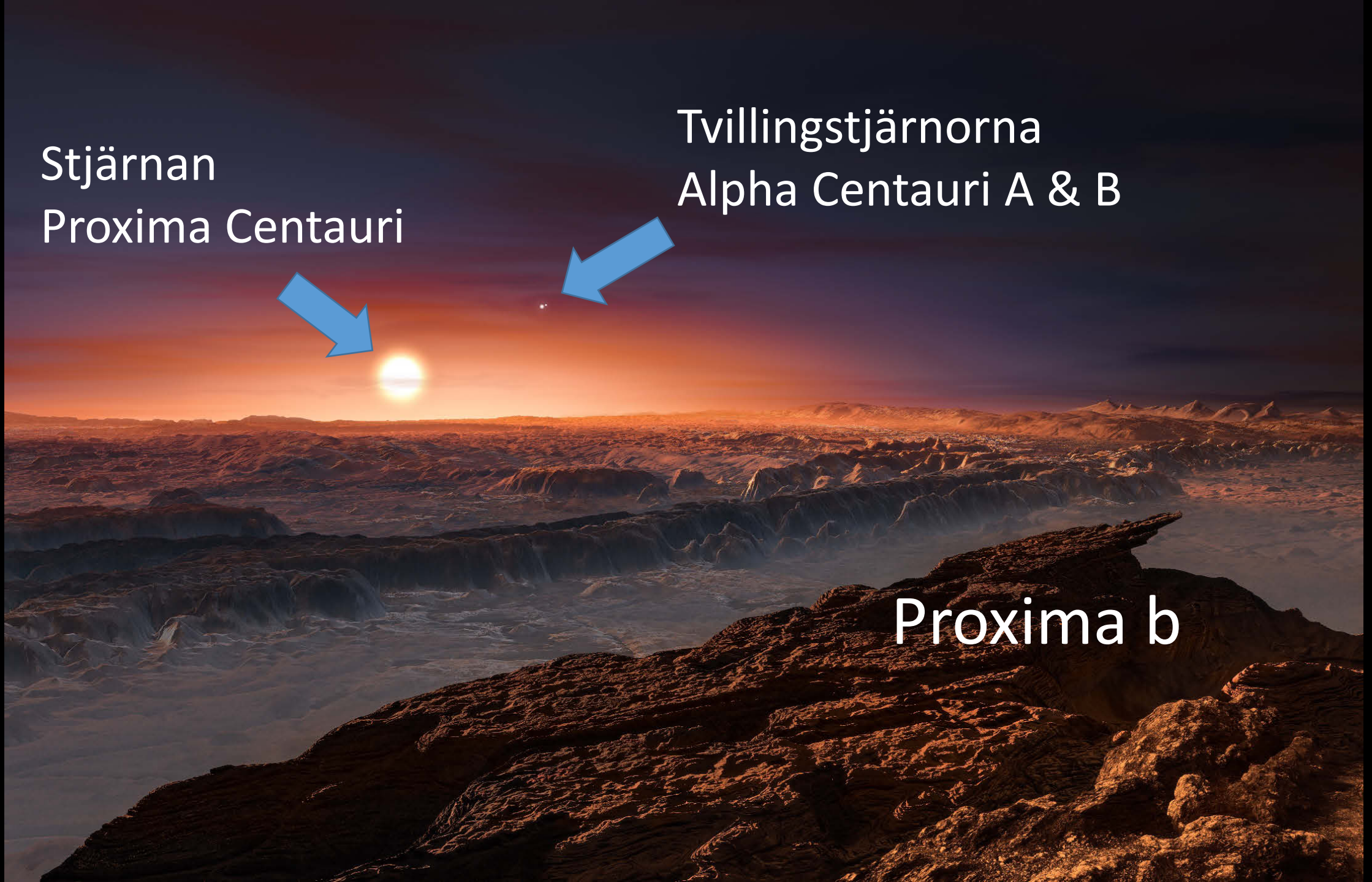




Stjärnan  
Proxima Centauri

Tvillingstjärnorna  
Alpha Centauri A & B

Proxima b









140 M

120 M

100 M

80 M

60 M

40 M

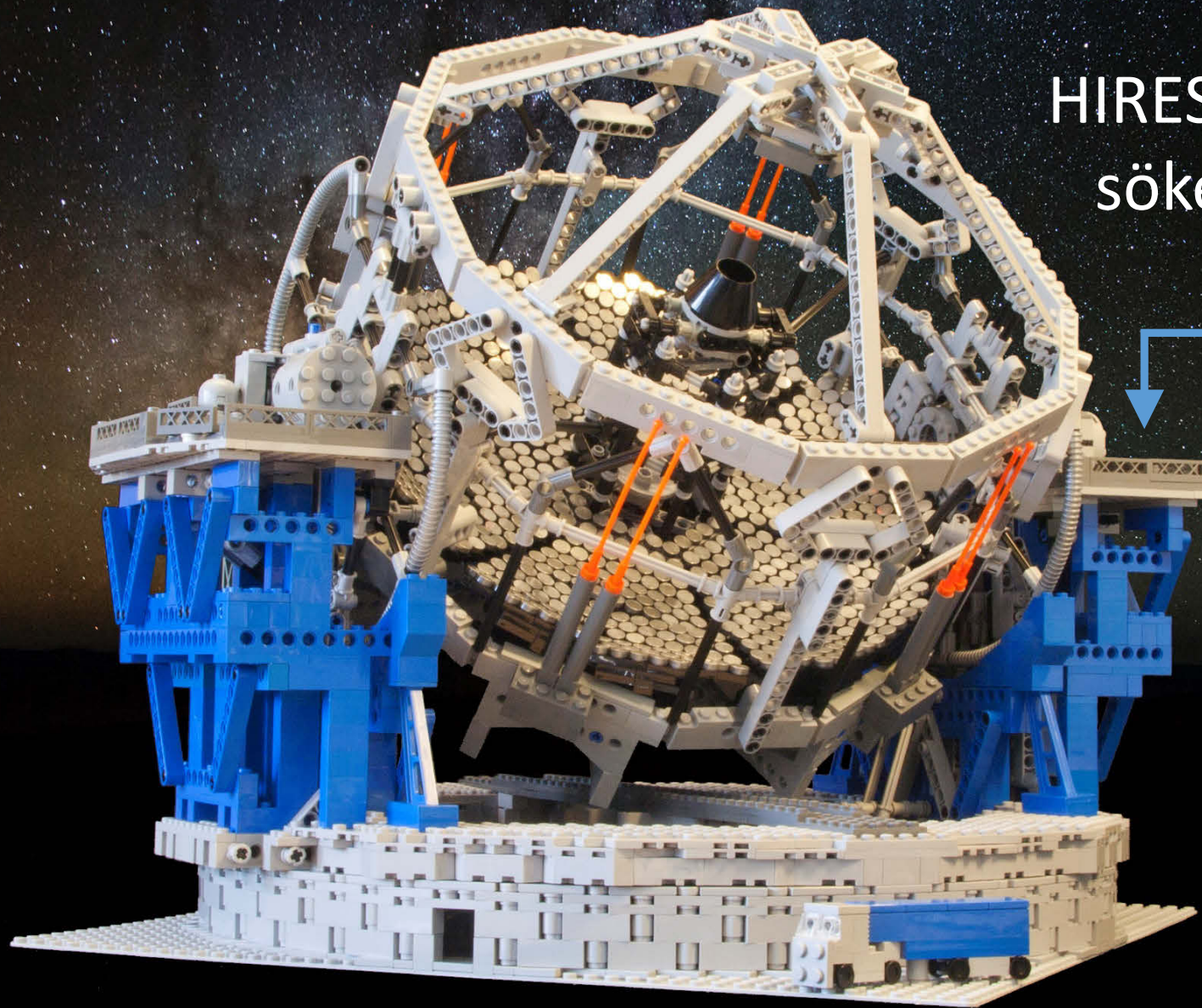
20 M

ELT

VLT



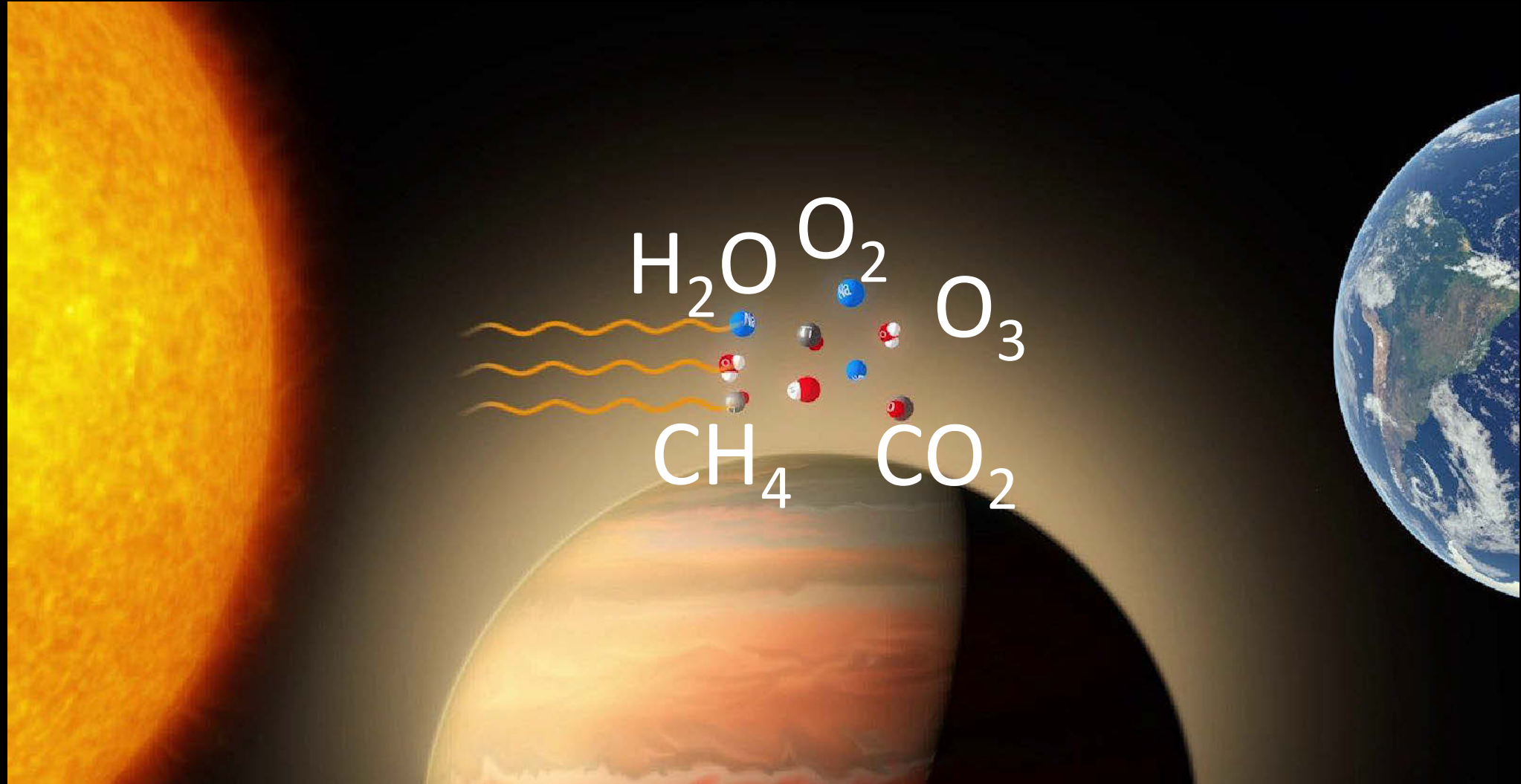




HIRES: Ett instrument som  
söker efter liv i rymden



# Målsättning för HIRES-instrumentet på ELT: Studera molekyler i atmosfären kring jordlika exoplaneter – hur vanligt är liv (i någon form)?



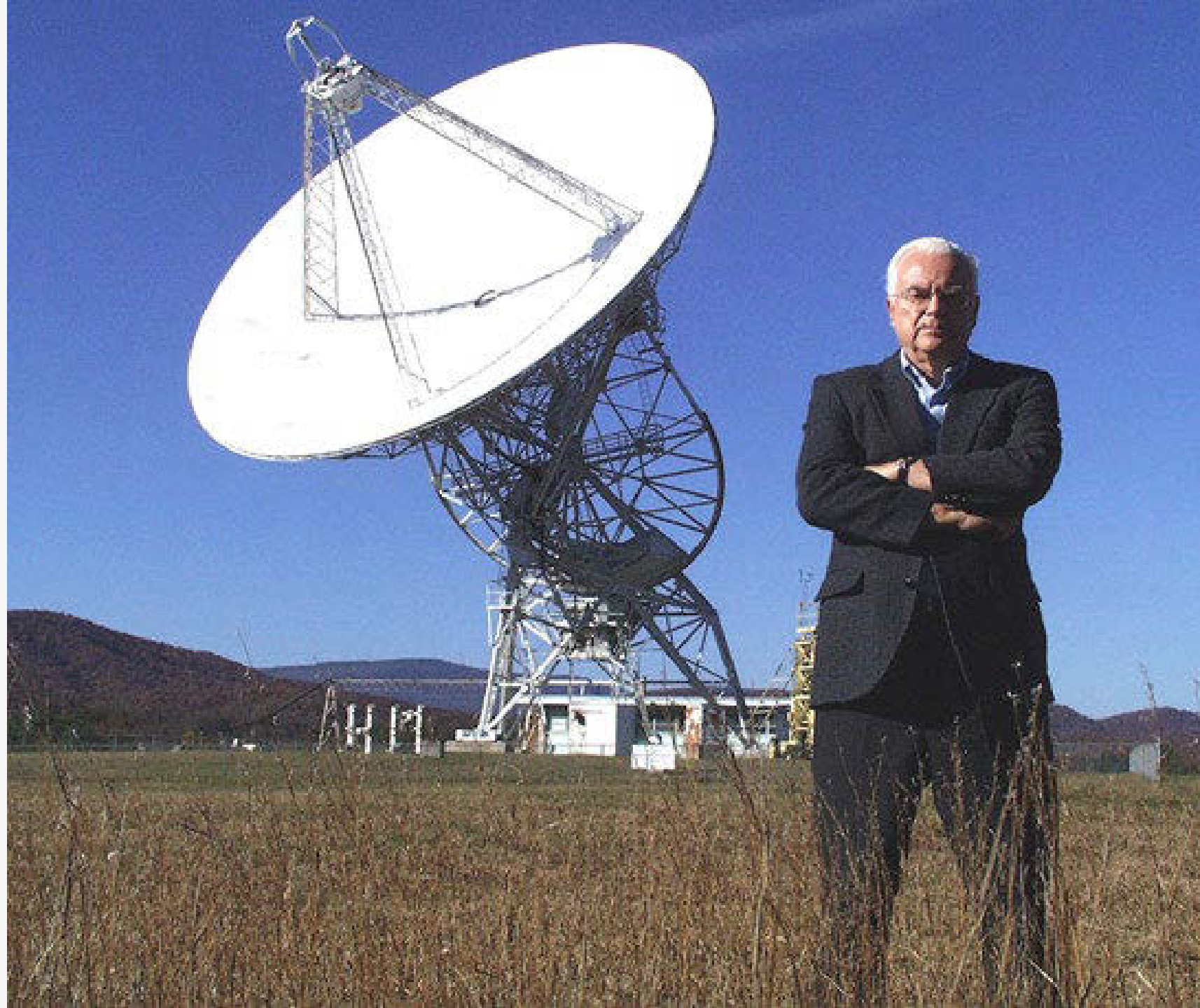


# SETI

Searching for Extra-  
Terrestrial Intelligence

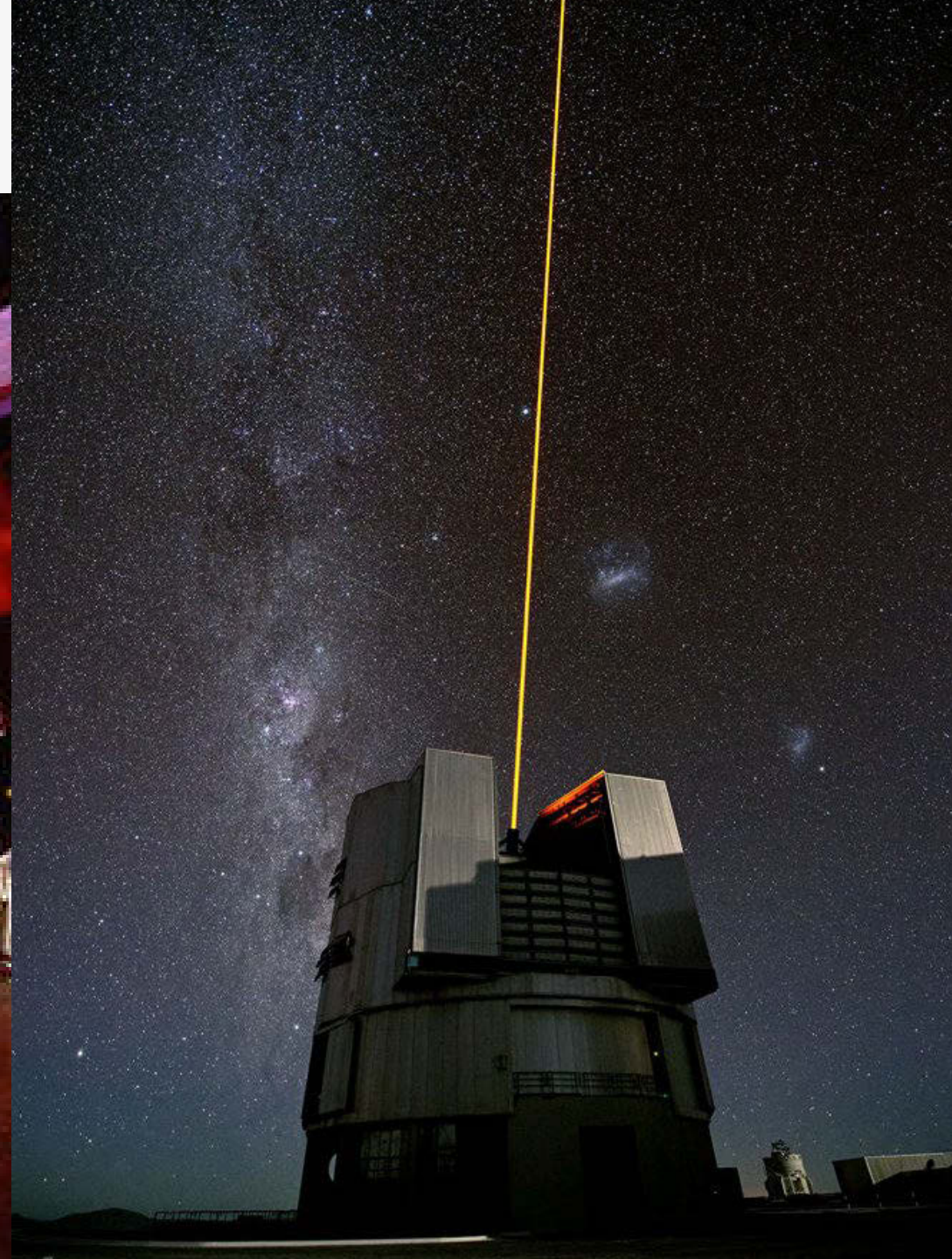
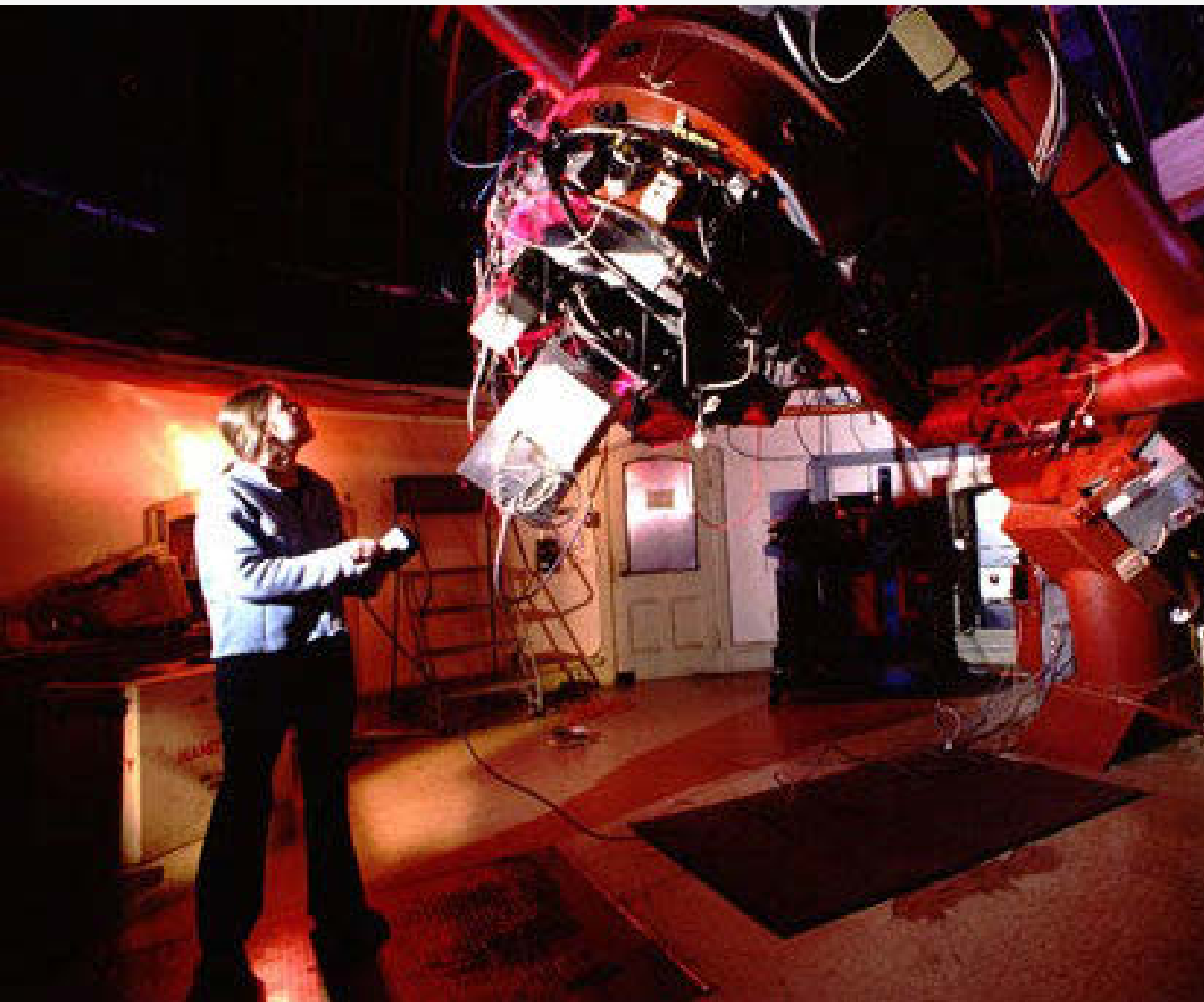


# **Project Ozma: Det allra första SETI-projektet (1960)**





# Laser-SETI



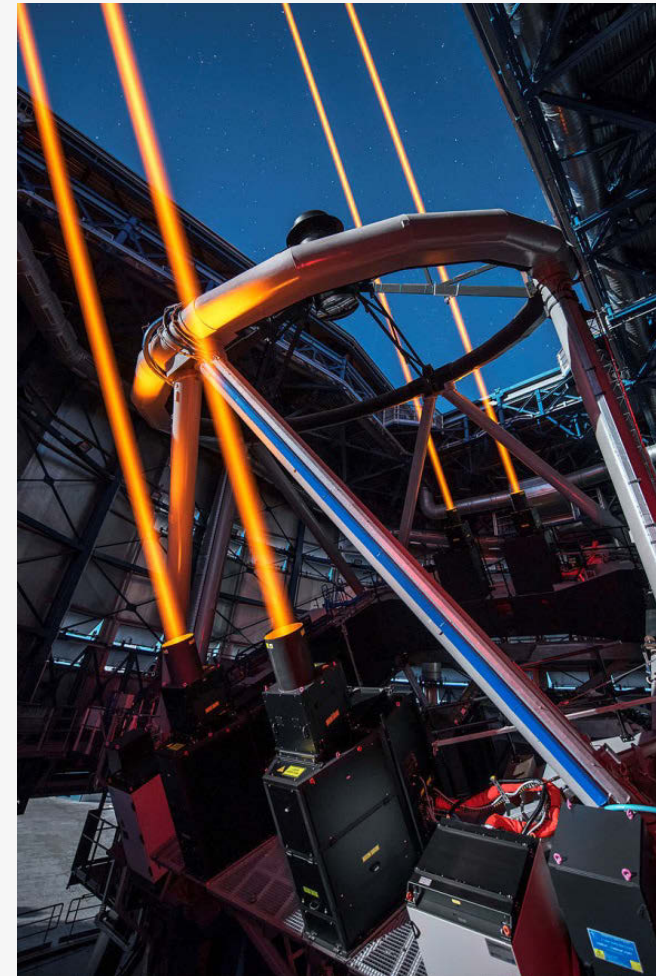


# Idag: *Breakthrough Listen* (Satsning på 100 miljoner USD)

Flygplansradar går att  
upptäcka ca 15 ljusår bort



100 W optisk laser går att  
upptäcka ca 4 ljusår bort





## På 2020-talet: Square Kilometer Array

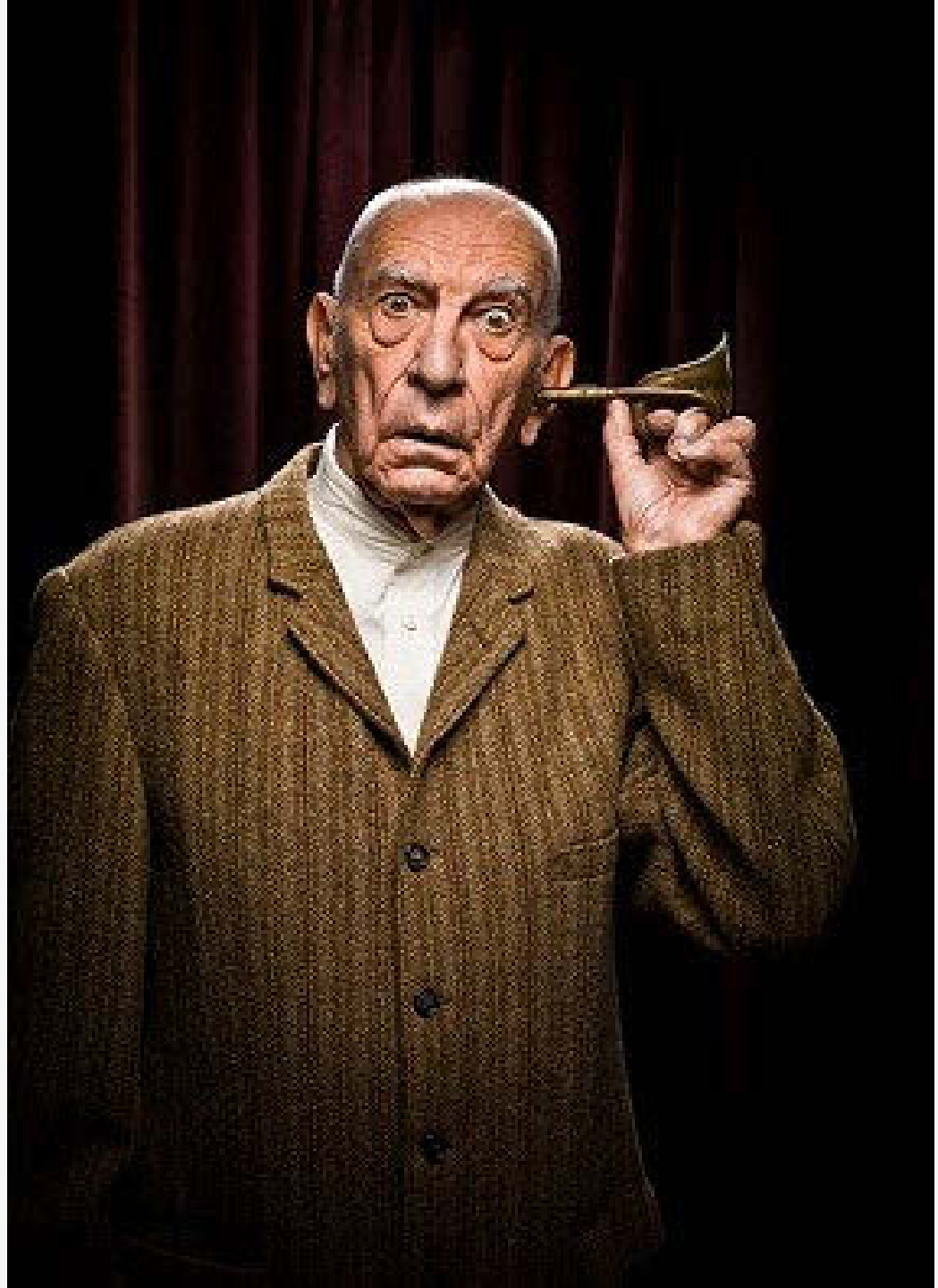
Kan upptäcka radiosändare  
motsvarande vår flygplansradar  
ca 100 ljusår bort





Trots nästan 60 år av  
astronomisk signalspaning har  
inga utomjordiska, intelligenta  
signaler upptäckts...

Är vi för primitiva för att  
någon ska vilja kommunicera  
med oss? Eller är vi döva för  
de signaler de skickar?





# Fermis paradox

Förutsättningarna för liv i universum verkar vara goda...  
Ändå uppfångar vi inga intelligenta signaler från rymden, ser inga tecken på utomjordisk teknologi eller rymdkolonier.  
**Var är alla utomjordingarna?**





# Möjlig lösning I: Civilisationer har kort livstid





# Möjlig lösning II: Yttre rymden är överskattad

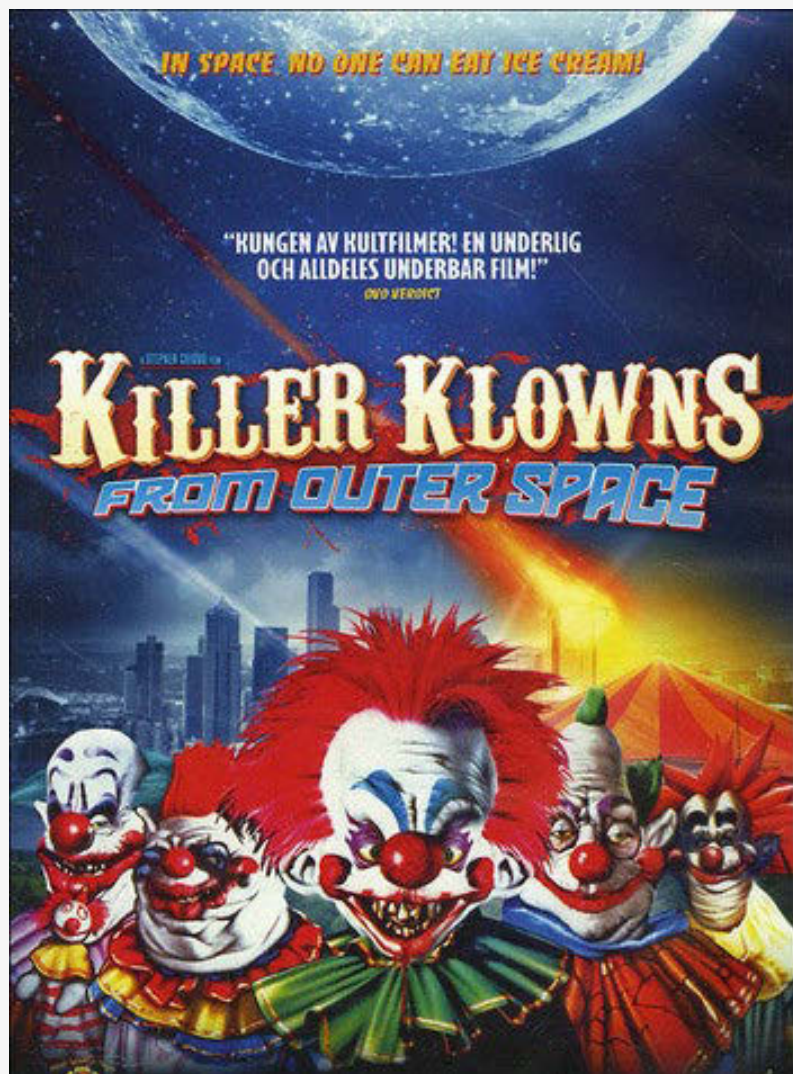




# Möjlig lösning III: Rymden är en illusion





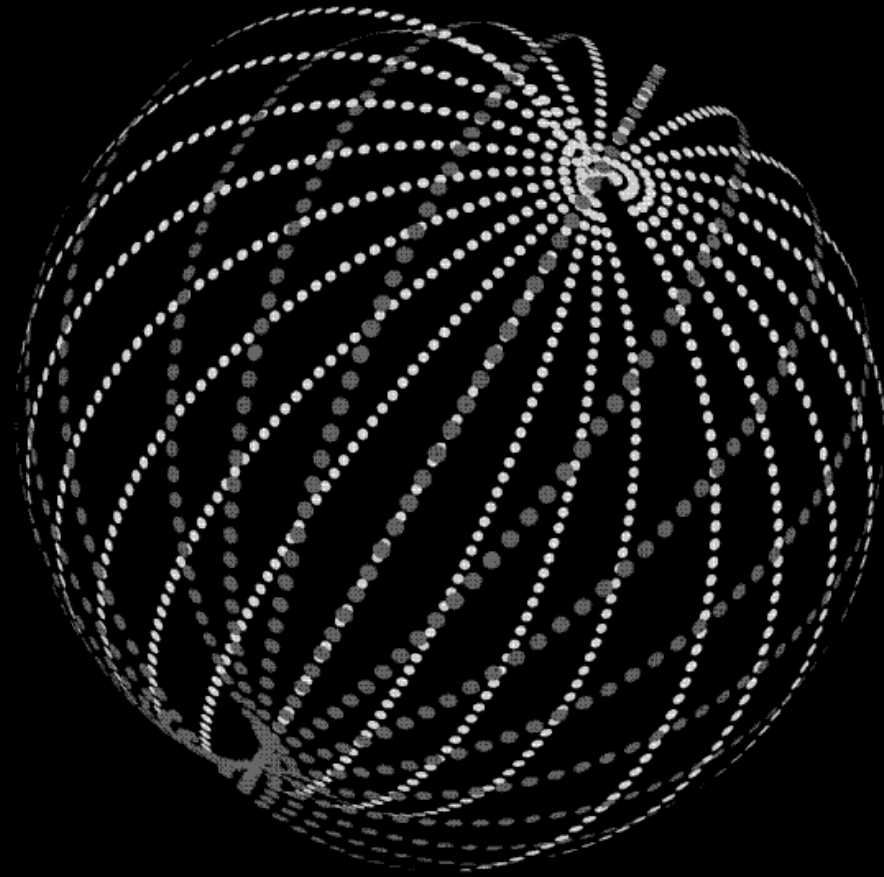
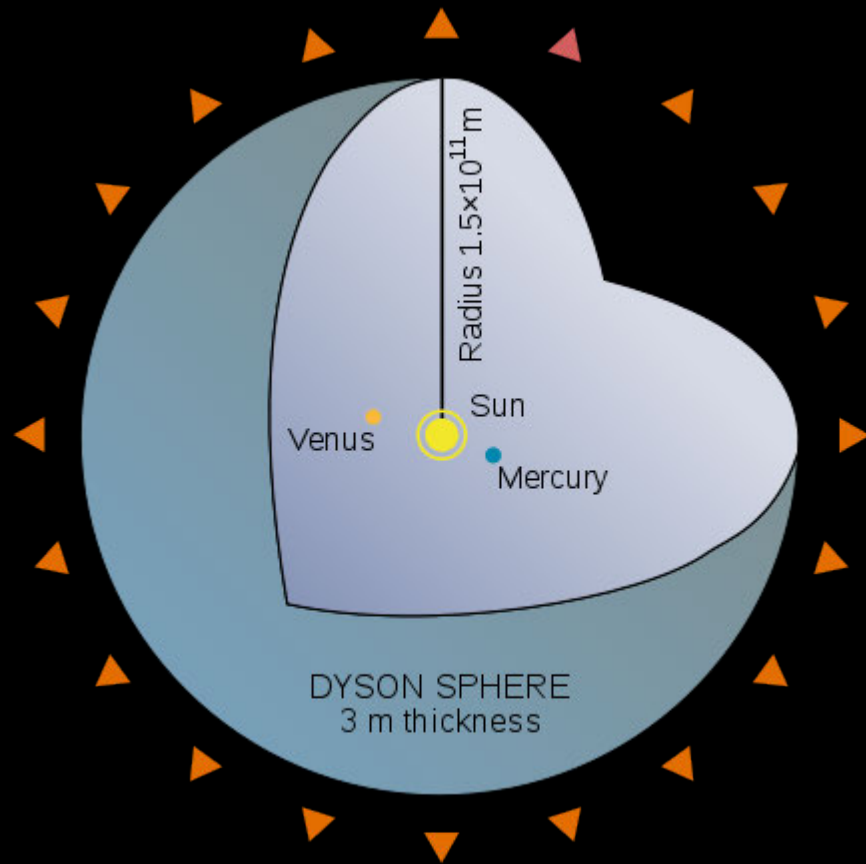


Möjlig lösning IV:  
Om du är högljudd  
så dör du



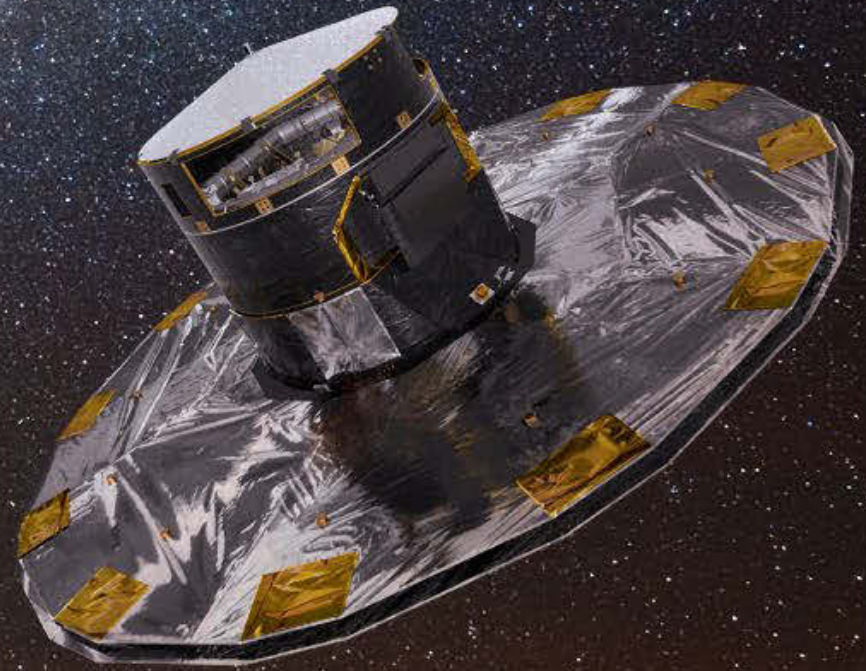


# Alternativa sökstrategier I: Dyson-sfärer



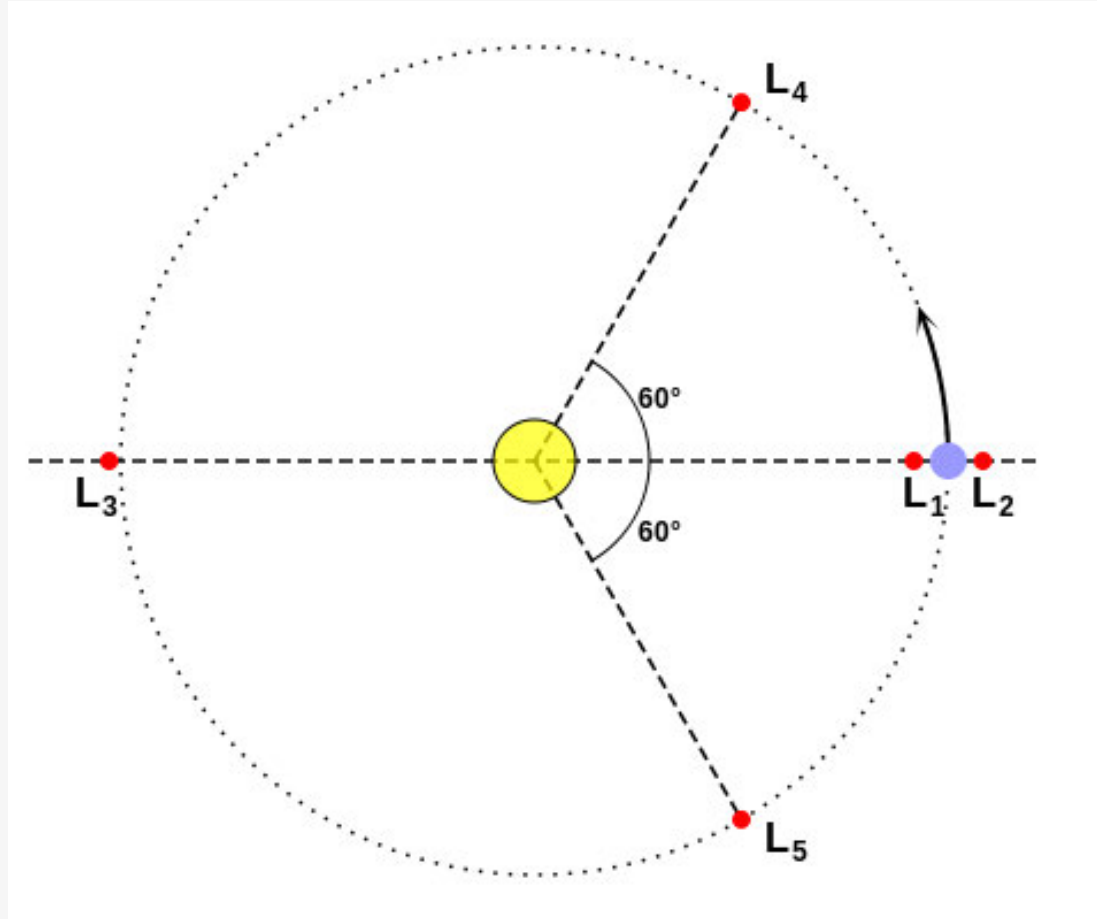


# Gaia: Data för en miljard stjärnor





# Alternativa sökstrategier II: Bracewell-sonder





# Alternativa sökstrategier III: Bracewell-sonder på internet

www.ieti.org



## Invitation to ETI





# Primtalsfaktorisering

$$6 = 2 \times 3$$

$$10249505326854 = ?$$





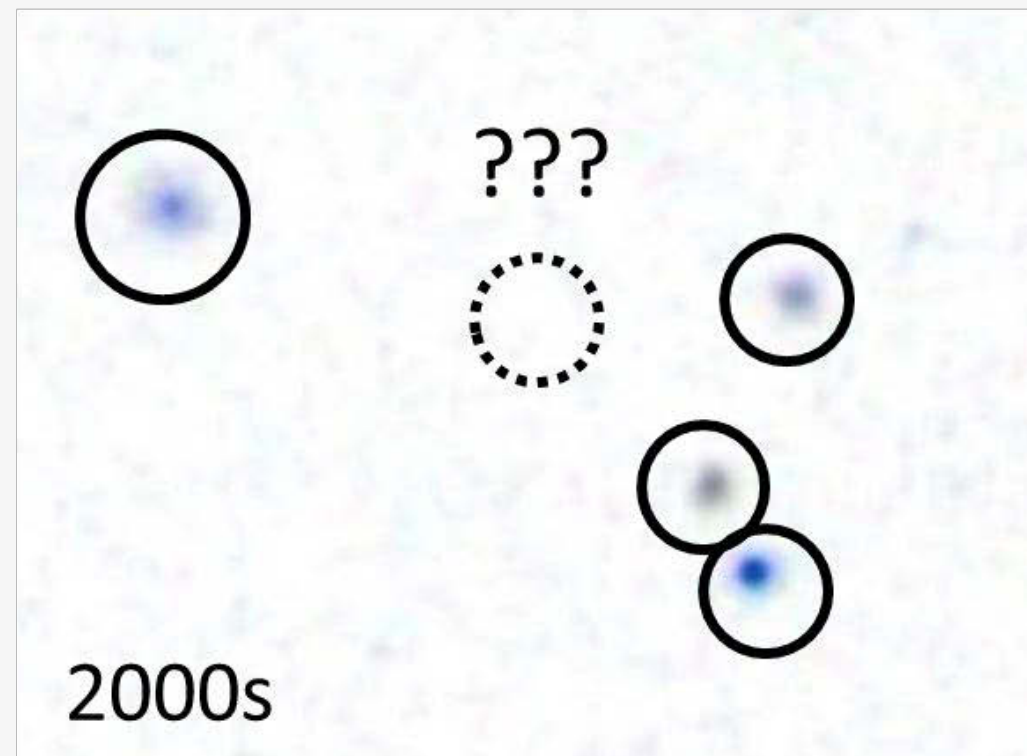
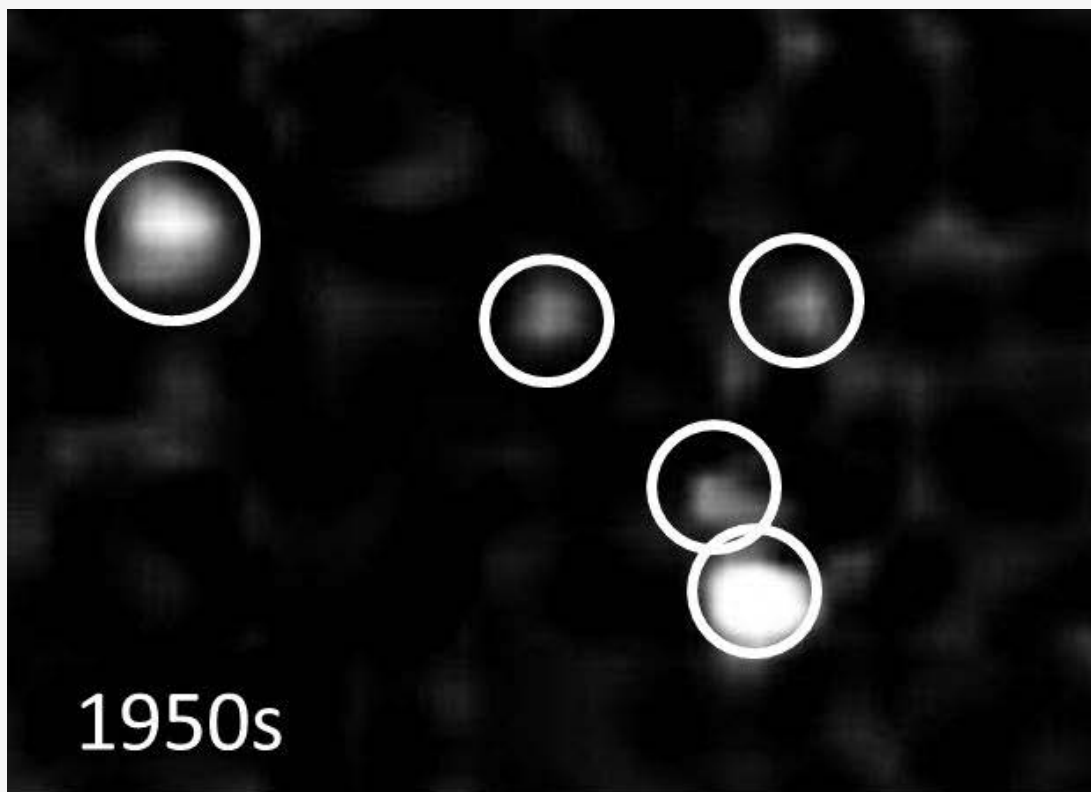
# Alternativa sökstrategier IV:

## Sök efter det omöjliga



**Clarke's 3rd law:  
Any sufficiently  
advanced  
technology is  
indistinguishable  
from magic**

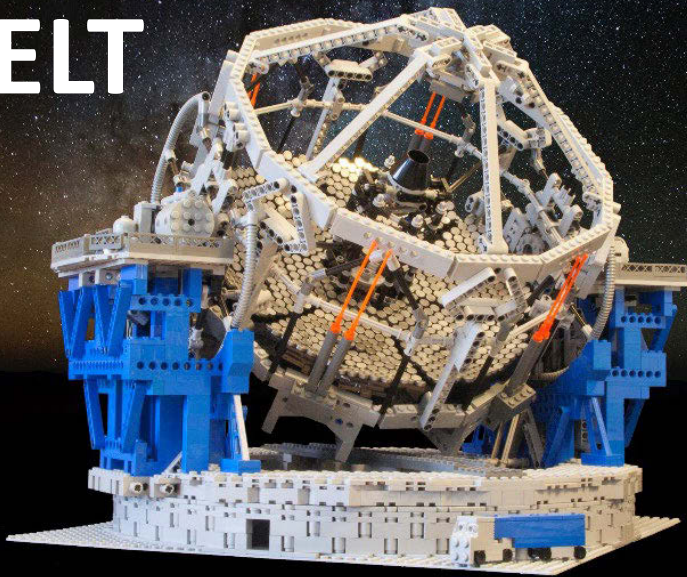
# Stjärnor ska inte försvinna från natthimlen – men tänk om de ändå gör det?





# 2020-talet: Årtiondet då vi upptäcker liv i rymden?

ELT



SKA



Gaia

