

Exoplaneten

The image features a large, dark, cratered planet on the left side, resembling a gas giant or a rocky planet with a thick atmosphere. The planet's surface is covered in numerous craters of various sizes. To the right, a bright red star is visible, emitting a lens flare effect. The background is a deep black space filled with numerous small, distant stars.

Kris Christiaens

VVS Scheldeland
18/04/2008

Wat zijn exoplaneten?

Een exoplaneet is een planeet die draait in een baan om een andere ster dan onze eigen Zon.

Wat is een planeet?

Een planeet is een hemellichaam dat moet voldoen aan drie voorwaarden:

- *Deze moet zich in een baan om een ster (Zon) bevinden.*
- *Deze moet een massa hebben die groot genoeg is om hydrostatisch evenwicht te bewerkstelligen (hierdoor is een planeet rond).*
- *Deze moet haar baan om zijn ster (Zon) schoongeveegd hebben van andere kleinere hemelobjecten.*

Definitie die door de IAU in augustus 2006 werd aangenomen.

Welke benamingen?

Wanneer men een exoplaneet ontdekt zal deze een kleine letter krijgen die begint van "b" en waarvoor de naam van de bijhorende ster staat of de naam van de methode van ontdekking.

Indien er rond deze zelfde ster een tweede exoplaneet ontdekt zal deze dus de naam "c" krijgen met daarvoor de naam van de bijhorende ster.

De letters "b", "c", "d", ... verwijzen dus niet naar hun plaats binnen het planetenstelsel maar naar het moment van ontdekking!

Soorten exoplaneten

Net als onze planeten in ons zonnestelsel kunnen planeten rondom andere sterren ook verschillende eigenschappen hebben:

- *Gasreuzen:*

De meeste van de exoplaneten zijn wellicht grote gasreuzen zoals de planeet Jupiter en zijn dus niet bewoonbaar of geschikt om op te landen.

- *Rotsplaneten:*

In augustus 2004 werd de eerste exoplaneet ontdekt die slechts 14 maal de massa heeft van onze aarde. Deze "superaardes" kunnen geschikt zijn voor leven maar zijn uiterst zeldzaam.

Soorten exoplaneten

Tot grote verbazing van de meeste astronomen werden in 1992 de eerste exoplaneten ontdekt rondom pulsars (een snel ronddraaiende ster neutronenster die elektromagnetische straling uitzendt in de vorm van snelle pulsen):

- *Pulsar planeten:*

Pulsar planeten zijn exoplaneten die zich rondom een pulsar bevinden.

Tot op heden zijn er 5 van deze exoplaneten gekend en al deze planeten worden ontdekt door middel van de "pulsar-timing" methode.

Geschiedenis & hoogtepunten



Geschiedenis & hoogtepunten

1992: Aleksander Wolszszan en Dale Frail bestuderen de pulsar PSR 1257+12 en maken in het vakblad Nature bekend plane-ten rondom deze ster te hebben ontdekt.

PSR 1257+12 b en PSR 1257+12 c worden vaak omschreven als de eerste ontdekte exoplaneten maar doordat deze niet rondom een "normale" ster draaien werden deze eerst niet officieel erkend als exoplaneten.

Vandaag de dag werden rondom deze pulsar al drie exoplaneten ontdekt en tot op heden zorgen deze ontdekkingen nog steeds voor veel opschudding in de astronomie aangezien wetenschap-pers er niet van uit gingen dat zich rondom pulsars planeten konden bevinden.

Geschiedenis & hoogtepunten

1995: Michel Mayor en Didier Queloz maken op 6 oktober de ontdekking bekend van de exoplaneet 51 Pegasi b.

1996: De Jupiter-achtige exoplaneet 47 Ursae Majoris b is de eerste exoplaneet met een lange omloopbaan. De afstand van deze exoplaneet tot zijn ster bedraagt 2,11 AU en later werd een tweede exoplaneet rond deze ster ontdekt die zich op een afstand van 7,73 AU bevindt tot zijn ster.

1999: Gliese 876 b is de eerste exoplaneet die ontdekt wordt rondom een rode dwerg en de afstand van deze exoplaneet tot de ster Gliese 876 is kleiner dan de afstand Mercurius – zon.

1999: Upsilon Andromadae is het eerste meervoudige planetensysteem dat ontdekt wordt rondom een andere ster. In totaal bevinden zich 3 Jupiter-achtige planeten in dit systeem.

Geschiedenis & hoogtepunten

2001: Astronomen slagen er in met behulp van de HST sporen terug te vinden van Natrium in de atmosfeer van exoplaneet HD 209458 b. Dankzij deze ontdekking vermoed men dat zich in deze atmosfeer wolkenbanden bevinden.

2001: De eerste exoplaneet wordt ontdekt rondom een oranje reus waardoor astronomen meer leren over hoe planeten zich gedragen rondom gigantische sterren.

2003: Een team van astronomen ontdekt de oudste exoplaneet. Dit is ook de eerste exoplaneet die ontdekt wordt rond een dubbelster en zijn leeftijd wordt geschat op 13 miljard jaar.

2004: 2M1207 b is de eerste exoplaneet die ontdekt wordt rondom een bruine dwerg. Dit is eveneens ook de eerste exoplaneet waarvan men de eerste foto heeft (infrarood).

Geschiedenis & hoogtepunten

2005: De exoplaneet HD 149026 b zou volgens wetenschappers een kern hebben die 70 maal de massa heeft van onze Aarde en breekt hierdoor alle records.

2006: Astronomen ontdekken voor het eerst een zonnestelsel dat bestaat uit drie Neptunus-achtige planeten. Deze drie exoplaneten hebben 10, 12 en 18 maal de massa van onze Aarde en draaien op 1 AU rond hun de ster HD 69830.

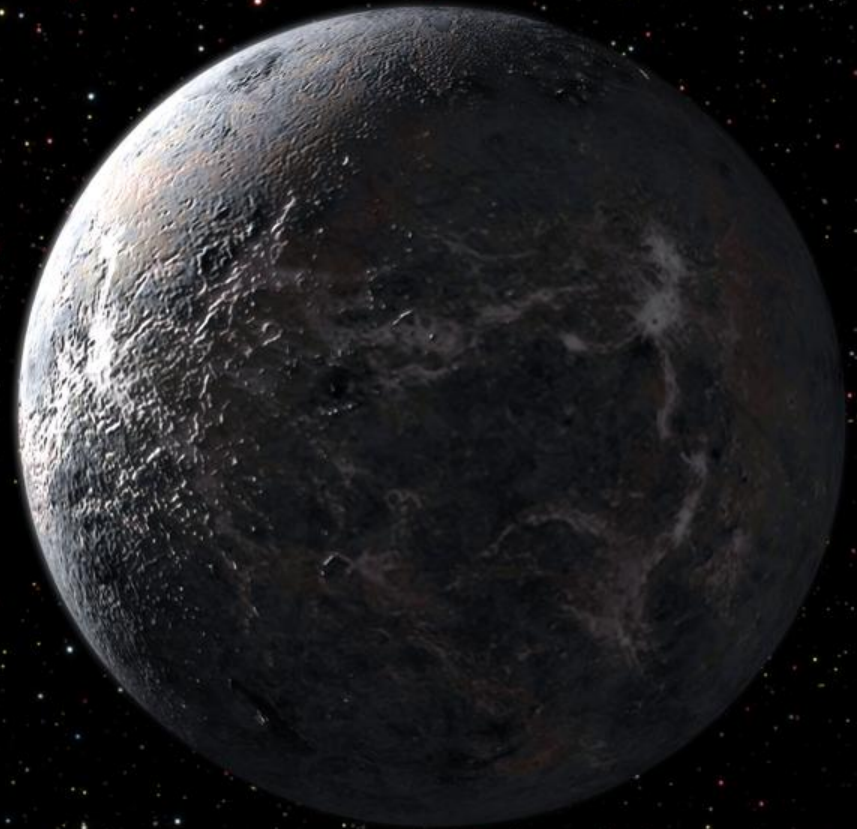
2007: Gliese 581 c is de eerste exoplaneet waarvan wetenschappers van vermoeden dat deze vloeibaar water zou hebben en eventueel leven. Ondanks dat hiervoor geen bewijzen zijn gevonden bevindt deze exoplaneet zich in de zogenaamde "bewoonbare zone".

2007: Wetenschappers ontdekken een exoplaneet die de grootste diameter heeft (1,7 x Jupiter) en tegelijk ook de kleinste dichtheid heeft (0,8 x Jupiter).

Geschiedenis & hoogtepunten

2008: Op 20 maart wordt in het vakblad Nature bekend gemaakt dat men voor het eerst organische elementen heeft ontdekt bij een exoplaneet. Bij de exoplaneet HD 189733 b werden sporen van methaan en propaan ontdekt maar door zijn positie tot zijn ster is enige vorm van leven hier onmogelijk.

Hoe ontdekken we ze?



Problemen bij het ontdekken

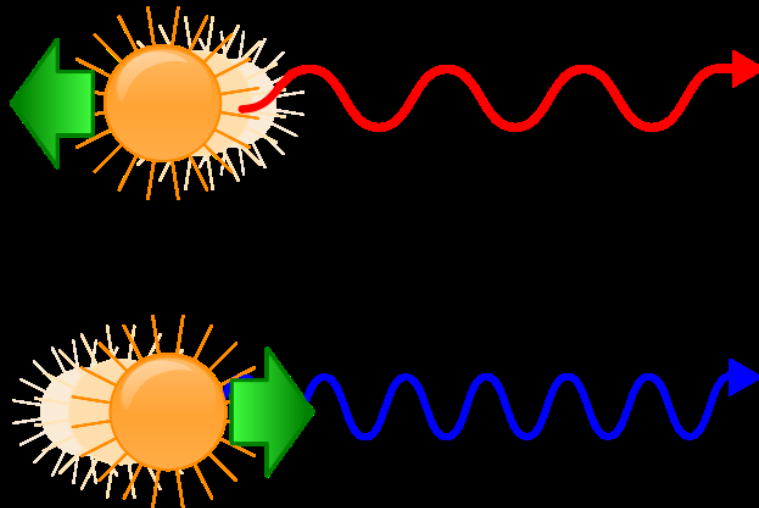
Exoplaneten zijn vrijwel niet te ontdekken met traditionele middelen door de volgende redenen:

- *Stralen zelf geen licht uit.*
- *Staan relatief dicht bij hun ster.*
- *Zijn meestal veel kleiner dan hun ster.*

Meest gebruikte methode

Doppler methode of radiale snelheid methode:

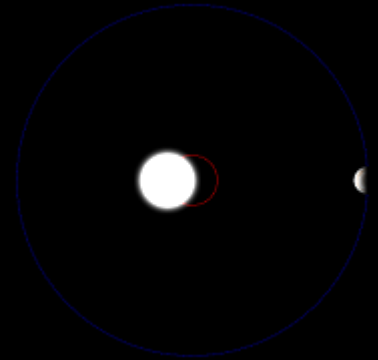
De radiale snelheid van een ster is de snelheid van een ster in de kijkrichting. Het licht van deze ster zal het Doppler effect vertonen en zijn golflengte zal dus langer worden wanneer het object zich van de Aarde af beweegt en zal toenemen wanneer de ster naar ons toe beweegt. In 1995 werd de eerste exoplaneet op deze manier gedetecteerd maar het is nog niet bewezen dat deze manier aardachtige planeten kan ontdekken.



Andere methodes

Draaiing methode:

Zoeken of er een wijziging is in de draaiing van de ster.

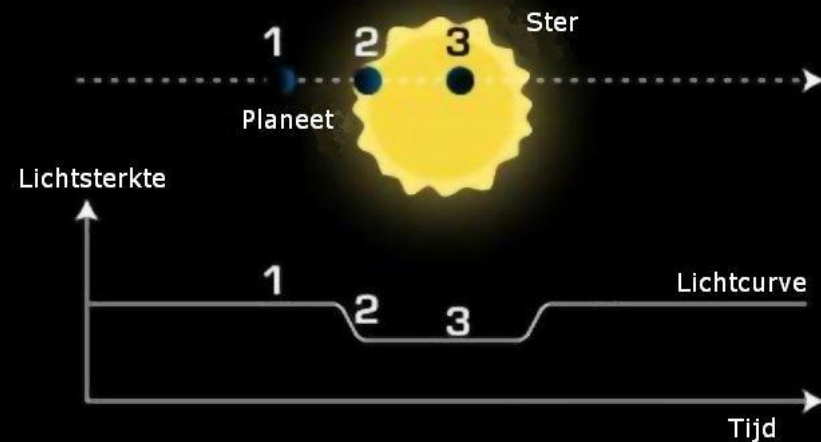


Transit methode:

De exoplaneet dekt een deel van het licht van de ster af.

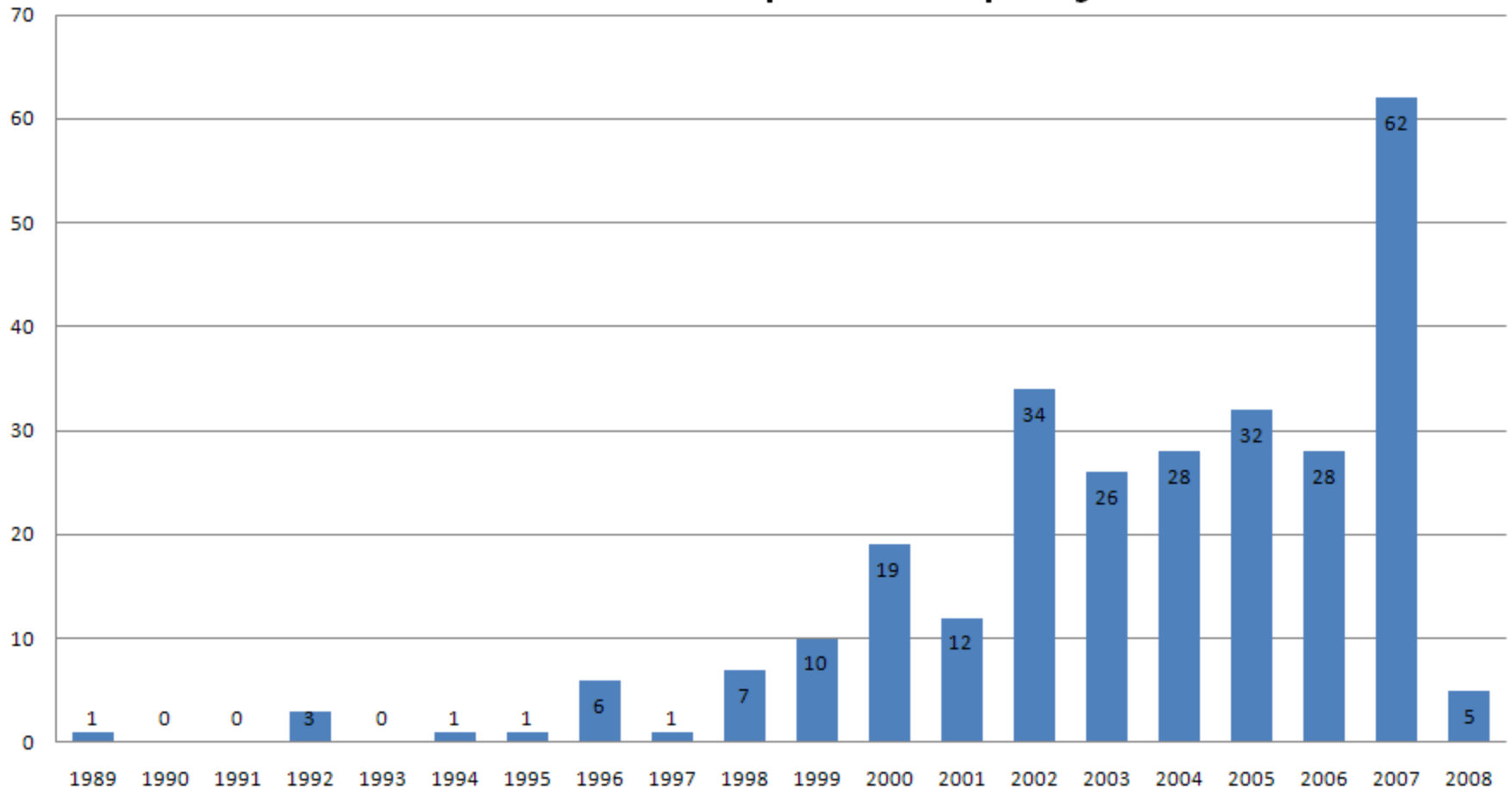
Microlens-effect methode:

Men maakt gebruik van het "microlens-effect" doordat een ster met bijhorende planeet voor een achterliggende planeet schuift en hierdoor buigt het licht van de achterliggende ster af door de zwaartekracht van het stelsel.



Aantal ontdekkingen

Aantal ontdekte exoplaneten per jaar



Overzicht bekendste exoplaneten



51 Pegasi

51 Pegasi b (Bellerophon)

Ster: 51 Pegasi

Type ster: zon-achtige ster

Sterrenbeeld: Pegasus

Afstand tot aarde: 50 lj.

Ontdekking: 1995

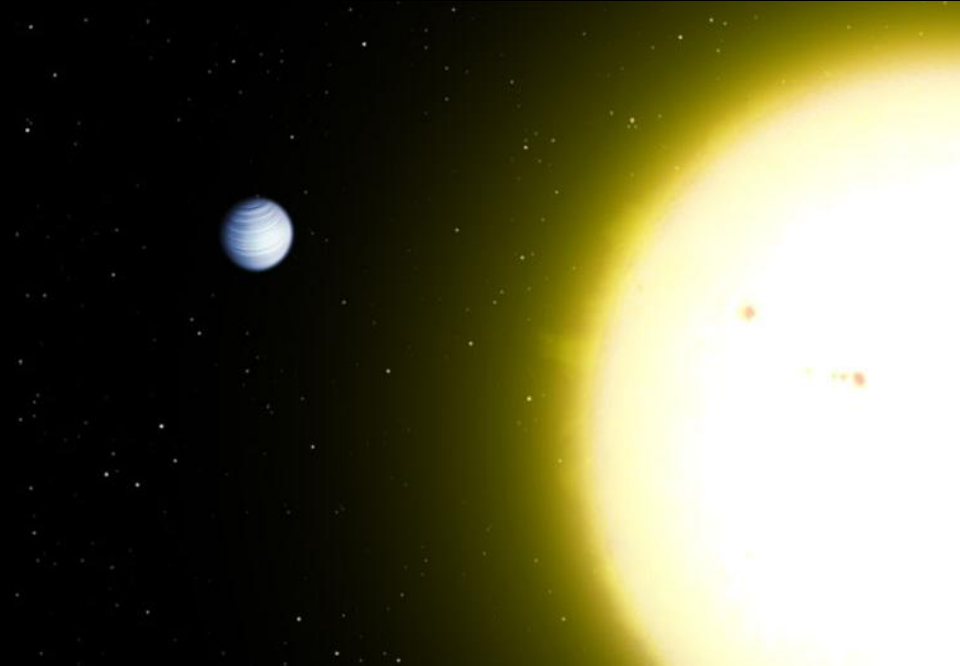
Observatoire de Haute-
Provence

Massa exoplaneet: 150 x aarde

Omlooptijd: 4 dagen

Afstand tot zijn ster: dichter dan
Mercurius tot de Zon

Kenmerk: Astronomen vermoeden dat 51 Pegasi b een gasreus is met een oppervlaktetemperatuur van 1.000°C vanwege zijn dichte positie tot zijn ster.



Gliese 581

Gliese 581 b

Ster: **Gliese 581**

Type ster: **Rode dwerg**

Sterrenbeeld: **Weegschaal**

Afstand tot aarde: **20,4 miljoen lj.**

Ontdekking: **30/11/2005**

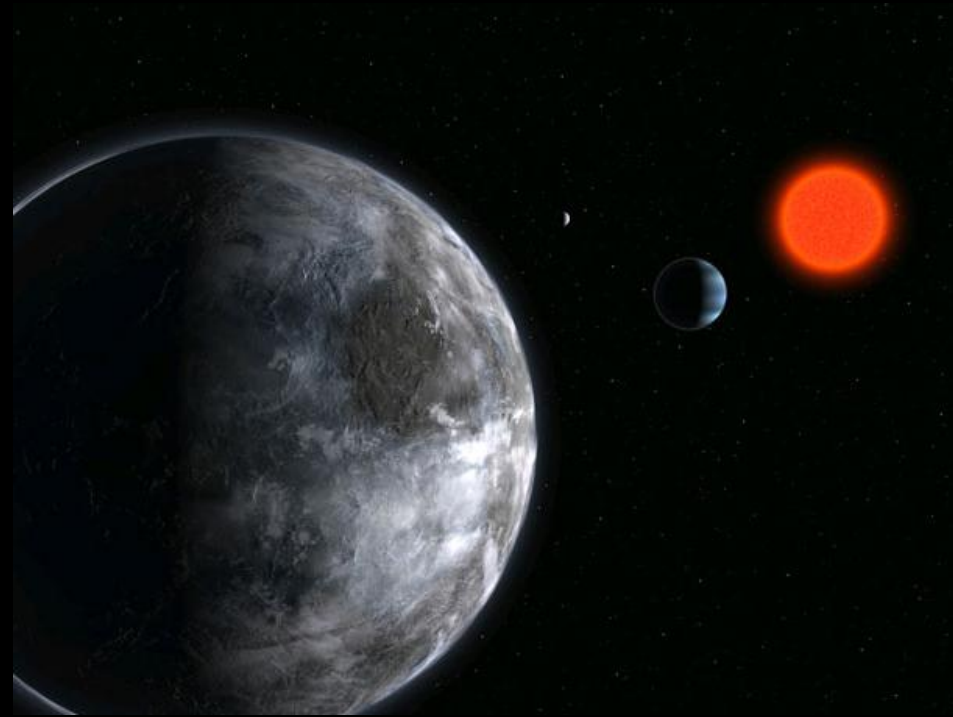
La Silla Observatorium

Massa exoplaneet: **17 x aarde**

Omlooptijd: **5,4 dagen**

Afstand tot zijn ster: **6 miljoen km**

Kenmerk: **Door zijn geringe afstand tot zijn ster heeft deze exoplaneet wellicht een oppervlaktetemperatuur van 150°C. Deze planeet draait één keer om de 5,4 dagen om zijn ster en was de 5^{de} planeet die ontdekt werd rond een rode dwerg.**



Gliese 581 c

Ster: **Gliese 581**

Type ster: **Rode dwerg**

Sterrenbeeld: **Weegschaal**

Afstand tot aarde: **20,4 miljoen lj.**

Ontdekking: **24/04/2007**

La Silla Observatorium

Massa exoplaneet: **5 x aarde**

Omlooptijd: **13 dagen**

Afstand tot zijn ster: **11 miljoen km**

Kenmerk: **Deze exoplaneet bevindt zich in de "bewoonbare" zone van zijn zonnestelsel en hierdoor is het mogelijk dat water kan voorkomen op deze exoplaneet. Astronomen vermoeden dat de temperatuur op de planeet tussen de -3°C en 40°C bedraagt.**



Gliese 581 d

Ster: **Gliese 581**

Type ster: **Rode dwerg**

Sterrenbeeld: **Weegschaal**

Afstand tot aarde: **20,4 miljoen lj.**

Ontdekking: **04/04/2007**

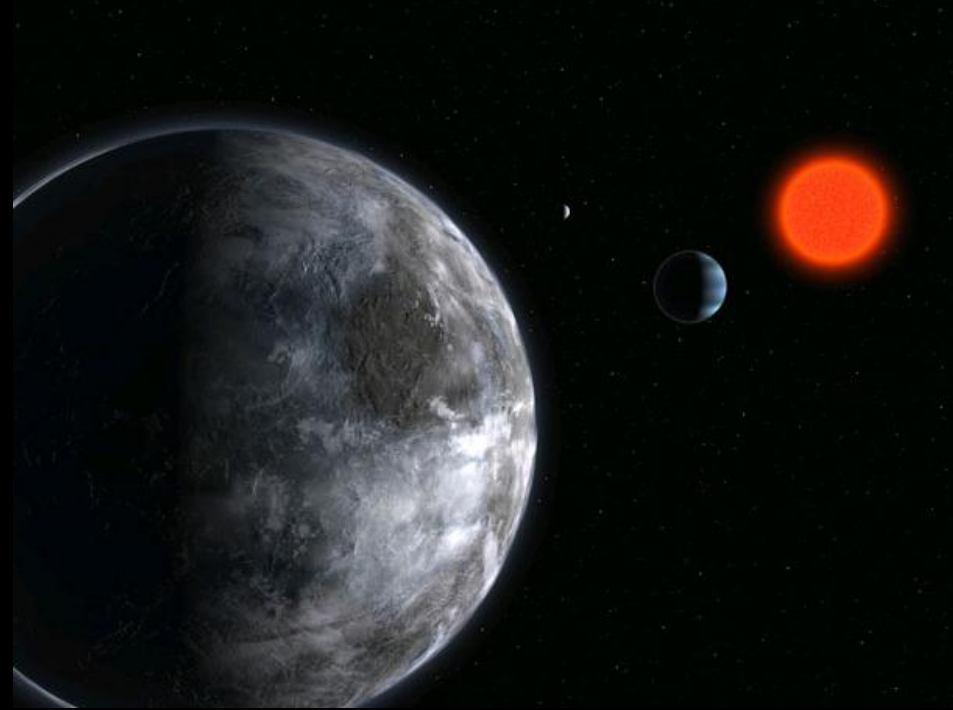
La Silla Observatorium

Massa exoplaneet: **7,7 x aarde**

Omlooptijd: **84 dagen**

Afstand tot zijn ster: **0,25 AU**

Kenmerk: **Gliese 581 d bevindt zich in de buitenste regio van de zogenaamde "bewoonbare zone" waardoor de kans op leven of vloeibaar water klein maar niet onbestaande is.**



55 Cancri

55 Cancri b

Ster: 55 Cancri A

Type ster: Dubbelster - zonachtig

Sterrenbeeld: Kreeft

Afstand tot aarde: 40 lj.

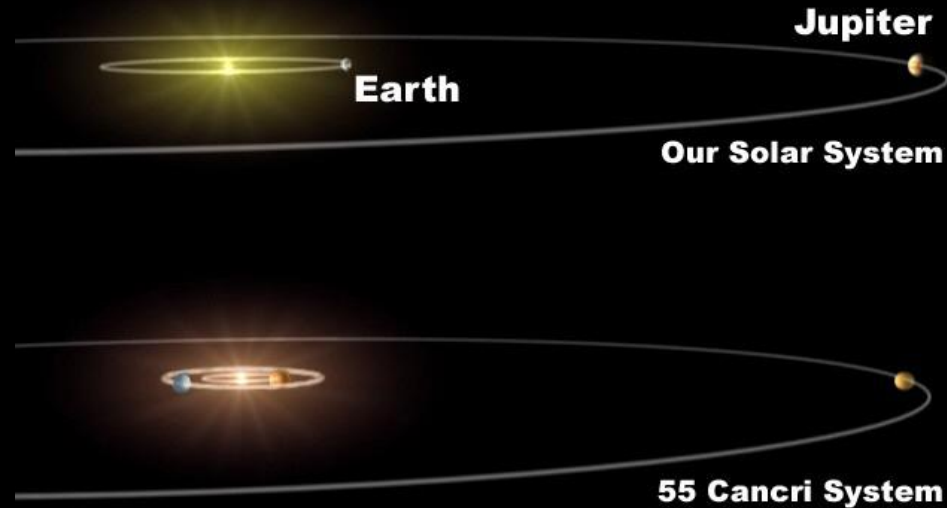
Ontdekking: 1996 – Marcy Butler
Californië

Massa exoplaneet: 0,98 x Jupiter

Omlooptijd: 14,7 dagen

Afstand tot zijn ster: 0,1 AU

Kenmerk: Dit is de tweede exoplaneet uit het 55 Cancri stelsel en is te vergelijken met de planeet Jupiter. Dit was de vierde exoplaneet die ooit werd ontdekt en vermoedelijk gaat het hier om een gasreus.



55 Cancri e

Ster: 55 Cancri A

Type ster: Dubbelster - zonachtig

Sterrenbeeld: Kreeft

Afstand tot aarde: 40 lj.

Ontdekking: 2004 – B. McArthur
Texas

Massa exoplaneet: 14 x aarde

Omlooptijd: 2,9 dagen

Afstand tot zijn ster: 0,038 AU

Kenmerk: Deze exoplaneet staat het dichtst bij zijn ster uit dit stelsel en heeft een massa die te vergelijken is met die van Neptunus.



55 Cancri f

Ster: 55 Cancri A

Type ster: Dubbelster - zonachtig

Sterrenbeeld: Kreeft

Afstand tot aarde: 40 lj.

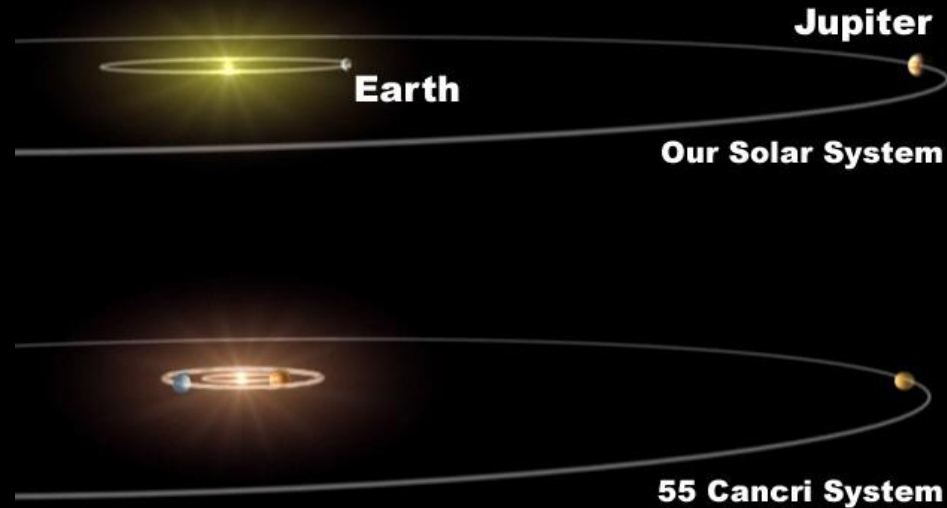
Ontdekking: 2005 – J. Wisdom
USA

Massa exoplaneet: 46 x aarde

Omlooptijd: 260 dagen

Afstand tot zijn ster: 0,78 AE

Kenmerk: Wetenschappers vermoeden dat deze exoplaneet een gasreus is die zich in de "leefbare zone" van zijn stelsel bevindt. Vloeibaar water zou eventueel kunnen voorkomen op één van zijn manen die deze planeet zou hebben.



Gliese 436

Gliese 436 b

Ster: **Gliese 436**

Type ster: **rode dwerg**

Sterrenbeeld: **Leeuw**

Afstand tot aarde: **33,4 lj.**

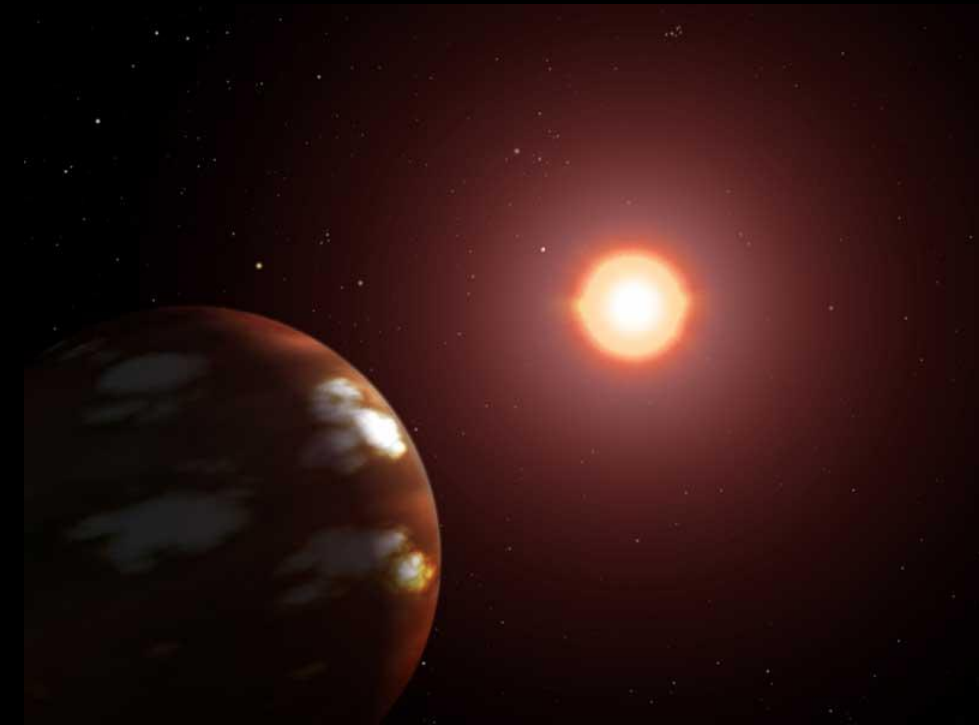
Ontdekking: **2004 – P. Butler
Californië**

Massa exoplaneet: **22 x aarde**

Omlooptijd: **2,6 dagen**

Afstand tot zijn ster: **0,02 AE**

Kenmerk: **Gliese 436 b is een exoplaneet met de grootte van Neptunus die mogelijk water bezit. De temperatuur aan het oppervlak zou ongeveer 440°C bedragen. Deze planeet draait één maal om de twee dagen om zijn zon en werd ontdekt door de transit methode.**



Gliese 436 c

Ster: **Gliese 436**

Type ster: **rode dwerg**

Sterrenbeeld: **Leeuw**

Afstand tot aarde: **33,4 lj.**

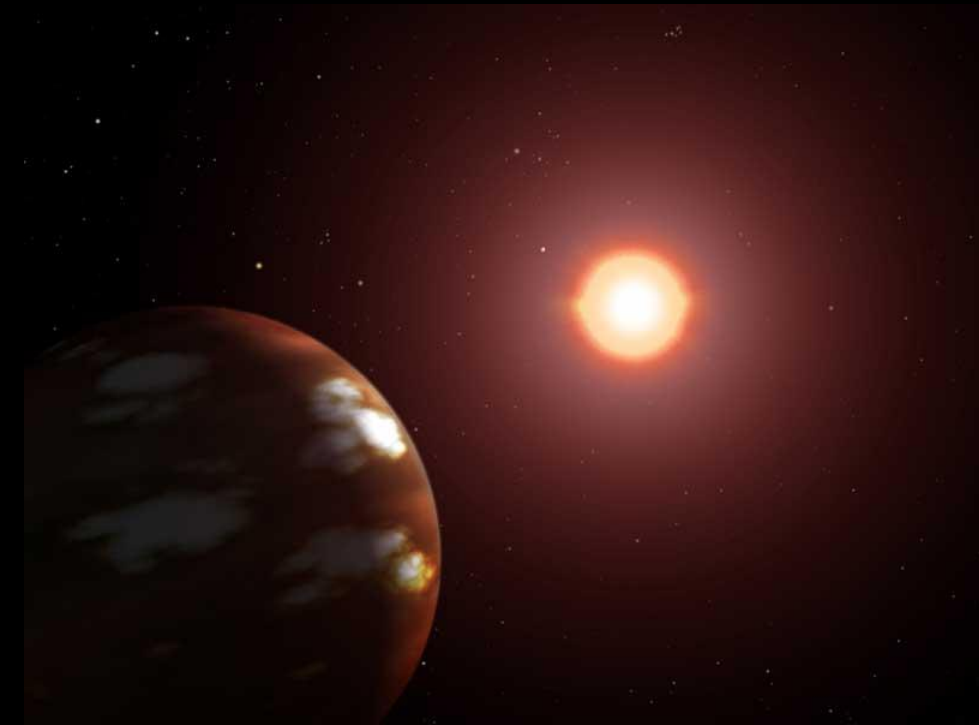
Ontdekking: **2008 – I. Ribas
Spain**

Massa exoplaneet: **5 x aarde**

Omlooptijd: **4,2 dagen**

Afstand tot zijn ster: **0,045 AE**

Kenmerk: **Deze planeet draait één maal om de 4,2 dagen om zijn ster en heeft een massa van 5 maal die van de aarde. Gliese 436 c draait één keer om de 22 dagen om zijn as en wellicht gaat het hier om een terrestrische planeet.**



PSR B1257+12

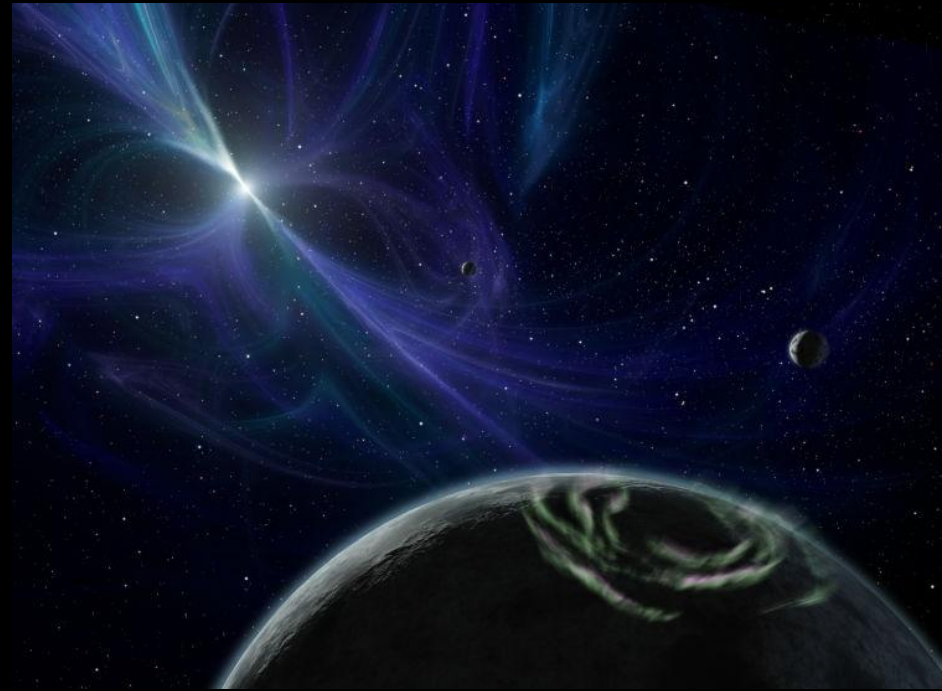
PSR B1257+12 b

Ster: PSR B1257+12
Type ster: pulsar
Sterrenbeeld: Maagd
Afstand tot aarde: 980 lj.

Ontdekking: 1992 – A. Wolszczan
Dale Frail

Massa exoplaneet: 0,014 x Jupiter
Omlooptijd: 66,5 dagen
Afstand tot zijn ster: 0,3 AE

Kenmerk: Dit zijn de eerste exoplaneten die ooit ontdekt werden rondom een andere ster en astronomen vermoeden dat het hier gaat om rotsplaneten die ooit gasreuzen moeten geweest zijn. Deze exoplaneet bevindt zich op een afstand van 0,36 AU van zijn ster en heeft 4 maal de massa van de aarde.



PSR B1257+12 c

Ster: PSR B1257+12

Type ster: pulsar

Sterrenbeeld: Maagd

Afstand tot aarde: 980 lj.

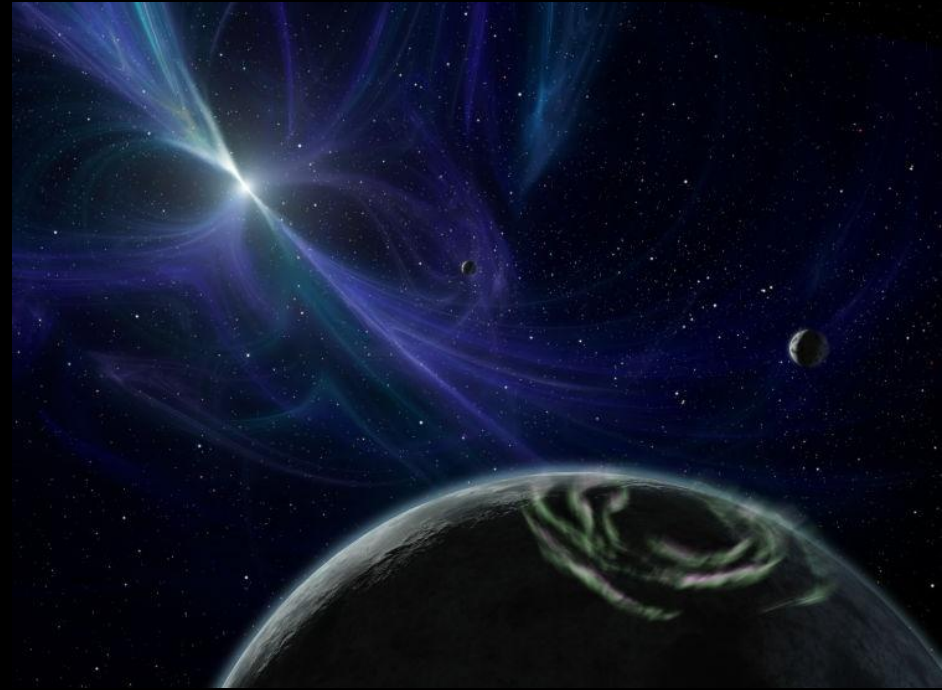
Ontdekking: 1992 – A. Wolszczan
Dale Frail

Massa exoplaneet: 0,012 x Jupiter

Omlooptijd: 98,2 dagen

Afstand tot zijn ster: 0,46 AE

Kenmerk: net als PSR B1257+12 b heeft ook deze exoplaneet een massa van vier maal die van de aarde en deze bevindt zich op een afstand van 0,46 AU van zijn ster.



Upsilon Andromedae A

Upsilon Andromedae A b

Ster: **Upsilon Andromedae A**

Type ster: **dubbelster / rode dwerg**

Sterrenbeeld: **Andromeda**

Afstand tot aarde: **44 lj.**

Ontdekking: **1996 – P. Butler, G. Marcy**

Massa exoplaneet: **0,68 x Jupiter**

Omlooptijd: **4,6 dagen**

Afstand tot zijn ster: **0,05 AE**

Kenmerk: **Dit was het eerste planetenstelsel dat ooit ontdekt werd rondom een andere ster en rondom deze ster bevinden zich 3 Jupiterachtige exoplaneten. De nacht en dag kant op deze exoplaneet zou een temperatuursverschil geven van 1.400° Celsius.**

Upsilon Andromedae A c

Ster: **Upsilon Andromedae A**
Type ster: **dubbelster / rode dwerg**
Sterrenbeeld: **Andromeda**
Afstand tot aarde: **44 lj.**

Ontdekking: **1999 – G. Marcy**

Massa exoplaneet: **2 x Jupiter**
Omlooptijd: **241,2 dagen**
Afstand tot zijn ster: **0,8 AE**

Kenmerk: **Indien deze planeet in ons zonnestelsel zou staan zou deze zich tussen Venus en de aarde bevinden en deze planeet maakt één omwenteling om zijn ster om de 241,2 dagen.**

2M1207

2M1207 b

Ster: 2M1207

Type ster: bruine dwerg

Sterrenbeeld: Centaur

Afstand tot aarde: 173 lj.

Ontdekking: 2004 – Gael Chauvin
HST / VLT

Massa exoplaneet: 5 tot 8 x Jupiter

Omlooptijd: 1.700 jaar

Afstand tot zijn ster: 41 AE

Kenmerk: Dit is de eerste exoplaneet die visueel werd waargenomen door de VLT in Chili. Deze gasreus heeft een oppervlaktetemperatuur van 976°C en in de atmosfeer van deze exoplaneet werden sporen van watermoleculen ontdekt. Astronomen ontdekten ook dat deze planeet zich in een protoplanetaire schijf bevindt en volgens sommige zou deze geraakt zijn door een andere planeet.



HD 189733

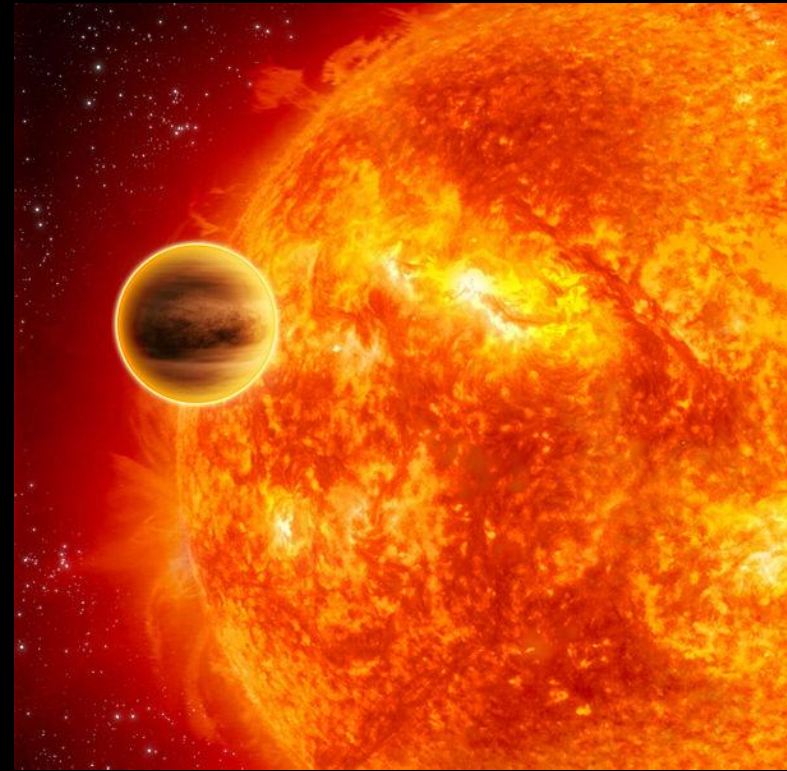
HD 189733 b

Ster: **HD 189733 A**
Type ster: **gele dwerg**
Sterrenbeeld: **Vosje**
Afstand tot aarde: **63 lj.**

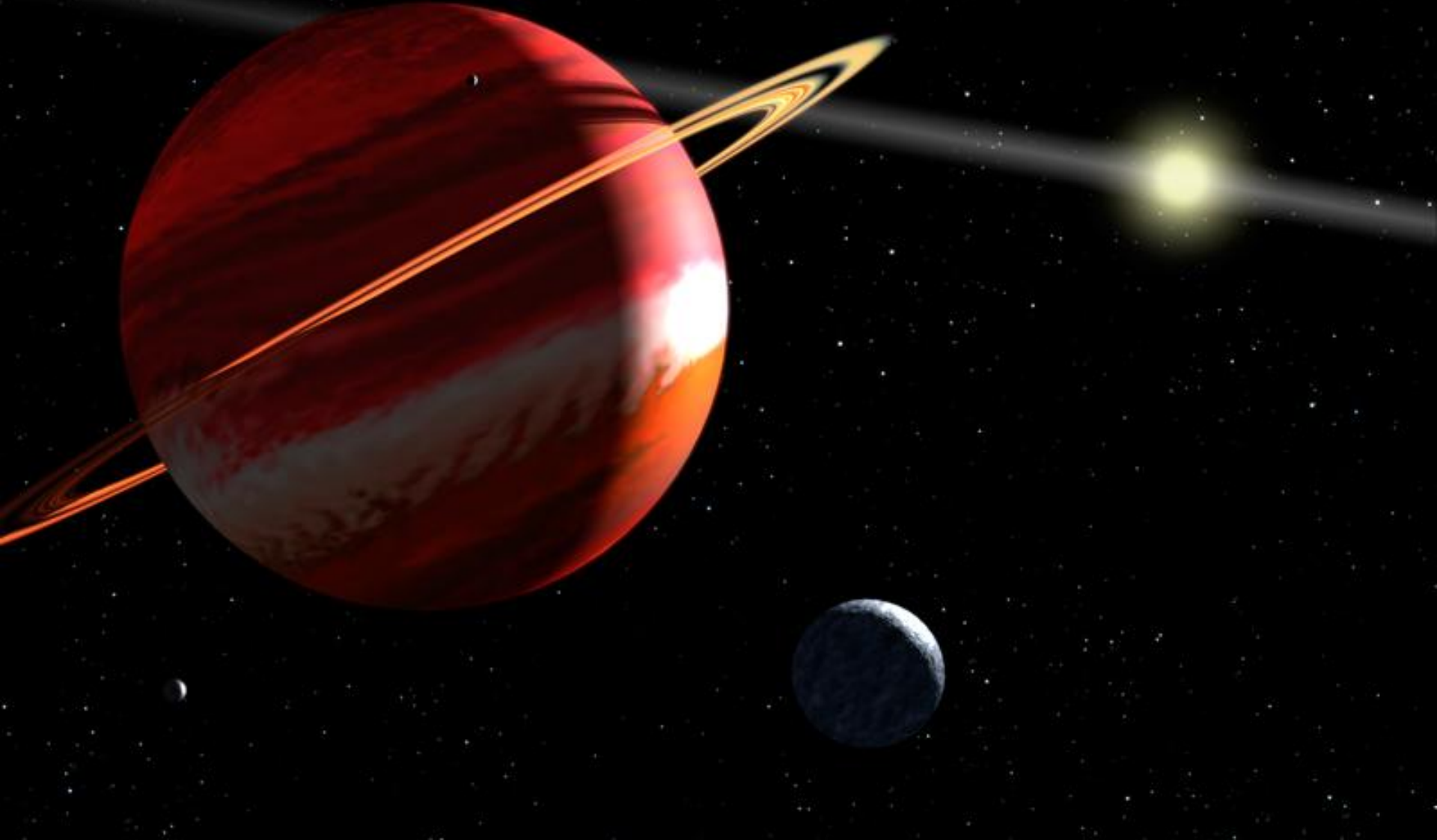
Ontdekking: **2005 – Michel Mayor
USA**

Massa exoplaneet: **1,1 x Jupiter**
Omlooptijd: **2,2 dagen**
Afstand tot zijn ster: **0,03 AU**

Kenmerk: **Op 20 maart 2008 werd de eerste spectrale studie van een exoplaneet bekend gemaakt en ontdekte men dat deze planeet organische materialen bezit zoals methaan. In 2007 ontdekte de HST ook al sporen van waterdamp in de atmosfeer van deze exoplaneet en deze werd ontdekt door middel van de transit methode (3%).**



Op jacht naar exoplaneten van uit de ruimte



Corot

Land: EU / Frankrijk

Lancering: 27/12/2006

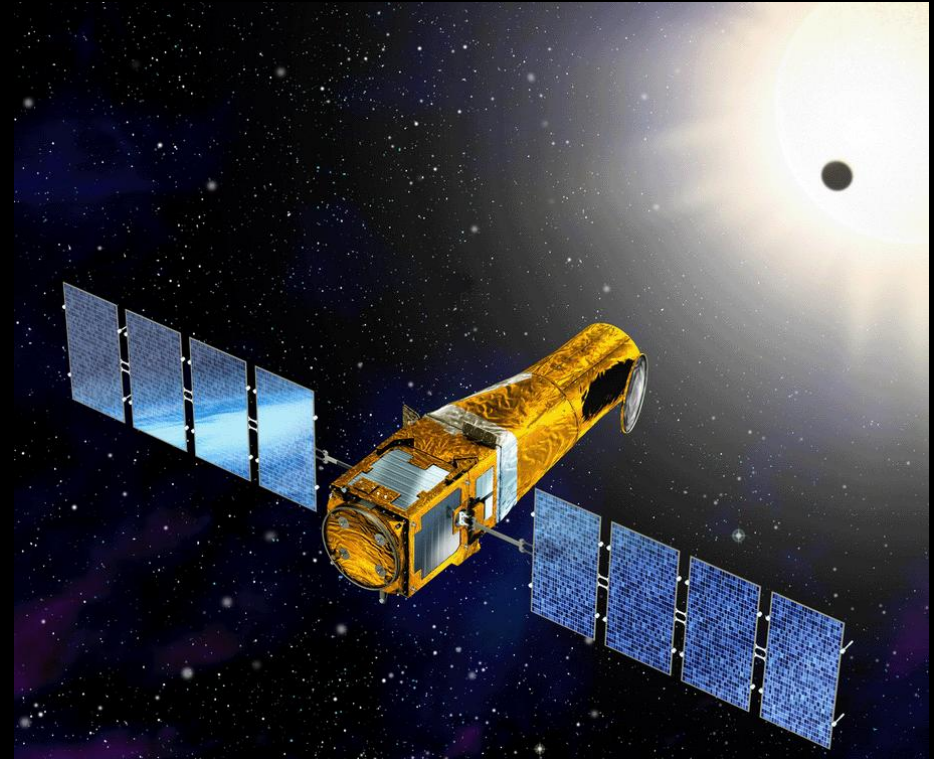
Levensduur: 30 maanden

Type: Ruimtetelescoop

Doel: Het waarnemen en meten van trillingen van sterren en op zoek gaan naar exoplaneten.

Ontdekkingen:

- COROT-exo-1B (2007)
- COROT-exo-2B (2007)



Kepler

Land: USA

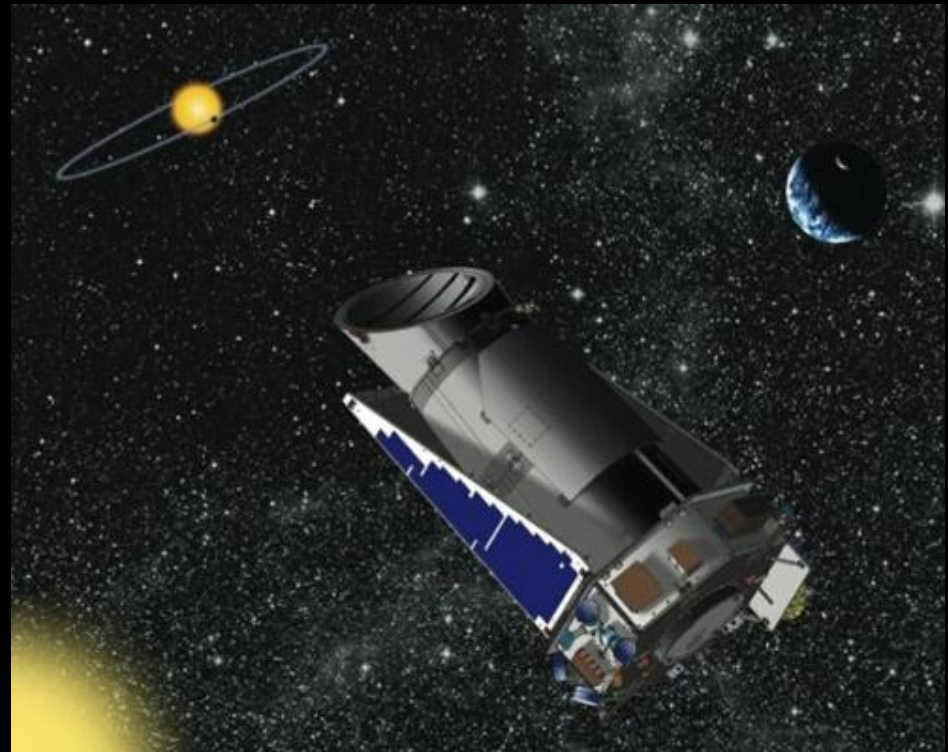
Lancering: 2009

Levensduur: 4 jaar

Type: Ruimtetelescoop

Doel: De structuren en diversiteit onderzoeken van verschillende planetenstelsels rondom andere sterren. Op zoek gaan naar exoplaneten die 30 tot 600 minder maal de massa hebben van Jupiter.

De Kepler telescoop zal de methode gebruiken waarbij de exoplaneet voor de ster schuift en hierdoor de lichtintensiteit mindert.



Darwin

Land: EU

Lancering: 2015

Levensduur: ?

Type: 3 of meer ruimtetelescopen

Doel: Het direct waarnemen en ontdekken van exoplaneten rondom dichtsbijzijnde sterren en op zoek gaan naar aardachtige exoplaneten.

De drie telescopen zullen zich in het L2 Lagrangepunt bevinden en door de beelden samen te voegen zal men een superscherp beeld krijgen.



Space Interferometry Mission

Land: USA

Lancering: 2015

Levensduur: 5 – 10 jaar

Type: Ruimtetelescoop

Doel: Het opsporen van aardachtige exoplaneten rondom sterren die de eigenschappen hebben als onze eigen zon.

Dit tuig zal de meest krachtige planetenzoeker worden die de mens ooit bouwde en zal de optische interferometrie techniek gebruiken om exoplaneten op te sporen.



Terrestrial Planet Finder

Land: USA

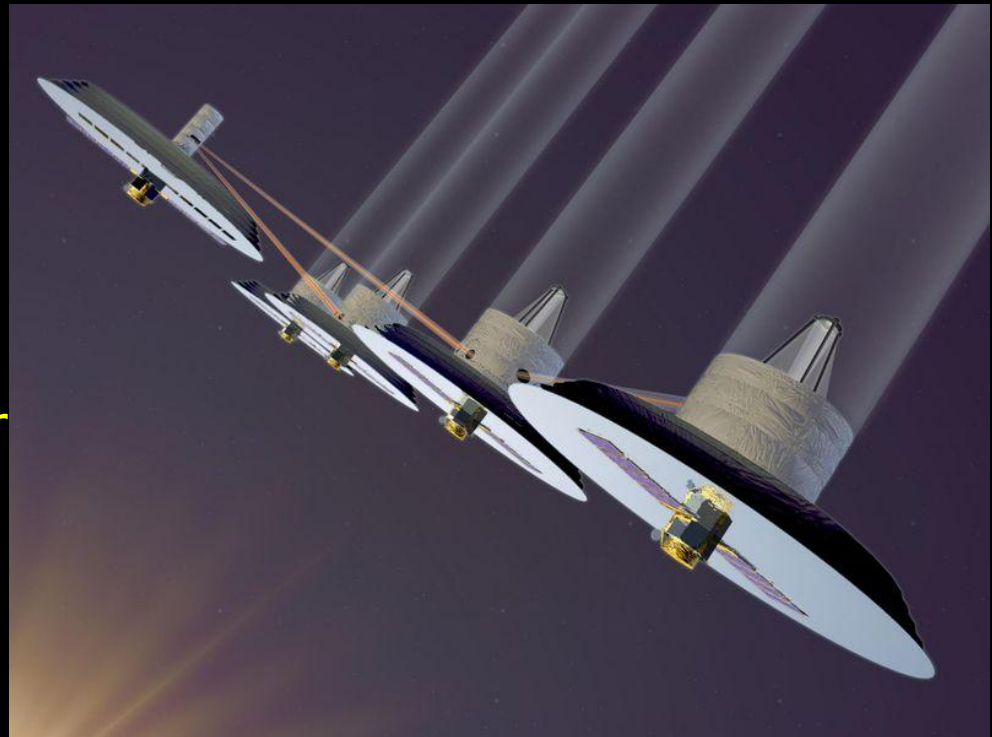
Lancering: 2015 - 2020

Levensduur: ?

Type: Ruimtetelescoop

Doel: Het detecteren van aard-achtige planeten rondom andere sterren.

De resolutie van deze telescopen zou even groot of groter zijn dan de Hubble Space Telescope maar momenteel werd het project voor onbepaalde tijd stop gezet.



Op jacht naar exoplaneten van op Aarde



SuperWASP

Naam: Wide Angle Search for Planets

Datum oprichting: 1999 - 2000

Instrumenten: SuperWASP North (La Palma)

8 x Canon 200mm f1.8 lenzen + CCD's

SuperWASP South (Zuid Afrika)

8 x Canon 200mm f1.8 lenzen + CCD's

Eerste ontdekking: 26/10/2006

Aantal ontdekte exoplaneten: 15

Website: www.superwasp.org

TrES

Naam: Trans-Atlantic Exoplanet Survey

Datum oprichting:

Instrumenten: 4 inch telescoop Lowell Observatory

4 inch telescoop Mount Palomar

4 inch telescoop Canarische Eilanden

Eerste ontdekking: 2004

Aantal ontdekte exoplaneten: 4

Website: /

XO Telescope

Naam: XO Telescope

Datum oprichting: /

Instrumenten: 1 telescoop + 2 200mm telelenzen

Eerste ontdekking: 2006

Aantal ontdekte exoplaneten: 3

Website: /

HATNet

Naam: Hungarian Automated Telescope Network

Datum oprichting: /

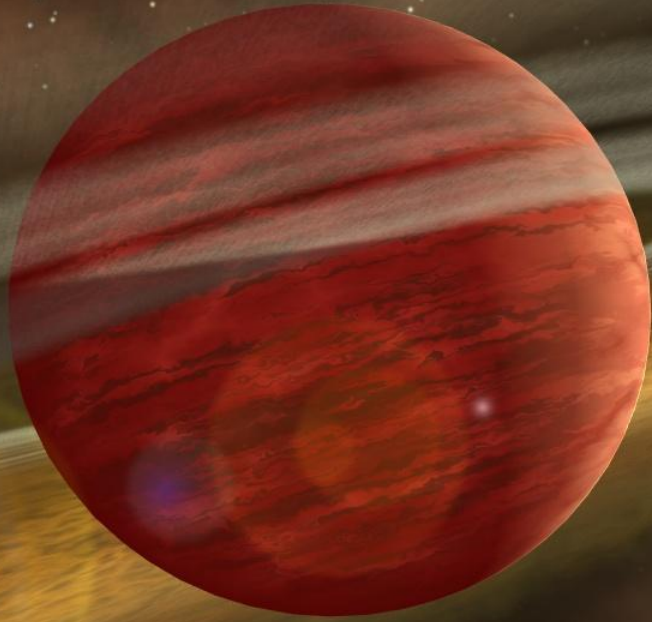
Instrumenten: 6 Hungarian-made Automated Telescopes

Eerste ontdekking: 14/09/2006

Aantal ontdekte exoplaneten: 7

Website: /

Is er leven mogelijk?



De “woonbare zone”

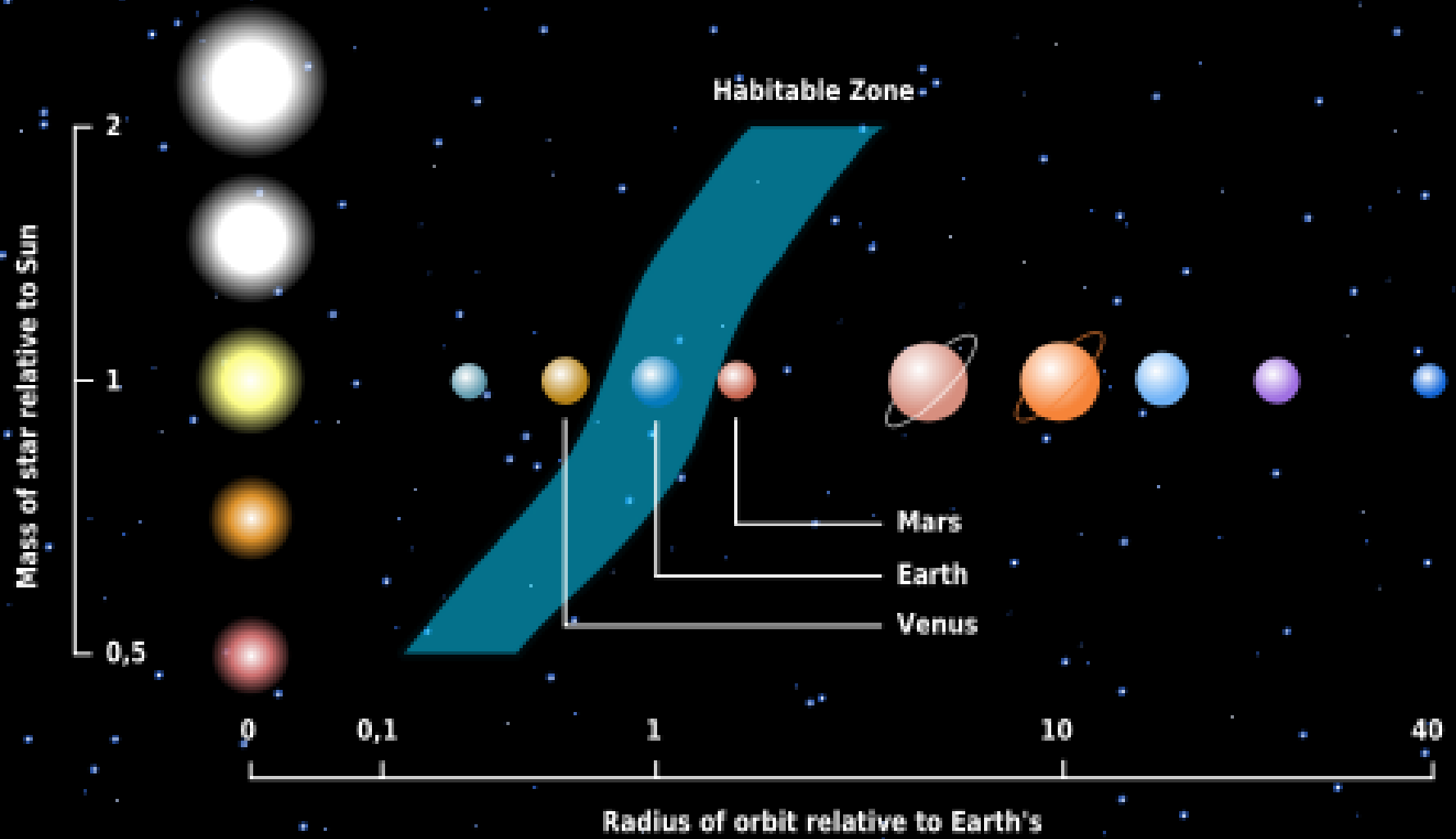
Eer exoplaneten leven kunnen ontwikkelen moeten deze voldoen aan een hele reeks eisen:

-Circumstellaire woonbare zone: Binnen een planetenstelsel of zonnestelsel moet een exoplaneet zich op de juiste plaats bevinden eer zich hier leven kan ontwikkelen.

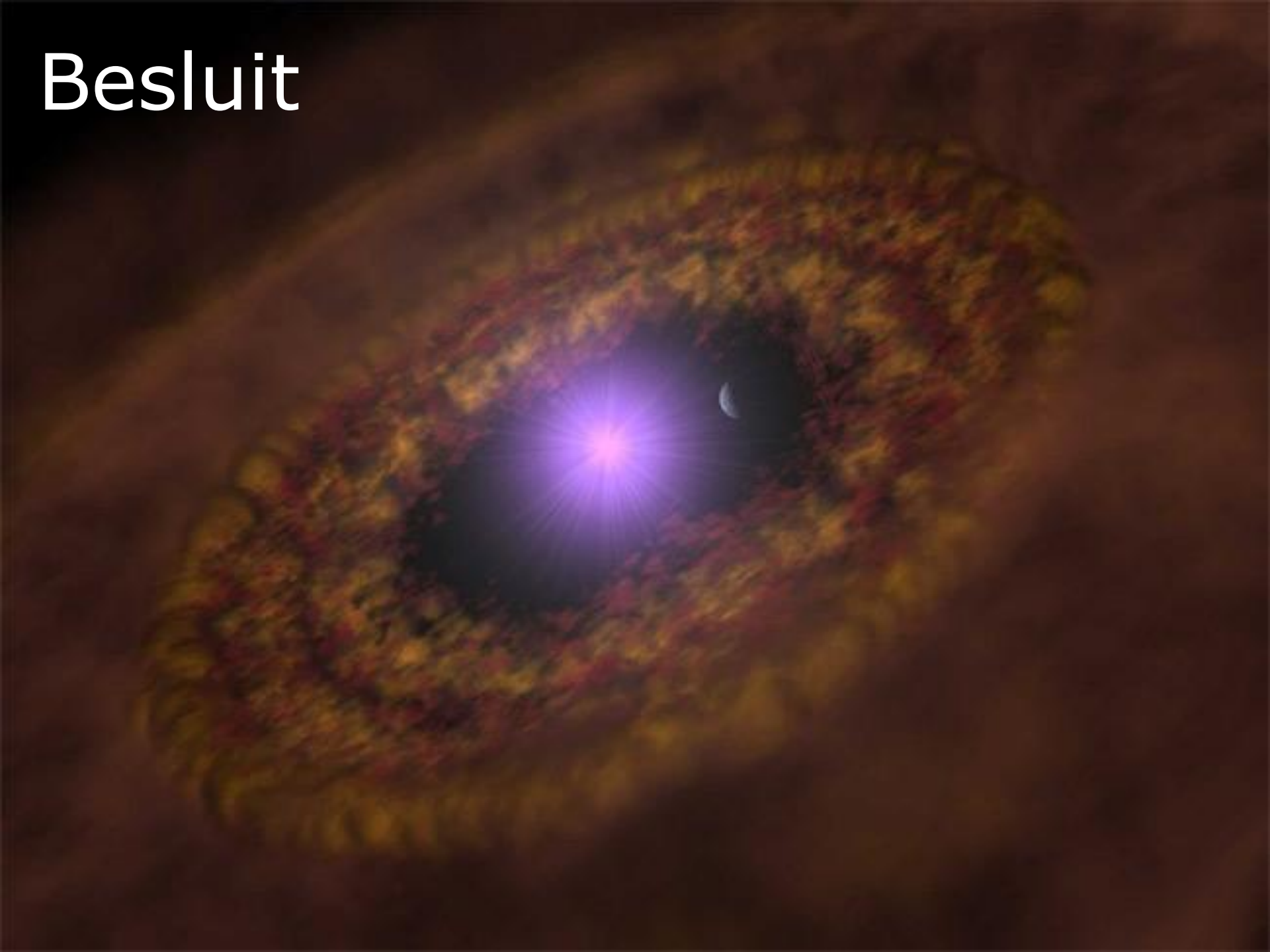
-Galactische woonbare zone: De locatie van een planetenstelsel binnenin een sterrenstelsel is van essentieel belang.

-Goldilock fenomeen: De temperatuur (-15°C tot 121°C) en grootte van een exoplaneet moeten de juiste condities hebben zodat zich hier leven kan op ontwikkelen.

De "woonbare zone"



Besluit



Conclusie na de eerste 20 jaar

- 10% van alle Zon-achtige sterren hebben planeten.
- De meeste van de ontdekte exoplaneten zijn Jupiter-achtige planeten waar leven op onmogelijk is.
- Meer dan 60 exoplaneten draaien rond dubbelsterren.
- Vier exoplaneten draaien rond pulsars.
- Meer dan 250 exoplaneten werden ontdekt door middel van de "doppler methode".
- Meer dan 40 exoplaneten werden ontdekt door middel van de "transit methode".

Onopgeloste vragen

De evolutie in de ontdekking van exoplaneten heeft voor tal van tegenstrijdigheden en onopgeloste vragen gezorgd binnen de astronomie!

- samenstelling?
- manen?
- leven?

Extremen & records

Verst afgelegen exoplaneet:

OGLE-2005-BLG-390Lb: 22.000 lichtjaar

Dichtst bijzijnde exoplaneet:

Epsilon Eridani b: 10,4 lichtjaar

Minst massieve exoplaneet:

PSR B1257+12c: 3,9 x Aarde

Grootste diameter en kleinste dichtheid:

TrES-4: 1,7 maal de diameter van Jupiter maar 0,8 maal de massa van Jupiter waardoor deze exoplaneet een dichtheid kent van 0,3 gram / cm³ (Aarde: 5,52 gram / cm³)

Aantal ontdekte exoplaneten


287

(April 2008)

Presentatie: Kris Christiaens

Meer info:

- The Geneva Extrasolar Planet Search Programmes
- NASA's Planet Quest
- California & Carnegie Planet Search
- The Extrasolar Planet Encyclopaedia.
- Extrasolar Visions
- Spacepage

A large, cratered planet or moon is shown in the foreground, partially illuminated from the left. In the background, a bright star is visible, surrounded by a field of smaller stars, creating a starry space scene.