

1

00:00:03,000 --> 00:00:06,000

Dit is het verhaal van een historisch avontuur...

2

00:00:10,320 --> 00:00:15,320

Een verhaal over nieuwsgierigheid, moed en doorzettingsvermogen...

3

00:00:19,000 --> 00:00:24,000

Over hoe Europa naar het zuiden ging om de sterrenhemel te verkennen.

4

00:01:13,000 --> 00:01:17,000

Naar het zuiden

5

00:01:18,000 --> 00:01:23,000

Welkom bij ESO, de Europese Zuidelijke Sterrenwacht.

6

00:01:24,999 --> 00:01:28,400

50 jaar oud, maar vitaler dan ooit.

7

00:01:34,520 --> 00:01:37,520

ESO is Europa's toegang tot de sterren.

8

00:01:38,280 --> 00:01:41,280

Hier bundelen astronomen uit 15 landen hun krachten

9

00:01:41,320 --> 00:01:44,240

om de geheimen van het heelal te ontrafelen.

10

00:01:44,960 --> 00:01:45,960

Hoe?

11

00:01:45,999 --> 00:01:49,400

Door de grootste telescopen op aarde te bouwen,

12

00:01:49,440 --> 00:01:51,840

gevoelige camera's en instrumenten te ontwerpen,

13

00:01:52,280 --> 00:01:54,280

en daarmee de hemel te bestuderen.

14

00:01:57,000 --> 00:02:00,000

Zij kijken naar objecten, dichtbij en ver weg.

15

00:02:00,000 --> 00:02:03,000

Naar kometen die het zonnestelsel doorkruisen

16

00:02:03,000 --> 00:02:06,560

en verafgelegen sterrenstelsels aan de grenzen van ruimte en tijd.

17

00:02:06,600 --> 00:02:12,000

Dat geeft ons nieuwe inzichten en een ongekennde blik op het heelal.

18

00:02:42,560 --> 00:02:45,840

Een heelal vol diepe mysteries en verborgen geheimen

19

00:02:46,320 --> 00:02:48,080

Van een duizelingwekkende schoonheid.

20

00:02:50,080 --> 00:02:52,080

Vanaf verafgelegen bergtoppen in Chili

21

00:02:52,120 --> 00:02:54,880

reiken Europese astronomen naar de sterren

22

00:02:55,999 --> 00:02:57,160

Maar waarom Chili?

23

00:02:57,160 --> 00:02:59,400

Waarom gingen de astronomen naar het zuidelijk halfrond?

24

00:03:02,560 --> 00:03:07,800

Het hoofdkwartier van ESO staat in Garching, Duitsland.

25

00:03:11,880 --> 00:03:16,000

Maar vanuit Europa kun je maar een deel van de hemel zien.

26

00:03:16,000 --> 00:03:19,080

Om meer te zien, moet je naar het zuiden reizen.

27

00:03:27,880 --> 00:03:32,999

Eeuwenlang vertoonden kaarten van de zuidelijke hemel grote lege gebieden -

28

00:03:33,000 --> 00:03:36,000

het Terra Incognita van de sterrenhemel.

29

00:03:37,200 --> 00:03:38,800

1595.

30

00:03:39,440 --> 00:03:43,320

Voor het eerst zeilen Nederlandse handelaren naar Oost-Indië.

31

00:03:49,880 --> 00:03:54,320

En 's nachts legden de zeevaarders Pieter Keyser en Frederik de Houtman

32

00:03:54,320 --> 00:03:59,400

de positie vast van meer dan 130 sterren aan de zuidelijke hemel.

33

00:04:05,600 --> 00:04:10,600

En al snel toonden hemelglobes en kaarten twaalf nieuwe sterrenbeelden

34

00:04:10,640 --> 00:04:14,840

die geen van alle ooit eerder door Europeanen waren gezien.

35

00:04:16,280 --> 00:04:20,280

De Britten bouwden als eersten een permanente astronomische buitenpost

36

00:04:20,280 --> 00:04:21,920

op het zuidelijk halfrond.

37

00:04:22,320 --> 00:04:27,320

Deze Koninklijke Sterrenwacht op Kaap de Goede Hoop werd opgericht in 1820

38

00:04:28,640 --> 00:04:33,160

Niet lang daarna bouwde John Herschel zijn privé-sterrenwacht,

39

00:04:33,160 --> 00:04:36,040

vlak bij de beroemde Zuid-Afrikaanse Tafelberg.

40

00:04:37,999 --> 00:04:38,999

Wat een uitzicht!

41

00:04:39,920 --> 00:04:44,920

Een donkere hemel met heldere clusters en sterren hoog boven je hoofd.

42

00:04:46,160 --> 00:04:49,999

Geen wonder dat de sterrenwachten van Harvard, Yale en Leiden

43

00:04:50,000 --> 00:04:53,720

snel volgden met hun eigen zuidelijke stations.

44

00:04:53,760 --> 00:04:57,000

Maar het verkennen van de zuidelijke hemel

45

00:04:57,000 --> 00:05:01,000

vergde nog veel moed, passie en doorzettingsvermogen.

46

00:05:06,400 --> 00:05:08,600

Tot 50 jaar geleden

47

00:05:08,600 --> 00:05:12,240

stonden bijna alle grote telescopen ten noorden van de evenaar

48

00:05:13,040 --> 00:05:15,360

Maar waarom is de zuidelijke hemel zo belangrijk?

49

00:05:17,680 --> 00:05:21,640

Allereerst omdat hij grotendeels niet in kaart was gebracht.

50

00:05:22,120 --> 00:05:24,640

Je ziet vanuit Europa simpelweg niet het hele uitspansel.

51

00:05:25,320 --> 00:05:29,320

Een bekend voorbeeld is het centrum van onze eigen Melkweg.

52

00:05:29,880 --> 00:05:32,880

Het is nauwelijks zichtbaar vanaf het noordelijk halfrond,

53

00:05:32,920 --> 00:05:34,920

maar in het zuiden zie je de Melkweg hoog boven je hoofd.

54

00:05:36,960 --> 00:05:38,960

En dan zijn er de Magelhaense Wolken -

55

00:05:38,999 --> 00:05:42,280

twee kleine satelliet-sterrenstelsels die de Melkweg vergezellen.

56

00:05:42,440 --> 00:05:47,360

Onzichtbaar vanuit het noorden maar zeer opvallend ten zuiden van de evenaar.

57

00:05:48,440 --> 00:05:49,440

En tot slot,

58

00:05:49,520 --> 00:05:53,840

werden Europese astronomen gehinderd door lichtvervuiling en slecht weer.

59

00:05:53,880 --> 00:05:57,120

Naar het zuiden gaan was een oplossing voor de meeste problemen.

60

00:06:00,080 --> 00:06:04,720

Een mooie boottocht in Nederland, juni 1953.

61

00:06:05,000 --> 00:06:07,600

Hier, op het IJsselmeer

62

00:06:07,600 --> 00:06:10,600

spraken de Duits/Amerikaanse astronoom Walter Baade

63

00:06:10,600 --> 00:06:13,000

en de Nederlandse astronoom Jan Oort

64

00:06:13,000 --> 00:06:16,000

met collega's over hun plan voor een Europese sterrenwacht

65

00:06:16,000 --> 00:06:18,000

op het zuidelijk halfrond.

66

00:06:22,160 --> 00:06:26,720

Geen enkel Europees land kon individueel concurreren met de Verenigde Staten.

67

00:06:27,240 --> 00:06:29,240

Maar gezamenlijk was dat wel mogelijk.

68

00:06:29,560 --> 00:06:34,560

Zeven maanden later, kwamen twaalf astronomen uit zes landen bij elkaar

69

00:06:34,560 --> 00:06:37,080

in de statige senaatskamer van de Leidse Universiteit.

70

00:06:37,960 --> 00:06:39,400

Ze ondertekenden een verklaring

71

00:06:39,400 --> 00:06:45,000

met daarin de wens om een Europese sterrenwacht in Zuid-Afrika te stichten.

72

00:06:45,040 --> 00:06:48,000

En dit effende het pad voor de geboorte van ESO.

73

00:06:48,760 --> 00:06:50,880

Maar wacht even..! Zuid-Afrika?

74

00:06:52,520 --> 00:06:54,440

Nou, dat klinkt logisch want

75

00:06:54,600 --> 00:07:00,000

Zuid-Afrika had al het Cape Observatorium en, na 1909

76

00:07:00,000 --> 00:07:03,000

het Transvaal Observatorium in Johannesburg

77

00:07:03,000 --> 00:07:07,600

En de Leidse Sterrenwacht had zijn eigen zuidelijke station in Hartebeespoort.

78

00:07:09,960 --> 00:07:11,960

In 1955,

79

00:07:11,999 --> 00:07:17,520

zetten astronomen testapparatuur op om de beste plek voor een grote telescoop te vinden.

80

00:07:17,600 --> 00:07:24,000

Zeekeogat in de Grote Karoo, of Tafelkopje in Bloemfontein.

81

00:07:25,000 --> 00:07:27,640

Maar het weer was niet zo gunstig.

82

00:07:29,000 --> 00:07:34,720

Rond 1960 verlegden zij hun aandacht naar het ruige landschap van Noord-Chili.

83

00:07:35,640 --> 00:07:38,999

Amerikaanse astronomen maakten ook plannen

84

00:07:39,000 --> 00:07:41,600

voor hun eigen zuidelijk observatorium hier.

85

00:07:41,600 --> 00:07:48,000

Zware expedities te paard onthulden veel betere condities dan die in Zuid Afrika.

86

00:07:48,040 --> 00:07:52,400

In 1963 viel het besluit: Chili moest het worden.

87

00:07:53,000 --> 00:07:56,000

6 maanden later, werd de berg La Silla gekozen

88

00:07:56,000 --> 00:07:59,520

als de toekomstige plek voor de Europese Zuidelijke Sterrenwacht.

89

00:07:59,800 --> 00:08:03,000

ESO was niet langer een verre droom.

90

00:08:03,240 --> 00:08:10,280

Uiteindelijk tekenden 5 Europese landen het ESO-verdrag, op 5 oktober 1962 -

91

00:08:10,840 --> 00:08:15,680

de officiële geboortedag van de Europese Zuidelijke Sterrenwacht.

92

00:08:15,720 --> 00:08:19,600

België, Duitsland, Frankrijk, Nederland en Zweden

93

00:08:19,600 --> 00:08:24,000

waren vastbesloten om gezamenlijk de zuidelijke sterren te ontdekken.

94

00:08:25,680 --> 00:08:29,680

La Silla en omgeving werden gekocht van de Chileense regering.

95

00:08:30,440 --> 00:08:32,720

'In the middle of nowhere' werd een weg aangelegd.

96

00:08:33,880 --> 00:08:38,999

De eerste ESO-telescoop kreeg vorm bij een Rotterdams staalbedrijf.

97

00:08:40,880 --> 00:08:43,600

En in december 1966

98

00:08:43,640 --> 00:08:49,000

wierp de Europese Zuidelijke Sterrenwacht zijn eerste blik op de hemel.

99

00:08:49,000 --> 00:08:54,320

Europa was begonnen aan een grote reis vol kosmische ontdekkingen

100

00:09:00,000 --> 00:09:05,000

De blik omhoog

101

00:09:07,000 --> 00:09:14,640

167.000 jaar geleden explodeerde een ster in een klein sterrenstelsel rond de Melkweg.

102

00:09:17,720 --> 00:09:20,160

Op het moment van de explosie,

103

00:09:20,200 --> 00:09:24,440

was homo sapiens net begonnen met rondtrekken over de Afrikaanse savanne.

104

00:09:26,720 --> 00:09:29,640

Maar niemand kon het kosmisch vuurwerk zien,

105

00:09:29,760 --> 00:09:34,920

omdat het licht van de explosie nog maar net aan zijn reis naar de aarde was begonnen.

106

00:09:36,240 --> 00:09:41,280

Tegen de tijd dat het licht van de supernova 98% van zijn reis had afgelegd,

107

00:09:41,360 --> 00:09:46,200

waren Griekse filosofen nog maar net aan het nadenken over de aard van de komsos.

108

00:09:48,520 --> 00:09:50,840

Net voordat het licht de aarde bereikte,

109

00:09:50,920 --> 00:09:56,400

richtte Galileo Galileï voor het eerst een eenvoudige telescoop op de hemel.

110

00:09:59,800 --> 00:10:03,000

En op 24 februari 1987

111

00:10:03,200 --> 00:10:07,280  
toen de lichtdeeltjes van de explosie eindelijk onze planeet bereiken,

112  
00:10:07,360 --> 00:10:12,200  
konden astronomen de supernova heel precies waarnemen.

113  
00:10:13,760 --> 00:10:15,760  
Supernova 1987A

114  
00:10:15,800 --> 00:10:17,920  
lichtte de zuidelijke hemel op -

115  
00:10:17,999 --> 00:10:20,999  
maar was niet te zien vanuit Europa of de Verenigde Staten.

116  
00:10:21,000 --> 00:10:25,560  
ESO had toen zijn eerste grote telescopen in Chili gebouwd,

117  
00:10:25,560 --> 00:10:30,000  
waardoor sterrenkundigen het kosmische spektakel vanaf de eerste rij konden aanschouwen.

118  
00:10:32,560 --> 00:10:35,440  
De telescoop is het belangrijkste gereedschap

119  
00:10:35,480 --> 00:10:39,600  
om de raadsels van het universum op te lossen.

120  
00:10:40,400 --> 00:10:44,800  
Telescopen verzamelen veel meer licht dan het menselijk oog,

121  
00:10:44,840 --> 00:10:49,480  
waardoor ze ook zwakke sterren kunnen zien en we verder de ruimte in kunnen kijken.

122  
00:10:51,480 --> 00:10:55,920  
Net als vergrootglazen tonen telescopen veel meer details.

123  
00:10:57,680 --> 00:11:01,720  
En, uitgerust met gevoelige camera's en spectrografen,

124  
00:11:01,760 --> 00:11:07,000  
voorzien ze ons van een schat aan informatie over planeten, sterren en sterrenstelsels.

125  
00:11:14,360 --> 00:11:18,120  
De eerste ESO-telescopen op La Silla vormden een bonte verzameling,

126  
00:11:18,160 --> 00:11:21,160  
van kleine, nationale instrumenten



127

00:11:21,200 --> 00:11:24,040

tot grote astrografen en groothoek-camera's.

128

00:11:34,200 --> 00:11:38,360

De 2,2-meter telescoop - nu bijna 30 jaar oud -

129

00:11:38,400 --> 00:11:41,880

produceert nog steeds de prachtigste beelden van de kosmos.

130

00:12:22,720 --> 00:12:25,160

Op het hoogste punt van Cerro La Silla

131

00:12:25,160 --> 00:12:30,800

staat het grootste wapenfeit uit de vroege ESO-jaren - de 3,6-meter telescoop.

132

00:12:31,160 --> 00:12:35,480

Met zijn 35 jaar leidt hij nu een tweede leven als planetenjager.

133

00:12:37,000 --> 00:12:42,640

Zweedse astronomen bouwden een glimmende spiegel van 15 meter doorsnede

134

00:12:42,680 --> 00:12:46,120

om de microgolven te meten van koude wolken in het heelal.

135

00:12:47,280 --> 00:12:52,600

Samen hebben deze telescopen het universum helpen te ontrafelen waarin wij leven.

136

00:13:06,840 --> 00:13:10,840

De aarde is slechts een van de acht planeten in het zonnestelsel.

137

00:13:16,160 --> 00:13:19,200

Van de kleine Mercurius tot de reusachtige Jupiter,

138

00:13:19,240 --> 00:13:24,960

zijn deze rotsachtige werelden en gas-bollen de overblijfselen van de vorming van onze zon.

139

00:13:30,360 --> 00:13:35,360

De zon, op zijn beurt, is een dertien-in-een-dozijn-sterretje in de Melkweg.

140

00:13:36,800 --> 00:13:42,080

Een speldenprikje licht tussen honderden miljarden vergelijkbare sterren -

141

00:13:42,160 --> 00:13:46,640

zowel opgezwollen rode reuzen, geïmplodeerde witte dwergen

142

00:13:46,800 --> 00:13:49,720

als snel draaiende neutronensterren.

143

00:13:50,920 --> 00:13:55,840

De spiraalarmen van de Melkweg zijn bezaaid met gloeiende nevels,

144

00:13:56,000 --> 00:13:59,040

die heldere clusters van pasgeboren sterren produceren,

145

00:13:59,240 --> 00:14:03,640

terwijl oudere sterrenhopen langzaam door ons melkwegstelsel zwermen.

146

00:14:08,560 --> 00:14:13,400

En de Melkweg is slechts één van de ontelbare sterrenstelsels in het universum,

147

00:14:13,400 --> 00:14:18,920

dat sinds de oerknal, bijna 14 miljard jaar geleden, aan het uitdijen is.

148

00:14:26,440 --> 00:14:31,560

ESO heeft de afgelopen 50 jaar meegeholpen onze plek in het heelal te ontdekken.

149

00:14:31,760 --> 00:14:36,000

Door naar boven te kijken, hebben we ook onze eigen oorsprong ontdekt.

150

00:14:36,240 --> 00:14:41,999

We zijn een onderdeel van een groot kosmisch verhaal. Zonder sterren, zouden wij er niet zijn.

151

00:14:45,320 --> 00:14:50,320

Het universum begon met waterstof en helium, de twee lichtste elementen.

152

00:14:50,400 --> 00:14:55,720

Maar sterren zijn kerncentrales, waarin lichte elementen worden omgezet in zwaardere.

153

00:14:58,040 --> 00:15:01,560

En supernova's, zoals 1987A

154

00:15:01,600 --> 00:15:05,680

voeden het universum met de producten van deze stellaire alchemie.

155

00:15:08,440 --> 00:15:13,240

Toen het zonnestelsel werd gevormd, zo'n 4,6 miljard jaar geleden,

156

00:15:13,440 --> 00:15:16,960

Bevatte het sporen van deze zwaardere elementen.

157

00:15:17,080 --> 00:15:21,400

Metalen en silicaten, maar ook koolstof en zuurstof.

158

00:15:22,600 --> 00:15:27,600

De koolstof in onze spieren, het ijzer in ons bloed en de calcium in onze botten

159

00:15:27,600 --> 00:15:31,240

zijn allemaal gemaakt in een eerdere generatie sterren.

160

00:15:31,280 --> 00:15:34,000

Jij en ik zijn letterlijk 'made in heaven'.

161

00:15:35,440 --> 00:15:38,800

Maar antwoorden werpen weer nieuwe vragen op.

162

00:15:39,080 --> 00:15:42,640

Hoe meer we te weten komen, des te groter wordt het mysterie.

163

00:15:45,040 --> 00:15:48,560

Wat is de oorsprong en het uiteindelijke lot van sterrenstelsels?

164

00:15:52,560 --> 00:15:57,560

Zijn er andere zonnestelsels in het heelal, en kan daar (buitenaards) leven zijn?

165

00:16:05,080 --> 00:16:10,480

En wat voedt zich in het donkere centrum van onze Melkweg?

166

00:16:21,240 --> 00:16:25,000

Astronomen hadden duidelijk behoefte aan krachtiger telescopen.

167

00:16:25,000 --> 00:16:28,720

En ESO voorzag hen van revolutionair nieuw gereedschap.

168

00:16:39,880 --> 00:16:44,440

Scherp zicht

169

00:16:45,800 --> 00:16:49,360

Groter is beter - althans als het gaat om telescoopspiegels.

170

00:16:49,360 --> 00:16:54,440

Maar grote spiegels moeten dik zijn, zodat ze niet vervormen onder hun eigen gewicht.

171

00:16:55,120 --> 00:16:59,400

En echt grote spiegels vervormen sowieso, hoe dik en zwaar ze ook zijn.

172

00:17:00,480 --> 00:17:07,160

De oplossing? Dunne, lichtgewicht spiegels - en een truc die actieve optiek wordt genoemd.

173

00:17:08,120 --> 00:17:11,360

ESO pionierde met deze technologie aan het eind van de jaren '80,

174

00:17:11,440 --> 00:17:13,840  
met de New Technology Telescope.

175

00:17:15,240 --> 00:17:17,480  
En dit is de huidige stand van zaken.

176

00:17:17,480 --> 00:17:23,560  
De spiegels van de Very Large Telescope - de VLT - zijn 8,2 meter in doorsnee...

177

00:17:23,560 --> 00:17:26,280  
...maar slechts 20 centimeter dik.

178

00:17:27,120 --> 00:17:28,120  
En dit is magisch:

179

00:17:28,760 --> 00:17:31,120  
een computer-gecontroleerd systeem zorgt ervoor

180

00:17:31,120 --> 00:17:36,880  
dat de spiegel altijd zijn gewenste vorm behoudt, met nanometer-precisie.

181

00:17:53,200 --> 00:17:56,960  
De VLT is het vlaggenschip van ESO.

182

00:17:57,120 --> 00:18:03,600  
Vier identieke telescopen bundelen hun krachten op de top van Cerro Paranal in Noord-Chili.

183

00:18:03,640 --> 00:18:05,840  
Gebouwd aan het eind van de jaren '90,

184

00:18:05,840 --> 00:18:10,520  
stelden ze astronomen de best beschikbare technologie ter beschikking.

185

00:18:15,240 --> 00:18:20,720  
ESO creëerde een astronomen-paradijs midden in de Atacama-woestijn.

186

00:18:36,040 --> 00:18:38,360  
Wetenschappers verblijven in La Residencia,

187

00:18:38,360 --> 00:18:41,760  
een gastenverblijf dat deels ligt begraven onder de grond

188

00:18:41,800 --> 00:18:44,160  
van een van de droogste plekken op aarde.

189

00:18:44,640 --> 00:18:50,720

Maar binnen zijn weelderige palmbomen, een zwembad, en... heerlijke Chileense zoetigheden.

190

00:18:53,640 --> 00:18:54,520

Natuurlijk

191

00:18:54,560 --> 00:18:58,800

is het zwembad niet het meest bijzondere van de Very Large Telescope,

192

00:18:59,000 --> 00:19:02,560

maar zijn ongeëvenaarde blik op het heelal.

193

00:19:07,400 --> 00:19:11,480

Zonder dunne spiegels en adaptieve optiek, zou de VLT niet kunnen bestaan.

194

00:19:12,000 --> 00:19:13,080

Maar er is meer.

195

00:19:13,080 --> 00:19:18,320

Sterren lijken wazig, zelfs wanneer ze worden geobserveerd met de beste en grootste telescopen.

196

00:19:18,320 --> 00:19:22,360

De reden daarvoor? De aardse dampkring vervormt de beelden.

197

00:19:26,920 --> 00:19:31,200

De tweede truc is: adaptieve optiek.

198

00:19:32,880 --> 00:19:39,200

Op Paranal worden laserstralen gebruikt om kunst-sterren te maken aan de hemel.

199

00:19:39,200 --> 00:19:43,720

Sensoren gebruiken deze kunststerren om de atmosferische verstoringen te meten.

200

00:19:43,840 --> 00:19:46,080

Honderden keren per seconde

201

00:19:46,160 --> 00:19:50,200

wordt het beeld gecorrigeerd door computergestuurde vervormbare spiegels.

202

00:19:52,240 --> 00:19:57,480

En het effect? Alsof de turbulente atmosfeer er niet meer is.

203

00:19:57,840 --> 00:19:59,200

Kijk eens naar het verschil!

204

00:20:06,240 --> 00:20:09,680

De Melkweg is een gigantisch spiraalstelsel.

205

00:20:09,680 --> 00:20:14,440

En in de kern - 27.000 lichtjaar ver -

206

00:20:14,440 --> 00:20:19,400

ligt een mysterie dat ESO's Very Large Telescope heeft helpen te ontrafelen.

207

00:20:21,640 --> 00:20:25,560

Zware stofwolken ontnemen ons het zicht op het centrum van de Melkweg.

208

00:20:25,640 --> 00:20:29,520

Maar gevoelige infrarood-camera's kunnen door het stof heen kijken

209

00:20:29,600 --> 00:20:31,880

en laten zien wat erachter ligt.

210

00:20:37,640 --> 00:20:43,080

Geholpen door adaptieve optiek laten ze dozijnen rode reuzensterren zien

211

00:20:43,640 --> 00:20:47,520

En door de jaren heen zien we de sterren bewegen!

212

00:20:47,640 --> 00:20:52,320

Ze beschrijven een baan rond een onzichtbaar object in het centrum van de Melkweg.

213

00:20:53,760 --> 00:20:59,440

Afgaand op de beweging van de sterren, moet het onzichtbare object extreem zwaar zijn.

214

00:21:00,200 --> 00:21:06,800

Een monsterachtig zwart gat, 4,3 miljoen keer zo zwaar als onze zon.

215

00:21:07,520 --> 00:21:11,600

Astronomen hebben zelf energierijke vlammen gezien van gaswolken

216

00:21:11,600 --> 00:21:13,640

die in het zwarte gat vielen.

217

00:21:13,800 --> 00:21:18,160

Allemaal te zien dankzij de kracht van adaptieve optiek.

218

00:21:20,120 --> 00:21:25,160

Dus dunne spiegels en actieve optiek maken het mogelijk gigantische telescopen te bouwen.

219

00:21:25,200 --> 00:21:28,680

En adaptieve optiek rekent af met de atmosferische verstoringen,

220

00:21:28,680 --> 00:21:31,200  
waardoor we extreem scherpe beelden krijgen.

221  
00:21:32,000 --> 00:21:34,640  
Maar de trukendoos is nog niet leeg.

222  
00:21:34,680 --> 00:21:38,240  
Er is een derde truc. En die heet interferometrie.

223  
00:21:40,680 --> 00:21:44,360  
De VLT bestaat uit vier telescopen.

224  
00:21:44,360 --> 00:21:49,960  
Samen kunnen ze opereren als een virtuele telescoop met een doorsnede van 130 meter.

225  
00:21:52,520 --> 00:21:57,560  
Het licht van de individuele telescopen wordt door vacuümtunnels geleid

226  
00:21:57,560 --> 00:22:00,800  
en samengebracht in een ondergronds laboratorium.

227  
00:22:03,000 --> 00:22:09,000  
Hier worden lichtgolven samengebracht met behulp van lasertechnologie en zogeheten 'delay lines'.

228  
00:22:13,960 --> 00:22:19,240  
Het nettoresultaat is het lichtverzamelend vermogen van vier 8,2-meter spiegels,

229  
00:22:19,280 --> 00:22:25,440  
en het precisie-oog van een denkbeeldige telescoop zo groot als 50 tennisvelden.

230  
00:22:28,040 --> 00:22:32,080  
Vier hulp-telescopen geven het netwerk meer flexibiliteit.

231  
00:22:32,120 --> 00:22:35,840  
Ze lijken klein vergeleken met de vier reuzen.

232  
00:22:35,960 --> 00:22:40,400  
Maar ze hebben alle een spiegel van 1,8 meter middellijn.

233  
00:22:40,800 --> 00:22:45,360  
Dat is altijd nog groter dan de grootste telescoop van een eeuw geleden!

234  
00:22:47,040 --> 00:22:50,360  
Optische interferometrie is wonderlijk.

235  
00:22:50,640 --> 00:22:54,400  
Sterren-magie in de woestijn.

236

00:22:54,960 --> 00:22:58,160

En de resultaten zijn indrukwekkend.

237

00:22:59,920 --> 00:23:05,120

De Very Large Telescope Interferometer onthult 50 keer meer detail

238

00:23:05,160 --> 00:23:07,160

dan de Hubble Ruimtetelescoop.

239

00:23:09,640 --> 00:23:14,440

Kijk bijvoorbeeld naar deze close-up van een vampier-dubbelster.

240

00:23:15,960 --> 00:23:19,320

De ene ster steelt materiaal van zijn begeleider.

241

00:23:23,480 --> 00:23:28,240

Onregelmatige puffjes sterrenstof zijn ontdekt rond Betelgeuze --

242

00:23:28,240 --> 00:23:32,200

Een reuzenster die als supernova gaat ontploffen.

243

00:23:34,560 --> 00:23:40,360

In de stofschijven rond pasgeboren sterren, hebben astronomen ...

244

00:23:40,480 --> 00:23:44,280

... het ruwe materiaal gevonden van toekomstige aardachtige werelden.

245

00:23:44,760 --> 00:23:50,400

De Very Large Telescope is het scherpste oog op de hemel.

246

00:23:51,200 --> 00:23:54,880

Maar astronomen hebben ook andere middelen om hun horizon te verbreden

247

00:23:54,880 --> 00:23:57,320

en hun blik te verruimen.

248

00:23:57,320 --> 00:23:59,999

Op de Europese Zuidelijke Sterrenwacht

249

00:24:00,000 --> 00:24:05,400

hebben ze het heelal in een compleet nieuw licht leren zien.

250

00:24:11,920 --> 00:24:18,720

Anders kijken

251

00:24:24,400 --> 00:24:25,720



Prachtige muziek, hè?

252

00:24:26,880 --> 00:24:29,640

Maar stel je voor dat je slechthorend bent.

253

00:24:29,640 --> 00:24:32,720

En dat je de lage frequenties niet kunt horen?

254

00:24:34,080 --> 00:24:35,880

Of de hoge frequenties?

255

00:24:37,640 --> 00:24:40,320

Astronomen bevonden zich in een vergelijkbare situatie

256

00:24:41,080 --> 00:24:46,400

Het menselijk oog is alleen gevoelig voor een klein deel van alle straling uit het heelal.

257

00:24:46,400 --> 00:24:50,400

We kunnen geen licht zien op een kortere golflengte dan violette golven,

258

00:24:50,400 --> 00:24:52,480

of langere dan rode golven.

259

00:24:53,160 --> 00:24:56,320

We kunnen gewoon niet de hele kosmische symfonie ontvangen.

260

00:24:58,160 --> 00:25:03,880

Infrarood, of warmtestraling, werd ontdekt door William Herschel, in 1800.

261

00:25:07,480 --> 00:25:10,560

In een donkere kamer, je kunt me niet zien.

262

00:25:11,720 --> 00:25:15,960

Maar zet je infraroodbril op, en je kunt mijn lichaamswarmte 'zien'.

263

00:25:18,760 --> 00:25:25,160

Op die manier onthullen infrarood-telescopen kosmische objecten die te koud zijn om zichtbaar licht uit te stralen,

264

00:25:25,160 --> 00:25:29,800

zoals donkere wolken van gas en stof waarin sterren en planeten worden geboren.

265

00:25:38,880 --> 00:25:39,880

Al decennia lang,

266

00:25:39,920 --> 00:25:42,640

willen ESO-astronomen het heelal graag onderzoeken

267

00:25:42,640 --> 00:25:44,560  
op infrarood-golflengten.

268

00:25:45,120 --> 00:25:48,240  
Maar de eerste ontvangers waren klein en daardoor weinig efficiënt.

269

00:25:48,600 --> 00:25:52,000  
Ze gaven een vertroebeld beeld van de infrarood-hemel.

270

00:25:54,160 --> 00:25:58,120  
De huidige infrarood-camera's zijn enorm en krachtig.

271

00:25:58,720 --> 00:26:02,800  
Ze worden gekoeld tot zeer lage temperaturen om hun gevoeligheid te verbeteren.

272

00:26:04,400 --> 00:26:09,240  
En ESO's Very Large Telescope is ontworpen om goed gebruik te maken van deze camera's.

273

00:26:14,080 --> 00:26:20,960  
Sommige technologische snufjes, zoals interferometrie, werken zelfs alleen in het infrarood.

274

00:26:23,120 --> 00:26:27,560  
We hebben onze blik verruimd, en het universum in een nieuw licht geplaatst.

275

00:26:31,040 --> 00:26:37,440  
De donkere bobbel is een wolk van kosmisch stof. Hij bedekt de sterren op de achtergrond.

276

00:26:37,480 --> 00:26:41,960  
Maar in het infrarood kunnen we dwars door het stof heen kijken.

277

00:26:43,840 --> 00:26:47,600  
En hier is de Orionnevel, een stellaire kraamkamer.

278

00:26:47,640 --> 00:26:52,480  
De meeste pasgeboren sterren worden verborgen door stofwolken.

279

00:26:52,480 --> 00:26:58,160  
En opnieuw schiet infrarood te hulp. Het onthult sterren die worden gevormd!

280

00:27:09,080 --> 00:27:13,160  
Aan het eind van hun leven blazen sterren gasbellen uit.

281

00:27:13,160 --> 00:27:16,880  
Kosmische pronkstukken in zichtbaar licht

282

00:27:16,880 --> 00:27:21,000

--- maar het infrarood-beeld laat veel meer detail zien.

283

00:27:23,280 --> 00:27:25,600

Vergeet ook niet de sterren en gaswolken

284

00:27:25,600 --> 00:27:30,680

die worden opgeslokt door het gigantische zwarte gat in het hart van de Melkweg.

285

00:27:30,720 --> 00:27:34,400

Zonder infrarood-camera's zouden we die nooit kunnen zien.

286

00:27:36,360 --> 00:27:37,720

In andere sterrenstelsels

287

00:27:37,720 --> 00:27:42,880

hebben infrarood-onderzoeken laten zien wat de verdeling van zon-achtige sterren is.

288

00:27:45,920 --> 00:27:49,920

De verste sterrenstelsels kunnen alleen worden bestudeerd in het infrarood.

289

00:27:49,920 --> 00:27:52,640

Hun licht is verschoven naar deze lange golflengten

290

00:27:52,640 --> 00:27:54,880

door de uitdijing van het heelal.

291

00:27:57,200 --> 00:28:01,640

Dicht bij Paranal is een kleine bergpiek met een enkel gebouw op de top.

292

00:28:02,160 --> 00:28:05,880

In dat gebouw staat de 4,1-meter VISTA-telescoop.

293

00:28:06,280 --> 00:28:09,960

Hij is gebouwd in het Verenigd Koninkrijk, ESO's tiende lidstaat.

294

00:28:17,120 --> 00:28:20,640

Op dit moment kijkt VISTA alleen in het infrarood.

295

00:28:20,640 --> 00:28:25,400

Hij gebruikt een reusachtige camera, die meer weegt dan een pickup truck.

296

00:28:25,400 --> 00:28:31,960

En ja, VISTA biedt niet eerder getoonde blikken op het infrarode heelal.

297

00:28:33,320 --> 00:28:37,080

ESO doet optische sterrenkunde, sinds zijn oprichting, 50 jaar geleden.

298

00:28:40,080 --> 00:28:43,240

En infrarood-sterrenkunde sinds zo'n 30 jaar.

299

00:28:48,480 --> 00:28:51,480

Maar de kosmische symfonie heeft meer registers.

300

00:28:53,160 --> 00:28:57,640

Op 5000 meter boven de zeespiegel, hoog in de Chileense Andes,

301

00:28:57,640 --> 00:28:59,800

ligt de Chajnantor hoogvlakte.

302

00:29:01,040 --> 00:29:04,160

Astronomie gaat niet naar nog grotere hoogte.

303

00:29:07,320 --> 00:29:10,160

Chajnantor is de thuisbasis van ALMA

304

00:29:11,200 --> 00:29:14,640

-- de Atacama Large Millimeter/submillimeter Array.

305

00:29:15,720 --> 00:29:17,560

ALMA wordt nu gebouwd.

306

00:29:17,600 --> 00:29:21,400

Op een plek die zo onaangenaam is dat zelfs ademen er moeilijk is!

307

00:29:24,360 --> 00:29:27,560

Met slechts tien van de 66 ontvangers op hun plaats,

308

00:29:27,560 --> 00:29:32,080

deed ALMA zijn eerste waarnemingen in het najaar van 2011.

309

00:29:36,200 --> 00:29:42,600

Millimeter-golven uit de ruimte. Om die te observeren, moet het hoog en droog zijn.

310

00:29:42,640 --> 00:29:47,240

Chajnantor is een van de beste plekken ter wereld hiervoor.

311

00:29:51,840 --> 00:29:57,440

Wolken van koud gas en donker stof worden zichtbaar in twee botsende sterrenstelsels.

312

00:29:58,040 --> 00:30:02,880

Dit is niet de plek waar sterren worden geboren, maar waar ze worden verwekt.

313

00:30:05,880 --> 00:30:09,560

En deze spiraliserende golven in de uitstoot van een stervende ster

314

00:30:09,560 --> 00:30:12,640

--- kunnen die van een planeet afkomstig zijn?

315

00:30:17,040 --> 00:30:18,880

Door de manier waarop we kijken te veranderen,

316

00:30:18,880 --> 00:30:23,080

komen we meer te weten over het ontstaan van planeten, sterren en melkwegstelsels.

317

00:30:23,560 --> 00:30:26,880

In de hele symphonie van de kosmos.

318

00:30:37,999 --> 00:30:42,640

Naar de samenleving

319

00:30:44,640 --> 00:30:47,720

Stephane Guisard houdt van sterren.

320

00:30:48,800 --> 00:30:51,240

Niet zo vreemd dat hij ook van Noord-Chili houdt.

321

00:30:52,280 --> 00:30:56,560

Hier behoort de blik op de sterrenhemel tot de beste ter wereld.

322

00:30:58,080 --> 00:31:01,280

En ook niet gek dat hij van de Europese Zuidelijke Sterrenwacht houdt

323

00:31:01,320 --> 00:31:03,640

--- Europa's oog op de hemel.

324

00:31:04,760 --> 00:31:08,320

Stephane is een Franse fotograaf en auteur die veel prijzen heeft gewonnen.

325

00:31:10,240 --> 00:31:14,080

Hij is ook een van ESO's Foto-ambassadeurs.

326

00:31:18,760 --> 00:31:23,880

In adembenemende afbeeldingen vat hij de eenzaamheid van de Atacama-woestijn,

327

00:31:23,880 --> 00:31:26,920

de high-tech perfectie van de gigantische telescopen,

328

00:31:26,960 --> 00:31:30,640

en de pracht van de nachtelijke hemel.

329

00:31:38,440 --> 00:31:42,280

Net als zijn mede-Foto-ambassadeurs van overal ter wereld,

330

00:31:42,320 --> 00:31:45,640

helpt Stephane de ESO-boodschap te verspreiden.

331

00:31:47,160 --> 00:31:51,240

Een boodschap van nieuwsgierigheid, verwondering en inspiratie,

332

00:31:51,240 --> 00:31:54,720

die wordt verkondigd door samenwerking en 'outreach'.

333

00:31:57,800 --> 00:32:01,360

Samenwerking staat aan de basis van ESO's succes.

334

00:32:01,560 --> 00:32:02,560

Vijftig jaar geleden,

335

00:32:02,720 --> 00:32:04,240

startte de Europese Zuidelijke Sterrenwacht

336

00:32:04,280 --> 00:32:07,160

met vijf lidstaten:

337

00:32:07,160 --> 00:32:11,240

België, Frankrijk, Duitsland, Nederland en Zweden.

338

00:32:11,640 --> 00:32:14,080

Weldra volgden andere Europese landen.

339

00:32:14,400 --> 00:32:20,560

Denemarken in 1967, Italië en Zwitserland in 1982, en Portugal in 2001.

340

00:32:20,560 --> 00:32:22,720

Het Verenigd Koninkrijk in 2002.

341

00:32:23,600 --> 00:32:28,080

Afgelopen decennium sloten ook Finland, Spanje, Tsjechië en Oostenrijk

342

00:32:28,080 --> 00:32:31,480

zich aan bij Europa's grootste astronomische organisatie.

343

00:32:32,480 --> 00:32:36,200

Recentelijk werd Brazilië ESO's 15de lidstaat,

344

00:32:36,240 --> 00:32:39,080

als eerste niet-Europese land.

345

00:32:39,480 --> 00:32:41,320

Wie weet wat de toekomst zal brengen?

346

00:32:42,280 --> 00:32:47,120

Samen maken de lidstaten de best mogelijke astronomische wetenschap mogelijk

347

00:32:47,160 --> 00:32:49,640

op 's werelds grootste observatoria.

348

00:32:55,040 --> 00:32:57,200

Het is ook goed voor hun economieën.

349

00:32:58,040 --> 00:33:02,640

ESO werkt nauw samen met de industrie, in zowel Europa als Chili.

350

00:33:13,440 --> 00:33:15,840

Er moeten toegangswegen worden aangelegd.

351

00:33:16,760 --> 00:33:18,640

Bergtoppen moeten worden geëgaliseerd.

352

00:33:20,160 --> 00:33:23,200

Het Italiaanse industriële consortium AES

353

00:33:23,240 --> 00:33:27,440

bouwde de hoofdconstructie van de vier VLT-telescopen.

354

00:33:27,999 --> 00:33:32,560

Elke telescoop weegt ongeveer 430 ton.

355

00:33:34,240 --> 00:33:40,080

Ze bouwden ook de gigantische ombouw van de telescopen, elk zo hoog als een gebouw van tien verdiepingen.

356

00:33:42,880 --> 00:33:47,999

Het Duitse glas-bedrijf Schott produceerde de gevoelige spiegels van de VLT

357

00:33:48,000 --> 00:33:52,240

--- ruim acht meter groot en slechts 20 cm dik.

358

00:33:53,400 --> 00:33:55,400

Bij REOSC in Frankrijk

359

00:33:55,400 --> 00:33:59,960

werden de spiegels gepolijst tot op een nauwkeurigheid van een miljoenste millimeter,

360

00:33:59,960 --> 00:34:03,160

voordat ze de lange tocht naar Paranal maakten.

361

00:34:08,200 --> 00:34:12,040

In de tussentijd ontwikkelden universiteiten en onderzoeksinstituten

362

00:34:12,080 --> 00:34:15,720

in heel Europa gevoelige camera's en spectrografen.

363

00:34:17,640 --> 00:34:20,400

De ESO-telescopen zijn gebouwd met geld van de belastingbetaler.

364

00:34:20,400 --> 00:34:21,800

Uw geld.

365

00:34:21,880 --> 00:34:24,880

En dus kunt u deel uitmaken van de opwinding.

366

00:34:24,920 --> 00:34:30,080

ESO's website is bijvoorbeeld een rijke bron van astronomische informatie,

367

00:34:30,120 --> 00:34:33,560

inclusief duizenden prachtige foto's en video's.

368

00:34:35,800 --> 00:34:39,600

ESO maakt ook tijdschriften, persberichten,

369

00:34:39,640 --> 00:34:44,240

en videodocumentaires zoals deze, waar u nu naar kijkt.

370

00:34:46,480 --> 00:34:48,080

En wereldwijd neemt

371

00:34:48,080 --> 00:34:53,880

de Europese Zuidelijke Sterrenwacht deel aan tentoonstellingen en wetenschapsfestivals.

372

00:34:58,960 --> 00:35:03,560

Ontelbare manieren om deel te nemen aan de ontdekking van de kosmos!

373

00:35:05,640 --> 00:35:08,960

Wist u dat de namen van de vier VLT-telescopen

374

00:35:08,960 --> 00:35:11,560

zijn bedacht door een Chileens meisje?

375

00:35:12,240 --> 00:35:14,880

De 17 jaar oude Jorssy Albanez Castilla

376

00:35:14,880 --> 00:35:19,840

suggereerde de namen Antu, Kueyen, Melipal en Yepun



377

00:35:19,880 --> 00:35:26,320

-- die Zon, Maan, Zuiderkruis en Venus betekenen in de Mapuche-taal.

378

00:35:27,200 --> 00:35:31,320

Kinderen en scholieren zoals Jorssy betrekken, is belangrijk.

379

00:35:32,880 --> 00:35:36,160

Het gaat hier dan ook over de educatieve activiteiten van ESO,

380

00:35:36,520 --> 00:35:39,800

zoals scholierenexcursies en lezingen op scholen.

381

00:35:41,960 --> 00:35:46,120

Toen de planeet Venus voor de zon langs ging in 2004,

382

00:35:46,160 --> 00:35:50,560

werd een speciaal programma ontwikkeld voor Europese studenten en docenten.

383

00:35:53,400 --> 00:35:58,000

En in 2009, tijdens het Internationale Jaar van de Sterrenkunde,

384

00:35:58,040 --> 00:36:02,880

bereikte ESO miljoen schoolkinderen en studenten wereldwijd.

385

00:36:02,880 --> 00:36:07,320

De kinderen van nu zijn immers de astronomen van morgen.

386

00:36:12,320 --> 00:36:16,960

Maar in termen van outreach, kan niets tegen het heelal zelf op.

387

00:36:24,320 --> 00:36:26,800

Sterrenkunde is een visuele wetenschap.

388

00:36:26,800 --> 00:36:33,080

Afbeeldingen van sterrenstelsels, sterrenhopen en stervormingsgebieden prikkelen onze fantasie.

389

00:36:37,800 --> 00:36:39,320

Als ze niet worden gebruikt voor wetenschap,

390

00:36:39,320 --> 00:36:44,080

worden de ESO-telescopen soms ingezet voor het Cosmic Gems Programme

391

00:36:44,080 --> 00:36:49,160

--- er worden dan foto's genomen voor educatieve en outreach-doeleinden.

392

00:36:57,000 --> 00:37:00,680

Een foto zegt immers meer dan duizend woorden.

393

00:37:03,880 --> 00:37:08,320

Het algemene publiek kan zelfs meedoen met het creëren van deze duizelingwekkende afbeeldingen,

394

00:37:08,320 --> 00:37:11,000

door mee te doen met de 'Hidden Treasures'-wedstrijden.

395

00:37:14,160 --> 00:37:20,560

De Russische sterrenkunde-liefhebber Igor Chekalin won de competitie in 2010.

396

00:37:22,080 --> 00:37:26,080

Zijn prachtige afbeeldingen zijn gebaseerd op echte wetenschappelijke data.

397

00:37:31,840 --> 00:37:34,840

Lidstaten, de industrie en universiteiten.

398

00:37:34,840 --> 00:37:37,640

Door op alle mogelijke niveaus samen te werken,

399

00:37:37,640 --> 00:37:42,640

is ESO een van de succesvolste astronomische organisaties ter wereld geworden.

400

00:37:43,040 --> 00:37:48,040

En door zijn betrokkenheid bij het publiek, bent u uitgenodigd om deel te nemen aan het avontuur.

401

00:37:48,080 --> 00:37:51,160

Ontdek het heelal zelf.

402

00:37:57,680 --> 00:38:04,480

Sterlicht op de korrel

403

00:38:09,920 --> 00:38:11,480

Al een halve eeuw

404

00:38:11,480 --> 00:38:16,880

presenteert de Europese Zuidelijke Sterrenwacht de pracht van het universum.

405

00:38:23,040 --> 00:38:25,440

Sterlicht regent op de aarde.

406

00:38:27,200 --> 00:38:30,400

Gigantische telescopen vangen de kosmische lichtdeeltjes,

407

00:38:30,440 --> 00:38:34,320

en voeden daarmee de state-of-the-art camera's en spectrografen.

408

00:38:37,160 --> 00:38:41,960

De tegenwoordige astronomische afbeeldingen zijn heel anders dan die uit de jaren '60.

409

00:38:43,400 --> 00:38:46,520

Toen ESO begon, in 1962,

410

00:38:46,520 --> 00:38:50,480

gebruikten astronomen grote fotografische platen.

411

00:38:51,480 --> 00:38:56,120

Niet erg gevoelig, niet precies en moeilijk te hanteren.

412

00:39:00,600 --> 00:39:04,280

Wat een verschil maken de huidige elektronische detectoren!

413

00:39:04,960 --> 00:39:07,880

Ze vangen vrijwel elk foton op.

414

00:39:08,400 --> 00:39:11,200

De afbeeldingen zijn direct beschikbaar.

415

00:39:11,240 --> 00:39:13,320

En, het allerbelangrijkste,

416

00:39:13,320 --> 00:39:17,320

ze kunnen worden verwerkt en geanalyseerd door computer-software.

417

00:39:17,920 --> 00:39:21,600

Astronomie is een digitale wetenschap geworden.

418

00:39:28,600 --> 00:39:31,120

ESO-telescopen gebruiken enkele van de grootste

419

00:39:31,160 --> 00:39:33,840

en meest gevoelige detectoren ter wereld.

420

00:39:33,840 --> 00:39:40,840

De VISTA-camera heeft er 16, met in totaal 67 miljoen pixels.

421

00:39:43,080 --> 00:39:48,160

Dit enorme instrument vangt infrarood licht van kosmische stofwolken,

422

00:39:48,200 --> 00:39:49,520

pasgeboren sterren

423

00:39:49,520 --> 00:39:52,600  
en verre melkwegstelsels.

424

00:39:59,880 --> 00:40:05,600  
Vloeibaar helium houdt de detectoren gekoeld op -269 graden.

425

00:40:05,600 --> 00:40:09,320  
VISTA inventariseert de zuidelijke sterrenhemel,

426

00:40:09,320 --> 00:40:13,040  
zoals een ontdekkingsreiziger een onbekend continent in kaart brengt.

427

00:40:15,640 --> 00:40:19,080  
De VLT Survey Telescope is een andere ontdekkingsmachine,

428

00:40:19,120 --> 00:40:22,040  
maar deze werkt op zichtbare golflengten.

429

00:40:27,960 --> 00:40:31,880  
Zijn camera, OmegaCAM, is nog groter.

430

00:40:32,520 --> 00:40:37,480  
32 CCD's werken samen om spectaculaire afbeeldingen te produceren

431

00:40:37,480 --> 00:40:42,480  
met een duizelingwekkend aantal van 268 miljoen pixels.

432

00:40:44,680 --> 00:40:47,999  
Het blikveld is een vierkante graad

433

00:40:48,000 --> 00:40:51,360  
--- vier keer zo groot als de volle maan.

434

00:40:53,520 --> 00:40:58,040  
OmegaCAM genereert iedere nacht 50 Gigabytes aan data.

435

00:40:59,400 --> 00:41:02,160  
Het zijn wel beeldschone Gigabytes.

436

00:41:05,800 --> 00:41:09,200  
Survey-telescopen als VISTA en VST

437

00:41:09,200 --> 00:41:12,920  
struinen de hemel ook af op zoek naar zeldzame en interessante objecten.

438

00:41:13,360 --> 00:41:17,240  
Astronomen gebruiken vervolgens de pure kracht van de VLT

439

00:41:17,240 --> 00:41:20,880

om deze objecten in verfijnd detail te bestuderen.

440

00:41:23,320 --> 00:41:25,760

Elke van de vier telescopen van de VLT

441

00:41:25,760 --> 00:41:28,200

heeft zijn eigen unieke verzameling instrumenten,

442

00:41:28,200 --> 00:41:31,200

elke met zijn eigen speciale kracht.

443

00:41:31,999 --> 00:41:39,200

Zonder deze instrumenten, zou ESO's grote oog op de hemel feitelijk blind zijn.

444

00:41:40,280 --> 00:41:46,920

Ze hebben fantasierijke namen als ISAAC, FLAMES, HAWK-I en SINFONI.

445

00:41:47,800 --> 00:41:52,400

Reusachtige high-tech-machines, elk ter grootte van een kleine auto.

446

00:41:54,200 --> 00:41:55,760

Hun doel:

447

00:41:55,760 --> 00:42:00,920

kosmische fotonen registreren en er zo veel mogelijk informatie uit halen.

448

00:42:03,240 --> 00:42:07,840

Al deze instrumenten zijn uniek, maar sommige zijn iets specialer dan andere.

449

00:42:08,120 --> 00:42:14,360

NACO bijvoorbeeld, en SINFONI, maken gebruik van de adaptieve optiek van de VLT.

450

00:42:17,920 --> 00:42:20,840

Lasers produceren nep-sterren

451

00:42:20,840 --> 00:42:24,600

die astronomen helpen te corrigeren voor atmosferische verstoringen.

452

00:42:30,760 --> 00:42:35,360

NACO's afbeeldingen zijn even scherp als opnames van buiten de atmosfeer.

453

00:42:38,080 --> 00:42:43,720

En dan zijn er ook nog MIDI en AMBER. Twee interferometrie-instrumenten.

454

00:42:45,160 --> 00:42:49,720

Hier worden lichtgolven van twee of meer telescopen samengebracht,

455

00:42:49,720 --> 00:42:53,120

alsof ze opgevangen zijn door een enkele, gigantische spiegel.

456

00:42:55,560 --> 00:42:56,920

Het resultaat:

457

00:42:57,320 --> 00:42:59,800

de scherpste blik die je je kunt voorstellen.

458

00:43:03,760 --> 00:43:06,720

Maar sterrenkunde draait niet alleen om foto's maken.

459

00:43:06,760 --> 00:43:08,480

Als je de details wilt ontdekken,

460

00:43:08,480 --> 00:43:12,400

moet je het sterlicht uiteenrafelen en de samenstelling ervan bestuderen.

461

00:43:15,360 --> 00:43:19,080

Spectroscopie is een van de krachtigste gereedschappen van de sterrenkunde.

462

00:43:24,800 --> 00:43:29,120

Geen wonder dat ESO prat gaat op enkele van 's werelds meest geavanceerde spectrografen,

463

00:43:29,160 --> 00:43:31,640

zoals de krachtige X-shooter.

464

00:43:32,240 --> 00:43:37,240

Afbeeldingen dragen meer schoonheid, maar spectra onthullen meer informatie.

465

00:43:41,560 --> 00:43:42,840

Compositie.

466

00:43:43,920 --> 00:43:45,160

Bewegingen.

467

00:43:46,080 --> 00:43:47,360

Leeftijden.

468

00:43:53,480 --> 00:43:58,000

De atmosferen van exoplaneten, die rond verre sterren draaien.

469

00:44:01,520 --> 00:44:05,680

Of pasgeboren sterrenstelsels aan de 'rand' van het zichtbare heelal.

470

00:44:09,480 --> 00:44:14,480

Zonder spectroscopie zouden we slechts onderzoekers zijn die naar een prachtig landschap staren.

471

00:44:14,920 --> 00:44:16,360

Met spectroscopie,

472

00:44:16,360 --> 00:44:21,360

leren we over de topografie, de geologie, de evolutie en de samenstelling.

473

00:44:31,160 --> 00:44:32,999

En er is nog iets.

474

00:44:36,999 --> 00:44:41,880

Ondanks zijn serene schoonheid is het heelal een gewelddadige plek.

475

00:44:43,920 --> 00:44:45,800

's Nachts knalt en ontploft er van alles,

476

00:44:45,800 --> 00:44:49,640

en astronomen willen alles registreren.

477

00:44:53,400 --> 00:44:58,680

Zware sterren eindigen hun leven in titanische supernova-explosies.

478

00:45:04,600 --> 00:45:07,480

Sommige kosmische ontploffingen zijn zo zwaar

479

00:45:07,520 --> 00:45:11,040

dat ze soms korte tijd hun sterrenstelsel overstralen,

480

00:45:11,040 --> 00:45:16,240

en de intergalactische ruimte vullen met onzichtbare gammastralen.

481

00:45:18,200 --> 00:45:24,120

Kleine robotische telescopen reageren automatisch op waarschuwingen van satellieten.

482

00:45:24,600 --> 00:45:30,800

Binnen luttele seconden draaien ze in de juiste richting om de nagloeiers van deze explosies te bestuderen.

483

00:45:32,120 --> 00:45:35,920

Andere robotische telescopen concentreren zich op minder dramatische gebeurtenissen,

484

00:45:35,920 --> 00:45:40,000

zoals verre planeten, die voor hun moederster langs bewegen.

485

00:45:42,800 --> 00:45:46,400

De komsos is constant in beweging.

486

00:45:46,440 --> 00:45:50,080

ESO probeert geen enkele hartslag te missen.

487

00:45:51,999 --> 00:45:55,999

Kosmologie is de wetenschap van het universum als geheel.

488

00:45:56,000 --> 00:46:00,440

Zijn structuur, evolutie en oorsprong.

489

00:46:04,360 --> 00:46:08,960

Hier is het opvangen van zo veel mogelijk licht essentieel.

490

00:46:09,320 --> 00:46:14,640

Deze sterrenstelsels staan zo ver weg, dat slechts een handvol fotonen de aarde bereiken.

491

00:46:17,080 --> 00:46:20,520

Maar deze fotonen bevatten boodschappen over ons kosmische verleden.

492

00:46:22,320 --> 00:46:24,760

Ze hebben miljarden jaren gereisd.

493

00:46:25,160 --> 00:46:28,840

Ze schilderen een beeld van de eerste dagen van ons heelal.

494

00:46:29,240 --> 00:46:34,160

Daarom zijn grote telescopen en gevoelige ontvangers zo belangrijk.

495

00:46:35,320 --> 00:46:37,440

In de afgelopen 50 jaar,

496

00:46:37,440 --> 00:46:41,920

hebben ESO-telescopen enkele van de verste sterrenstelsels en quasars ontdekt

497

00:46:41,920 --> 00:46:43,960

en waargenomen.

498

00:46:47,360 --> 00:46:51,320

Ze hebben zelfs bijgedragen aan het onthullen van de verdeling van donkere materie,

499

00:46:51,360 --> 00:46:53,920

die nog steeds een raadsel is.

500

00:47:00,560 --> 00:47:04,360

Wie weet wat de volgende 50 jaar zal brengen?

501

00:47:10,320 --> 00:47:15,000



## Speuren naar leven

502

00:47:17,520 --> 00:47:20,480

Ooit nagedacht over leven in het heelal?

503

00:47:20,480 --> 00:47:23,600

Bewoonde planeten die om verre sterren draaien?

504

00:47:23,600 --> 00:47:26,520

Astronomen doen dat --- al eeuwenlang.

505

00:47:26,520 --> 00:47:30,960

Want: met zo veel melkwegstelsels, met elk zo veel sterren,

506

00:47:30,960 --> 00:47:33,160

hoe kan de aarde dan uniek zijn?

507

00:47:34,520 --> 00:47:39,120

In 1995 ontdekten de Zwitserse astronomen Michel Mayor en Didier Queloz

508

00:47:39,120 --> 00:47:43,680

de eerste exoplaneet rond een normale ster.

509

00:47:44,000 --> 00:47:48,480

Sindsdien hebben planetenjagers vele honderden van deze werelden ontdekt.

510

00:47:48,480 --> 00:47:53,800

Groot en klein, heet en koud, en in verscheidene soorten omloopbanen.

511

00:47:54,600 --> 00:47:58,800

Nu staan we op het punt een tweelingbroertje van de aarde te ontdekken.

512

00:47:59,040 --> 00:48:04,840

En in de toekomst: een planeet met leven ---- de heilige graal van astrobiologen.

513

00:48:11,560 --> 00:48:15,080

De Europese Zuidelijke Sterrenwacht speelt een belangrijke rol

514

00:48:15,080 --> 00:48:17,320

in de zoektocht naar exoplaneten.

515

00:48:18,200 --> 00:48:22,560

Michel Mayors team vond er al honderden vanaf Cerro La Silla,

516

00:48:22,560 --> 00:48:25,880

ESO's eerste standplaats in Chili.

517

00:48:26,680 --> 00:48:28,880  
Hier is de CORALIE spectrograaf,

518  
00:48:28,880 --> 00:48:32,120  
een instrument op de Zwitserse Leonhard Euler Telescoop.

519  
00:48:33,840 --> 00:48:39,800  
Het meet piepkleine schommelingen van sterren, veroorzaakt door de zwaartekracht van eromheen draaiende planeten.

520  
00:48:40,000 --> 00:48:46,520  
ESO's eerbiedwaardige 3,6-meter telescoop jaagt ook op exoplaneten.

521  
00:48:47,760 --> 00:48:51,320  
De HARPS-spectrograaf is de meest nauwkeurige ter wereld.

522  
00:48:51,320 --> 00:48:55,560  
Tot nu toe heeft hij meer dan 150 planeten ontdekt.

523  
00:49:00,600 --> 00:49:02,360  
Zijn grootste trofee:

524  
00:49:02,360 --> 00:49:08,680  
een rijk systeem dat ten minste vijf en misschien zelfs zeven buitenaardse werelden telt.

525  
00:49:20,160 --> 00:49:22,560  
Maar er zijn meer manieren om exoplaneten te vinden.

526  
00:49:30,760 --> 00:49:37,360  
De Deense telescoop van 1,5-meter hielp een verre planeet ontdekken

527  
00:49:37,360 --> 00:49:40,360  
die slechts vijf keer zwaarder is dan de aarde.

528  
00:49:44,160 --> 00:49:48,160  
De truc? Zwaartekrachtlenzen.

529  
00:49:48,880 --> 00:49:54,160  
De planeet en zijn moederster passeren voor een heldere achtergrondster langs,

530  
00:49:54,160 --> 00:49:56,320  
die het beeld vergroot.

531  
00:49:58,120 --> 00:50:03,280  
En in een enkel geval, kun je zelfs een exoplaneet in beeld krijgen.

532  
00:50:06,720 --> 00:50:13,240  
In 2004 nam NACO, de adaptieve-optiekcamera op de Very Large Telescope,

533

00:50:13,240 --> 00:50:17,240

de eerste foto ooit van een exoplaneet.

534

00:50:17,240 --> 00:50:23,040

De rode stip op deze afbeelding is een reuzenplaneet die rond een bruine dwergster draait.

535

00:50:26,560 --> 00:50:31,640

In 2010 ging NACO nog een stap verder.

536

00:50:33,160 --> 00:50:37,320

Deze ster staat op 130 lichtjaar van de aarde.

537

00:50:37,320 --> 00:50:43,600

Hij is jonger en helderder dan de zon, en heeft vier planeten in wijde omloopbanen.

538

00:50:45,720 --> 00:50:50,960

NACO's arendsoog maakte het mogelijk om het licht van planeet c te meten.

539

00:50:50,960 --> 00:50:55,480

--- een gasreus die tien keer zo zwaar is als Jupiter.

540

00:50:56,840 --> 00:50:59,440

Ondanks de gloed van zijn moederster,

541

00:50:59,440 --> 00:51:03,440

kon een spectrum worden gemaakt van het zwakke licht van de planeet,

542

00:51:03,440 --> 00:51:06,400

dat details van zijn atmosfeer onthulde.

543

00:51:08,080 --> 00:51:14,680

Tegenwoordig worden veel exoplaneten ontdekt wanneer ze hun moederster passeren.

544

00:51:14,760 --> 00:51:18,040

Als we precies tegen de zijkant van de planeetbaan kijken,

545

00:51:18,040 --> 00:51:21,400

passeert de planeet bij elke omloop voor de ster langs.

546

00:51:21,400 --> 00:51:25,880

De kleine, regelmatige 'dipjes' in de helderheid van het sterlicht

547

00:51:25,880 --> 00:51:29,320

verraden de aanwezigheid van een ronddraaiende planeet.

548

00:51:31,760 --> 00:51:36,600

De TRAPPIST telescoop op La Silla helpt bij de zoektocht naar deze overgangen.

549

00:51:37,240 --> 00:51:38,560

En in de tussentijd

550

00:51:38,560 --> 00:51:45,120

heeft de Very Large Telescope een planeetovergang in groot detail bestudeerd.

551

00:51:45,920 --> 00:51:53,840

Hier is GJ1214b, een superaarde die 2,6 keer zo groot is als onze thuisplaneet.

552

00:51:55,920 --> 00:52:01,800

Tijdens een overgang absorbeert de atmosfeer van de planeet licht van zijn moederster.

553

00:52:06,080 --> 00:52:11,760

ESO's gevoelige FORS-spectrograaf toonde aan dat GJ1214b

554

00:52:11,760 --> 00:52:16,000

een hete en stomende sauna-wereld kan zijn.

555

00:52:18,600 --> 00:52:23,080

Gasreuzen en sauna-planetten zijn ongeschikt voor leven.

556

00:52:23,080 --> 00:52:25,840

Maar de jacht is nog niet gestaakt.

557

00:52:26,800 --> 00:52:31,640

Binnenkort wordt het nieuwe SPHERE-instrument geïnstalleerd op de VLT.

558

00:52:31,680 --> 00:52:37,080

SPHERE zal zwakke planeten kunnen onderscheiden in de gloed van hun moederster.

559

00:52:38,400 --> 00:52:44,120

In 2016 komt de ESPRESSO-spectrograaf aan bij de VLT

560

00:52:44,120 --> 00:52:48,120

om het huidige HARPS-instrument te overtreffen.

561

00:52:49,760 --> 00:52:53,840

En ESO's Extremely Large Telescope zal, zodra hij gereed is,

562

00:52:53,840 --> 00:52:57,800

wellicht bewijs vinden voor buitenaardse biosferen.

563

00:53:05,160 --> 00:53:08,080

Op aarde hebben we leven in overvloed.

564

00:53:09,720 --> 00:53:18,200  
Noord-Chili draagt bij met condors, vicuña's, vischacha's en gigantische cactussen.

565  
00:53:20,680 --> 00:53:25,320  
Zelfs de dorre Atacama-woestijngrond wemelt van de taaie microben.

566  
00:53:29,600 --> 00:53:33,960  
We hebben de bouwstenen van leven gevonden in de interstellaire ruimte.

567  
00:53:35,000 --> 00:53:37,800  
We hebben ontdekt dat er planeten in overvloed zijn.

568  
00:53:41,800 --> 00:53:46,840  
Miljarden jaren geleden brachten kometen water en organische moleculen naar de aarde.

569  
00:53:49,240 --> 00:53:52,960  
Zouden we niet kunnen aannemen dat hetzelfde ook elders gebeurt?

570  
00:53:58,440 --> 00:54:00,200  
Of zijn we alleen?

571  
00:54:01,800 --> 00:54:03,840  
Het is de grootste vraag ooit.

572  
00:54:05,160 --> 00:54:08,200  
En het antwoord ligt binnen handbereik.

573  
00:54:18,697 --> 00:54:24,816  
Groter en groter

574  
00:54:29,320 --> 00:54:32,240  
Astronomie is 'big science'.

575  
00:54:34,800 --> 00:54:36,817  
Het heelal is uitgestrekt,

576  
00:54:36,842 --> 00:54:41,000  
en de exploratie van de kosmos vergt reusachtige instrumenten.

577  
00:54:45,760 --> 00:54:50,519  
Dit is de 5-meter Hale spiegeltelescoop op Palomar Mountain.

578  
00:54:50,544 --> 00:54:55,470  
Toen de Europese Zuidelijke Sterrenwacht ontstond, 50 jaar geleden,

579  
00:54:55,495 --> 00:54:58,600  
was dit de grootste telescoop ter wereld.

580

00:55:00,175 --> 00:55:05,455

Eso's Very Large Telescope op Cerro Paranal is tegenwoordig 'state of the art'.

581

00:55:06,299 --> 00:55:09,212

Als het meest krachtige observatorium in de geschiedenis,

582

00:55:09,237 --> 00:55:13,080

heeft het het heelal waarin wij leven in volle glorie onthuld.

583

00:55:15,720 --> 00:55:20,089

Maar astronomen hebben hun zinnen gezet op nog grotere instrumenten.

584

00:55:20,114 --> 00:55:23,360

En ESO realiseert die dromen.

585

00:55:37,822 --> 00:55:40,142

San Pedro de Atacama.

586

00:55:41,424 --> 00:55:45,410

Verscholen tussen adembenemende uitzichten en wonderen van de natuur,

587

00:55:45,435 --> 00:55:49,484

is dit pittoreske stadje de thuisbasis van inheemse Atacameños

588

00:55:49,509 --> 00:55:52,040

en avontuurlijke rugzaktoeristen.

589

00:55:54,280 --> 00:55:58,080

En ESO-astronomen en -technici.

590

00:56:03,400 --> 00:56:07,696

Niet ver van San Pedro krijgt ESO's eerste 'droom-machine' vorm.

591

00:56:07,721 --> 00:56:13,080

Hij heet ALMA, de Atacama Large Millimeter/submillimeter Array.

592

00:56:14,160 --> 00:56:19,491

ALMA is een gezamenlijk project van Europa, Noord-Amerika en Oost-Azië.

593

00:56:19,889 --> 00:56:23,057

ALMA werkt als een gigantische zoom-lens.

594

00:56:23,082 --> 00:56:28,076

Dicht bij elkaar hebben de 66 ontvangers een grote kijkhoek.

595

00:56:28,101 --> 00:56:33,838

Maar verder uit elkaar, laten ze veel meer detail zien van een kleiner stuk van de hemel.

596

00:56:35,760 --> 00:56:40,643

Op submillimeter-golflengten ziet ALMA het universum in een ander licht.

597

00:56:40,668 --> 00:56:42,120

Maar wat gaat ALMA onthullen?

598

00:56:43,663 --> 00:56:49,160

De geboorte van de eerste sterrenstelsels in het heelal, in het kielzog van de oerknal.

599

00:56:51,880 --> 00:56:54,746

Koude en stoffige wolken van moleculair gas

600

00:56:54,771 --> 00:56:58,600

--- de stellaire kraamkamers waarin nieuwe zonnen en planeten worden geboren.

601

00:57:02,200 --> 00:57:04,760

En: de chemie van de kosmos.

602

00:57:08,560 --> 00:57:13,560

ALMA zal organische moleculen opsporen --- de bouwstenen van leven.

603

00:57:17,680 --> 00:57:21,480

De bouw van de ALMA-ontvangers is in volle gang.

604

00:57:22,440 --> 00:57:26,095

Twee gigantische transportvoertuigen, Otto en Lore genaamd,

605

00:57:26,120 --> 00:57:30,101

brenghen de antennes omhoog, naar het Chajnantor-plateau.

606

00:57:36,200 --> 00:57:38,286

Op 5000 meter boven zeeniveau

607

00:57:38,311 --> 00:57:42,399

geven de ontvangers een ongekende blik op het microgolf-universum.

608

00:57:49,662 --> 00:57:51,688

Terwijl ALMA bijna gereed is,

609

00:57:51,713 --> 00:57:55,961

is ESO's volgende 'droom-machine' nog een paar jaar weg.

610

00:57:55,986 --> 00:57:57,868

Ziet u die berg?

611

00:57:57,893 --> 00:58:00,160

Dat is Cerro Armazones.

612

00:58:02,320 --> 00:58:04,048

Niet ver van Paranal

613

00:58:04,073 --> 00:58:09,286

wordt dit de thuisbasis van de grootste telescoop in de geschiedenis van de mensheid.

614

00:58:09,659 --> 00:58:14,080

De European Extremely Large Telescope.

615

00:58:14,520 --> 00:58:17,240

's Werelds grootste oog op het heelal.

616

00:58:22,000 --> 00:58:25,500

Met een spiegel van bijna 40 meter middellijn,

617

00:58:25,525 --> 00:58:30,465

wordt de E-ELT groter dan elke telescoop voordien.

618

00:58:32,838 --> 00:58:36,198

Bijna 800 computer-gestuurde spiegel-segmenten.

619

00:58:37,917 --> 00:58:41,930

Complexe optiek om de scherpst mogelijke afbeeldingen te maken.

620

00:58:44,510 --> 00:58:47,317

Een koepel zo groot als een kerktoeren.

621

00:58:52,520 --> 00:58:56,844

De E-ELT is een oefening in superlatieven.

622

00:59:00,167 --> 00:59:04,647

Maar het echte wonder is natuurlijk het universum om ons heen.

623

00:59:10,120 --> 00:59:14,415

De E-ELT zal planeten rond andere sterren vinden.

624

00:59:18,160 --> 00:59:22,384

Zijn spectrografen zullen de atmosferen van deze buitenaardse werelden besnuffelen,

625

00:59:22,409 --> 00:59:24,520

en zoeken naar biosignalen.

626

00:59:28,320 --> 00:59:33,969

Verder weg zal de E-ELT individuele sterren bestuderen in andere sterrenstelsels.

627



00:59:33,994 --> 00:59:38,480

Zoals het voor de eerste keer ontmoeten van inwoners van naburige steden.

628

00:59:39,706 --> 00:59:42,181

Als een kosmische tijdmachine

629

00:59:42,206 --> 00:59:45,845

zal de gigantische telescoop ons miljarden jaren laten terugkijken,

630

00:59:45,870 --> 00:59:47,800

om te leren hoe alles begon.

631

00:59:51,680 --> 00:59:55,461

En misschien lost de E-ELT het raadsel van het versneld uitdijende heelal op

632

00:59:55,486 --> 00:59:59,955

--- het mysterieuze feit dat sterrenstelsels van elkaar af bewegen,

633

00:59:59,980 --> 01:00:02,040

steeds sneller.

634

01:00:13,960 --> 01:00:18,320

Astronomie is 'big science', en een wetenschap van grote mysteries.

635

01:00:18,628 --> 01:00:20,195

Is er leven buiten de aarde?

636

01:00:20,354 --> 01:00:22,160

Wat is de herkomst van het universum?

637

01:00:23,358 --> 01:00:28,345

ESO's nieuwe monstertelescoop zal ons helpen bij onze speurtocht om het heelal te begrijpen.

638

01:00:28,370 --> 01:00:31,994

We zijn er nog niet, maar het duurt niet lang meer.

639

01:00:32,400 --> 01:00:33,720

Dus, wat komt hierna?

640

01:00:33,720 --> 01:00:35,550

Dat weet niemand.

641

01:00:35,575 --> 01:00:38,360

Maar ESO is klaar voor het avontuur.