



New Horizons bezoekt Pluto

Marco van der List

Met de New Horizons missie naar Pluto – het eerste Kuiper Belt Object (KBO) dat van nabij onderzocht werd – wordt de initiële verkenning van ons zonnestelsel afgerond. Voorlopig voor de laatste keer heeft de mensheid mogen ervaren hoe het is om voor het eerst een geheel nieuwe wereld, of in het geval van het Pluto-systeem zelfs vijf werelden, te mogen aanschouwen. Even leek het gedurende de zomer van 2015 of de gloriejaren zeventig en tachtig weer waren teruggekeerd toen de Voyagers Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus passeerden. Binnen enkele weken kwamen de nieuwe werelden elke dag beter in beeld. Zo ook tijdens de passage van New Horizons, een aspect wat planetair onderzoek zo interessant maakt; het gevoel elke dag iets nieuws te ontdekken, een gevoel dat appelleert aan de ontdekkingsreiziger die in elke mens verscholen zit.

Het verhaal van Pluto begint eigenlijk al een lange tijd voor haar ontdekking. Rond 1900 werden verschillende pogingen ondernomen om een planeet buiten de baan van Neptunus op te sporen. In 1906 begon Percival Lowell – bekend van zijn eerdere waarnemingen van mogelijke kanalen op de planeet Mars en in 1896 de oprichter van de naar hem vernoemde sterrenwacht Lowell Observatory nabij Flagstaff in Arizona – met zijn zoektocht naar de onbekende negende planeet. Toen Lowell in 1916 overleed had hij die planeet echter nog niet gevonden en omdat de sterrenwacht betrokken was bij een complex gerechtelijk proces rond de verdeling van Lowell's erfenis, werd de zoektocht pas in 1929 hervat.

Dat jaar was een jonge veelbelovende waarnemer aangenomen, de 23-jarige autodidact Clyde Tombaugh (1906 - 1997). Zijn astronomische waarnemingen hadden veel indruk gemaakt op de toenmalige directeur van het Lowell Observatory die hem direct een positie aanbood.

Tombaugh begon met het systematisch



De 13 inch telescoop van Lowell Observatory waarmee Pluto is ontdekt. Het instrument bestaat uit drie achter elkaar geplaatste lenzen die een beeld projecteren op een fotografische glasplaat van 35 bij 42,5 cm. [Lowell Observatory]

afspeuren van de hemel. Hiervoor werden op twee verschillende tijdstippen, die meestal enkele dagen uiteen lagen, foto's gemaakt van hetzelfde stuk hemel. De ontwikkelde glasplaten werden vervolgens visueel met elkaar vergeleken in een zogenaamde blink-comparator, een zeer tijdrovend werk. Alle objecten die bewogen tussen twee afzonderlijke platen van hetzelfde stuk hemel wezen op objecten in ons zonnestelsel en zouden dus mogelijk ook de onbekende planeet omvatten. Op 23 en 29 januari 1930 had Tombaugh een stuk hemel gefotografeerd in het sterrenbeeld Tweelingen. Toen hij de platen op 18 februari vergeleek in de blink-comparator, viel een object op dat bewoog tussen de twee opnames. Nu gebeurde dat natuurlijk vaker – door deze intense waarnemingscampagne zou Tombaugh immers nog eens 15 planetoiden, 1 komeet, diverse variabele sterren, sterrenhopen, en sterrenstelsels ontdekken – maar uit de geringe eigenbeweging viel op te maken dat dit object zich buiten de baan van Neptunus moest bevinden, oftewel de negende planeet was gevonden!

Pluto: laatste der planeten?

Na de ontdekking van Pluto was er maar zeer weinig bekend over het nieuwe hemellichaam; uit de eigenbeweging aan de hemel kon enkel afgeleid worden dat de planeet ongeveer zes miljard kilometer van de Zon verwijderd was op het moment van ontdekking. Uit het combineren van diverse waarnemingen kon de baan van Pluto bepaald worden als een sterk elliptische baan tussen 4,4 en 7,3 miljard kilometer van de Zon met een omlooptijd van 248 jaar. Hiermee kwam Pluto zelfs binnen de baan van Neptunus. De eerstvolgende keer dat dit zou gebeuren zou tussen 1979 en 1999 zijn. Doordat Pluto een relatief grote inclinatie vertoont – het baanvlak is 17 graden gekanteld ten opzichte van de ecliptica waarin de andere planeten ronddraaien – is een botsing met Neptunus echter uitgesloten.

Opmerkelijk detail is dat Pluto naderhand ook teruggevonden is op twee door het Lowell Observatory genomen foto's uit 1915, dus een jaar voordat de oprichter Percival Lowell stierf.

Over de grootte van Pluto kon lange tijd niets gezegd worden; het object bleef een onoplosbaar puntje in zelfs de beste telescopen en liet geen schijfje zien zoals de andere planeten. Met een aanname van het albedo van het oppervlak kon wel een bovenste limiet aan de doorsnede bepaald worden. Kort na de ontdekking dacht men dat Pluto met 12.000 kilometer ongeveer zo groot als de Aarde zou zijn. Toen in de decennia erna steeds betere telescopen beschikbaar kwamen en Pluto nog steeds geen schijfje vertoonde, moest de doorsnede verschillende malen naar beneden worden bijgesteld; in de jaren zestig tot 6000 kilometer en eind jaren zeventig zelfs naar 3000 kilometer. Astronomen graptten dat als dit zo doorging, Pluto in de jaren tachtig verdwenen zou zijn!

In 1978 werd er een maan ontdekt als een uitstulping van het sterachtige beeld van Pluto. Deze maan Charon – genoemd naar de veerman in de Griekse mythologie die de zielen van gestorvenen over de dodenrivier overzette – draait eens in de 6,4 dagen rond Pluto. Hiermee kon ook eindelijk de massa van Pluto zelf bepaald worden, en dat bleek slechts 0,2% van dat van de Aarde. Ook werd vastgesteld dat het hele Pluto-Charon systeem gekanteld was. De rotatie-as van Pluto maakt een hoek van 120° met haar baanvlak, wat

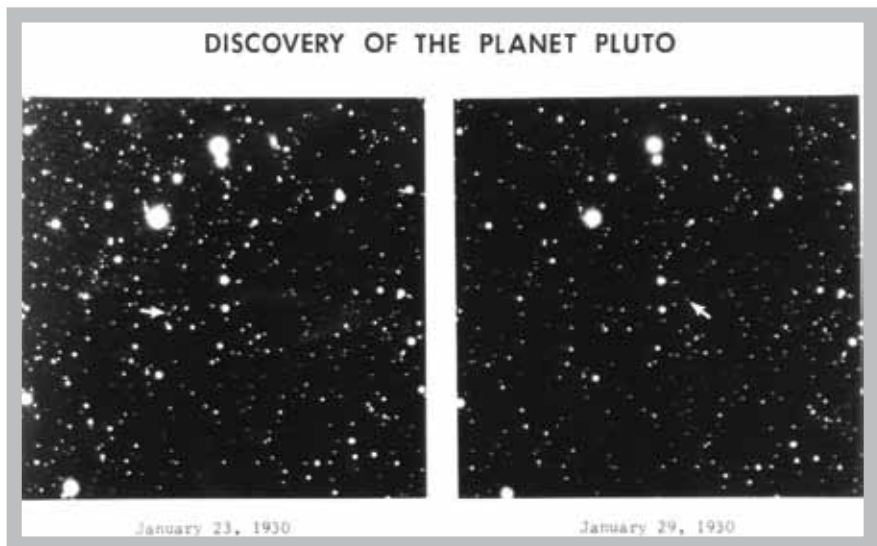
Wat is een planeet?

Met het nodige tumult in de media raakte Pluto in 2006 zijn status als planeet kwijt toen de International Astronomical Union (IAU) de definitie van dit type hemellichaam aanpaste. Een planeet moest voldoen aan drie criteria, namelijk:

- 1) Een hemellichaam dat zich bevindt in een baan rond de Zon;
- 2) genoeg massa heeft om met zijn eigen zwaartekracht de interne krachten van zijn eigen lichaam te overwinnen zodat daarmee een hydrostatisch evenwicht bewerkstelligd wordt (met andere woorden, het gedraagt zich als een vloeistof en is daardoor nagenoeg rond);
- 3) de omgeving van haar baan heeft schoongeveegd van andere objecten.

Hoewel Pluto voldoet aan de twee eerste criteria, deelt zij haar baan met andere Kuiper Belt Objects. Objecten die alleen aan de eerste twee criteria voldoen worden volgens de IAU definitie dwergplaneten genoemd. In ons zonnestelsel zijn er in totaal nu vijf van deze dwergplaneten bekend; Ceres in de planetoïdegordel en vier KBO's, namelijk Pluto, Eris, Haumea en Makemake. Objecten die alleen aan het eerste IAU criterium voldoen worden planetoïden genoemd.

De auteur heeft in dit artikel geprobeerd Pluto die aanduiding te geven zoals dit in de tijd waarop de beschrijving betrekking heeft gangbaar was. Dus planeet in de decennia na de ontdekking en vanaf de jaren negentig KBO of dwergplaneet.



De twee ontdekkingsfoto's waarop voor het eerst Pluto werd geïdentificeerd. Het object bij het pijltje heeft zich verplaatst gedurende de zes dagen tussen beide opnamen. [Lowell Observatory]

extreme seizoenen tot gevolg heeft met poolgebieden die tientallen jaren in duisternis gehuld zijn.

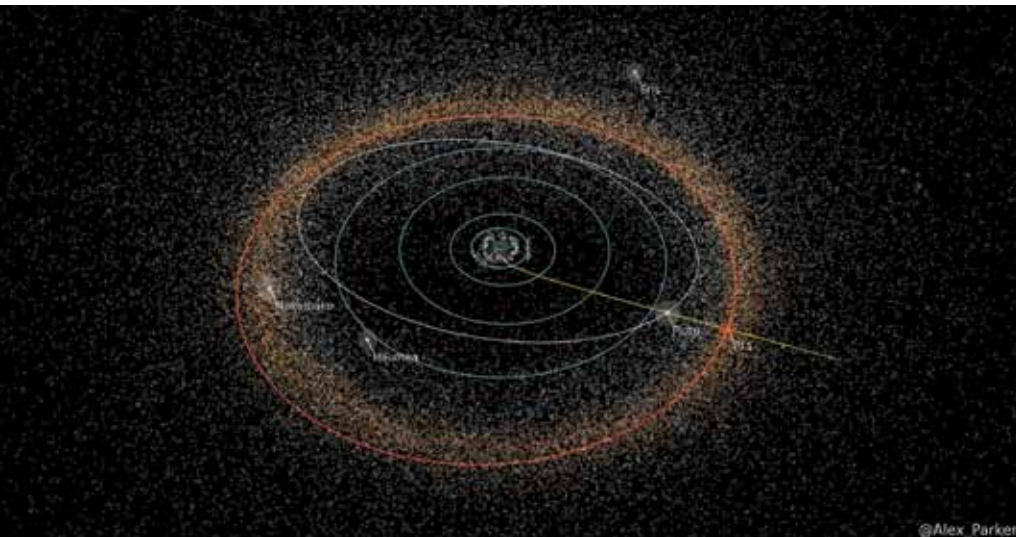
Charon staat op gemiddeld 19.570 km van Pluto. Opmerkelijk is dat de maan relatief groot is, waardoor het gemeenschappelijk zwaartepunt waarom Pluto en Charon draaien op 960 km boven het oppervlak van Pluto ligt – dit in tegenstelling tot het Aarde-Maan systeem waar het zwaartepunt nog 1700 km onder het aardoppervlak ligt.

Spectroscopisch onderzoek liet verder zien dat het oppervlak van Pluto uit met name stikstof- en methaanijs bestaat. Dit

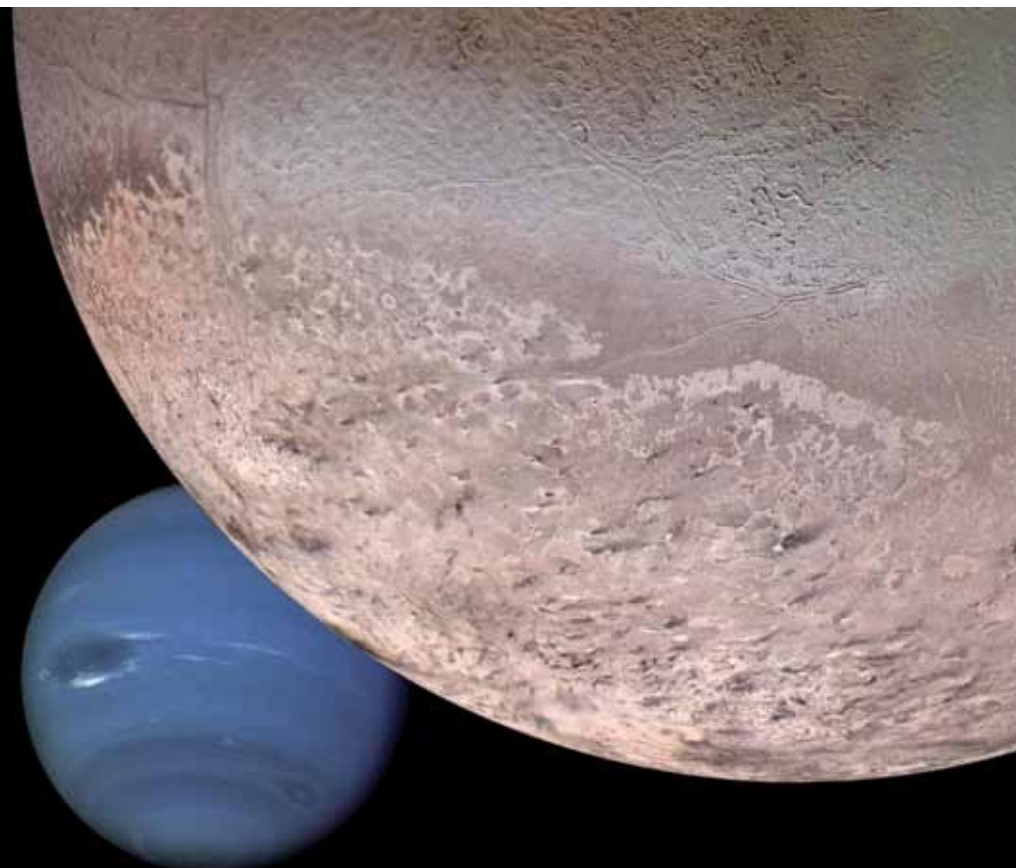
ijis zou gedurende de decennia rondom perihelium (1999) kunnen sublimeren en een dunne atmosfeer vormen. Als Pluto zich daarna weer verder van de Zon verwijderde was de verwachting dat deze atmosfeer weer zou bevriezen en neerslaan op het oppervlak.

Pluto: koning onder de KBO's?

Al in de jaren vijftig had de, van Nederlandse origine, astronoom Gerard Kuiper al de stelling gepostuleerd dat Pluto niet de negende planeet was, maar wellicht het eerst ontdekte exemplaar van een nieuwe categorie objecten buiten



De posities van de begin 2015 bekende KBO's weergegeven ten opzichte van de planeetbanen (blauw), de baan van Pluto (rood) en het traject dat New Horizons (geel) aflegt. [NASA/JPL/APL/SwRI]



Compositie van Voyager-2 foto's van de blauwe gasreus Neptunus en haar grootste maan Triton (voorgond). [NASA/JPL]

de omloopbaan van Neptunus. Kuiper onderbouwde zijn stelling dat deze objecten, later naar hem Kuiper Belt Objects (KBO's) genoemd, net als de planetoïden-gordel een overblijfsel zijn van de vorming van ons zonnestelsel en tevens een bron voor de kortperiodieke kometen met een omlooptijd van maximaal 200 jaar. Om

het bestaan te verklaren van de lang-periodieke kometen, met omlooptijden van 2000 jaar en langer, werd dit model uitgebreid met de Oortwolk die zich uitstrekt tussen ongeveer 5000AE (1 astronomische eenheid = 149,6 miljoen km) en tot een lichtjaar van de Zon. Waar de planetoïden-gordel tussen Mars en Jupiter

voornamelijk uit rotsachtige objecten is opgebouwd, hebben de hemellichamen in de Kuiper-gordel en Oortwolk hogere concentraties ijssoorten, zoals stikstof-, methaan-, kooloxide- en waterijs. Door de lage temperaturen van rond de -240 graden Celsius was de verwachting dat deze objecten geologisch inactief zouden zijn. In augustus 1992 werd voor het eerst de ontdekking van een mogelijke KBO aangekondigd. 1992 QB1 was een object op een afstand van 44 AE van de Zon. Zes maanden later werd een tweede object op een soortgelijke afstand ontdekt. Daarna ging het hard, mede dankzij ge-structureerde waarnemingscampagnes. Begin 2015 waren maar liefst 1370 KBO's ontdekt. Typische doorsnede van deze objecten zijn tientallen tot honderden kilometers – kleinere objecten zijn eenvoudigweg te klein om vanaf de Aarde te kunnen worden waargenomen. Pluto dreigde zelfs haar plaats als grootste onder de KBO's kwijt te raken toen in 2005 Eris werd ontdekt, die maar slechts een fractie kleiner is dan Pluto.

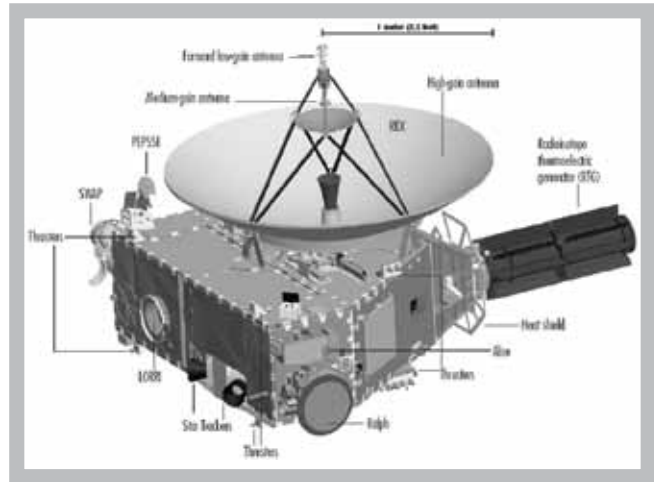
Voyager: een gemiste kans?

In 1977 lanceerde de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA de twee Voyager sondes voor hun interplanetaire reis langs de vier gasreuzen van ons zonnestelsel – een mogelijkheid die zich slechts eens in de 175 jaar voordoet. De Voyagers vlogen met succes langs Jupiter en Saturnus, waarna de Voyager-2 ook nog de planeten Uranus en Neptunus bezocht alvorens het zonnestelsel te verlaten. De positie van de buitenste planeten in 1977 was uniek omdat een missie naar Pluto ook theoretisch tot de mogelijkheden behoorde. Daarvoor had de Voyager-1 na de Saturnuspassage direct kunnen doorvliegen naar Pluto, maar dit zou ten koste zijn gegaan van de passage van de maan Titan. Men gaf de voorkeur aan Titan, de enige bekende maan met een atmosfeer, en niet het risico te lopen met een acht jaar durende reis naar Pluto.

In de loop der jaren werden andere voorstellen gedaan voor eventuele missies naar Pluto. Een en ander werd ingegeven doordat in de jaren tachtig en negentig wat meer bekend werd over Pluto en Charon en deze werelden toch niet zo inactief leken als op voorhand verondersteld. Een van de doorslaggevende argumenten kwam toen de Voyager-2 in augustus 1989 Neptunus passeerde en actief ijsvul-



De ontmoeting die nooit was: artistieke impressie van de Voyager-1 passage van Pluto en haar grootste maan Charon. [The Planetary Society/Maciej Rebisz]



Layout van de New Horizons sonde met de locatie van de belangrijkste instrumenten. [APL]

kanisme ontdekte op haar grootste maan Triton.

In 1990 publiceerde de Planetary Society in de VS een studie voor een fly-by missie naar Pluto, gebaseerd op een vereenvoudigde versie van de Voyager sonde met slechts vier instrumenten aan boord. Dit concept, met een massa van 350 kg, kwam bekend te staan als Pluto 350 en zou in 2003 gelanceerd moeten worden om Pluto veertien jaar later te passeren. Een jaar later onderzocht NASA de mogelijkheden om haar nieuwe Mariner Mk. II platform toe te passen op een Pluto missie. Dit twee ton zware platform zou de standaard gaan vormen voor de planetaire missies in de komende decennia. De Mariner Mk. II had de mogelijkheid een extra subsonde mee te nemen die voor de passage van Pluto zou worden losgekoppeld. Vervolgens zou de subsonde drie dagen na de passage van de hoofdsonde langs Pluto vliegen. Zodoende kon dan ook de andere helft gefotografeerd worden die dan een halve rotatie van Pluto later in beeld was gedraaid. De hele missie zou met een Titan-4 raket gelanceerd moeten worden en het totale prijskaartje zou in hedendaagse valuta 3,2 miljard dollar hebben bedragen. Geen verrassing dus dat het plan in de prullenbak verdween en de Mariner Mk. II, hoewel extreem succesvol, zou slechts eenmaal vliegen als de Cassini-Huygens missie naar Saturnus.

Plannen voor de New Horizons missie

In 1995 begon NASA weer serieus plannen te maken voor een Pluto-missie, Pluto Fast Flyby genaamd. Toen later de

mogelijkheid werd opgehouden om na Pluto ook een of meerdere andere KBO's te onderzoeken werd de naam veranderd in Pluto Kuiper Express. Deze missie had in 2004 gelanceerd moeten worden met een Delta-2 raket of de Space Shuttle en zou eind 2012 de verre dwergplaneet passeren. Gedurende korte tijd werd serieus overlegd voor een Russische bijdrage in de vorm van impactors die voordat zij op Pluto zouden inslaan in-situ metingen aan de dunne atmosfeer zouden verrichten. Helaas werd ook dit programma in 2000 geannuleerd toen voorzien werd dat de totale kosten zouden oplopen tot meer dan een miljard dollar.

Toch was er nog steeds interesse voor een Pluto-missie en in 2001 accepteerde NASA weer voorstellen van instituten en industrie, mits een en ander zou passen in het budget van 700 miljoen dollar. Een van de voorstellen, genaamd New Horizons, werd ingediend door een team van het Southwest Research Institute in San Antonio (Texas) en het Applied Physics Laboratory van de Johns Hopkins University in Laurel (Maryland). Na een voorstudie in 2002 werd de New Horizons missie in 2003 volledig gefinancierd. Dat was ook op bijna het laatste mogelijke tijdstip want om Pluto binnen een redelijke reistijd (minder dan 10 jaar) te bereiken, moest New Horizons begin 2006 gelanceerd worden om een jaar later gebruik te kunnen maken van een zwaartekrachtsslinger van Jupiter – een manoeuvre die de reistijd met drie tot vier jaar verkortte.

Het ontwerp van New Horizons

De New Horizons sonde is ontworpen en

geïntegreerd door het Applied Physics Laboratory (APL), terwijl de zeven wetenschappelijke instrumenten zijn gebouwd onder de verantwoordelijkheid van het Southwest Research Institute (SwRI). Bij de lancering woog de sonde, inclusief de stuwstof, slechts 478 kg.

De hoofdstructuur – met de afmetingen van een flinke kamerpiano – is specifiek ontworpen om de systemen en instrumenten rond kamertemperatuur te houden door de warmte-uitstraling tot een minimum te beperken. De sonde is daarvoor bijna geheel bedekt met lichtgewicht, goudkleurige meerlagige isolatiedekens. De warmte gegenereerd door de elektronica aan boord kunnen samen met de restwarmte van de nucleaire batterij het toestel op +10 tot +30 °C houden, zelfs op zeer grote afstanden van de Zon. Het computerbrein van New Horizons bestaat uit stralingsbestendige Mongoose V processoren met een klok-snelheid van 12 MHz. De software verzorgt de benodigde commando's naar de verschillende systemen en kan vanaf de Aarde worden aangepast. De software is, zoals voor veel ruimtemissies, specifiek ontworpen om in het geval van een probleem over te schakelen op een reserve-processor en in een zogenaamde "safe mode" contact te leggen met de vluchtleiding op Aarde. Tijdens de passage van Pluto zelf werkt de computer in een "encounter mode" waarbij de meeste problemen genegeerd worden om de tijdskritische observaties niet te verstoren. Voor het opslaan van de data beschikt New Horizons over twee solid-state recorders met elk een capaciteit van 8 GB.



Technici installeren de zonnwinddetector Swap tijdens de integratie van New Horizons. [APL]



De New Horizons sonde tijdens de laatste voorbereiding voor de lancering. De zwarte cilinder met koelvinnen is een inerte versie van de nucleaire RTG batterij. Vanwege het stralingsgevaar wordt de echte RTG pas op het lanceerplatform gemonteerd. [NASA/KSC]

De verzamelde data wordt naar de Aarde verstuurd door middel van een high-gain radioantenne met een doorsnede van 2,1 meter. Boven op de high-gain antenne is de 30 centimeter schotel van de medium-gain antenne geplaatst. De high-gain antenne produceert een straal die slechts 0,3 graden breed is en dus direct naar de Aarde gericht moet zijn. Daarentegen is de medium-gain straal 14 graden breed, waarmee dus een grotere foutenmarge in de oriëntatie van de sonde toelaatbaar is. De signalen van New Horizons worden op Aarde opgevangen door een van de 70 meter schotels van NASA's Deep Space Network. Op de afstand van Pluto bedraagt de transmissiesnelheid rond de 2000 bits per seconde, waardoor het verzenden van alle verzamelde gegevens van de Pluto-passage 16 maanden in beslag zal nemen.

In tegenstelling tot de Voyagers beschikt New Horizons niet over een beweegbaar camera-platform. Hoewel hiermee de betrouwbaarheid is verhoogd – Voyager-2 ondervond problemen met een van de motoren van het cameraplatform, wat de passages van Uranus en Neptunus bemoeilijkte – heeft het wel tot gevolg dat de hele sonde gedraaid moet worden om de instrumenten op het gewenste doel te kunnen richten. Op die momenten wijst de antenne niet meer naar de Aarde zodat er dan geen informatie naar de Aarde verstuurd kan worden.

New Horizons kan zijn oriëntatie in de ruimte bepalen door middel van een tweetal sterzoekers, een inertiael geleidingssysteem bestaande uit gyroscopen en versnellingsmeters en digitale zonne-

sensoren – de Zon is immers ter hoogte van Pluto nog steeds magnitude -19 dus nog steeds veruit het helderste object aan de hemel. Tijdens de jarenlange cruise-fase bevindt New Horizons zich in een spingestabiliseerde modus, waarbij de sonde langzaam om haar lengte-as draait met de antenne in de richting van de Aarde. Hierdoor zijn er geen richtingsstabiliserende actuatoren zoals reactiewielen nodig. Voor de passage van een hemellichaam wordt de sonde in een 3-assige modus gebracht, waarbij de stand wordt gecontroleerd door middel van een voortstuwingssysteem bestaande uit 16 stuuraketjes. 12 stuuraketjes hebben een stuwkracht van 0,8 Newton elk en worden gebruikt om de rotatiebewegingen rond het zwaartepunt van de sonde uit te voeren. De resterende vier, elke met een stuwkracht van 4,4 Newton, worden gebruikt voor het corrigeren van de koers. Alle raketjes gebruiken hydrazine als stuwstof dat in de motor chemisch ontleedt als deze door een katalysatorbed geleid wordt. De hydrazine wordt onder druk van een heliumsysteem naar de motoren geperst; er was bij de lancering 70 kg aan boord is opgeslagen in een tank in het zwaartepunt van de sonde.

New Horizons vliegt zo ver weg van de Zon, dat het gebruik van zonnepanelen voor de elektriciteitsopwekking niet meer mogelijk is. In plaats daarvan wordt een zogenaamde radio-isotoop thermo-elektrische generator (RTG) toegepast – een type dat al eerder in de Pioneer en de Voyager missies gebruikt is. In deze nucleaire batterij wordt warmte geproduceerd door het natuurlijk radioactief verval van

11 kilogram plutonium-238-dioxide. Thermokoppels, met een zijde verbonden met een heat-sink, in dit geval uitstralend naar de ruimte, produceren een elektrisch spanningsverschil waarmee New Horizons van energie wordt voorzien. Het vermogen van de RTG bedroeg bij lancering 245 Watt en neemt elk jaar met ongeveer 3 tot 4 Watt af.

De instrumenten

Van de zeven instrumenten zullen de twee camera's Ralph en Lorri het meest tot de verbeelding van het publiek spreken. Ralph bestaat uit een 6-centimeter telescoop met drie zwart-wit- en vier kleurensensoren en een infraroodspectrometer. Ten tijde van de dichtste nadering zal Ralph details op Pluto kunnen onderscheiden met een resolutie van 250 meter. De infrarooddetector kan gebruikt worden om de chemische samenstelling van het oppervlak vast te leggen alsmede de temperatuur. De andere camera, Lorri, is een Cassegrain telescoop van het type Ritchey-Chrétien met een doorsnede van 20,8cm en een monochroom 1,0 megapixel CCD. Door haar kleinere beeldveld aan de hemel wordt Lorri gebruikt voor de lange-afstand observaties van Pluto en tijdens de passage zelf om specifieke gebieden op Pluto met een oppervlakteresolutie tot 70 meter in detail vast te leggen. Alice is een gevoelige ultraviolet spectrometer die de dunne atmosfeer van Pluto zal bestuderen. Het instrument kan hiervoor in twee verschillende modi gebruikt worden; een "airglow mode" voor de passage waarin het instrument direct naar de atmosfeer gericht wordt, en een

“occultation mode” waarbij na de passage het instrument door de atmosfeer naar de Zon kijkt om de absorptie door de atmosfeer te bepalen.

PEPSSI is een deeltjes-spectrometer en zal specifiek zoeken naar neutraal geladen deeltjes afkomstig van het oppervlak van Pluto die onder de invloed van de zonnwind geïoniseerd zijn geraakt. Hiermee kan de samenstelling en de vluchtigheid (oftewel de snelheid waarmee de atmosfeer de ruimte in verdampst) worden bepaald.

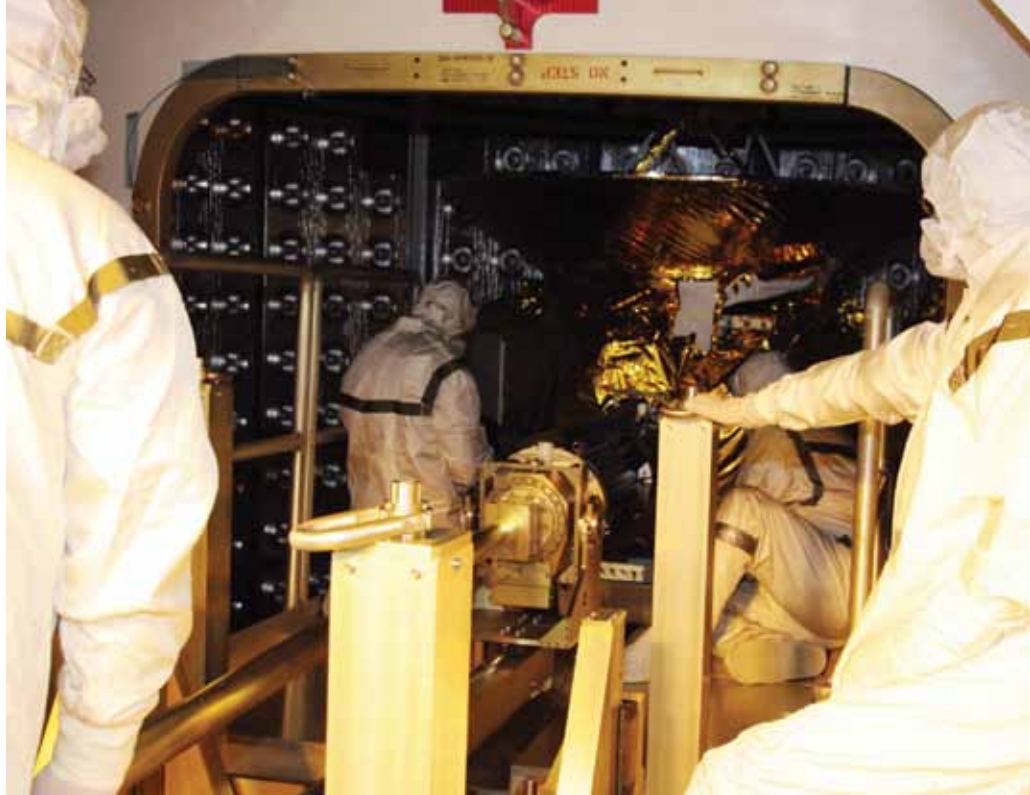
Met het SWAP instrument zal voor het eerst de zonnwind gemeten worden ter hoogte van Pluto alsook de locatie waar de atmosfeer van Pluto de heersende zonnewinden blokkeert.

REX is een experiment waarbij de grote communicatieantenne gebruikt wordt voor een bedekkingsexperiment. Als New Horizons na de passage vanaf de Aarde gezien achter Pluto en Charon langsvliegt, zal REX vaststellen hoe de intensiteit van een radiosignaal uitgezonden vanaf de Aarde verandert als deze door de atmosfeer gedempt wordt. Dit is voor de eerste maal dat in een planetaire occultatie-experiment een signaal van de Aarde wordt gebruikt; tot op heden werd altijd op Aarde gemeten hoe het radiosignaal van de sonde veranderde, maar daarvoor is door de grote afstand het signaal van New Horizons te zwak.

De Student Dust Counter (SDC) is gebouwd door studenten aan de University of Colorado en is het eerste experiment op een planetaire missie van NASA ontworpen en gebouwd door studenten. Het instrument bestaat uit een detectorplaat van 45 bij 30 cm die aan de buitenkant van New Horizons is bevestigd en waarmee de aantallen, massa en snelheden van inslagen van stofdeeltjes kan worden vastgelegd.

De Odyssee begint

Het lanceervenster voor New Horizons ging open op 11 januari 2006 en zou tot 14 februari van dat jaar duren. Als New Horizons voor 3 februari gelanceerd zou kunnen worden dan zou de sonde gebruik kunnen maken van een zwaartekrachtsslinger van Jupiter. Na 3 februari zou New Horizons direct naar Pluto vliegen maar daar dan later arriveren – zelfs tot in juli 2020 als de lancering op de laatste dagen van het lanceervenster zou plaatsvinden.



Enkele dagen voor de lancering wordt de nucleaire batterij RTG op New Horizons gemonteerd. Omdat New Horizons al op de draagraket is geplaatst, gebeurt dit via een luik in de neuskap. [NASA/KSC]

New Horizons werd op 17 december 2005 boven op de Atlas-551 raket geplaatst en na een vertraging van zes dagen om extra inspecties aan de eerste trap mogelijk te maken, werd op 16 januari de Atlas naar lanceerplatform 41 van Cape Canaveral gebracht. Een dag later moest de eerste lanceerpoging geannuleerd worden door te hoge windsnelheden. Een tweede poging de dag daarop moest ook afgeblazen worden toen de stroomvoorziening in het vluchtleidingscentrum uitviel.

De derde poging bleek inderdaad scheepsrecht te zijn. Om 19:00 uur UTC op 19 januari ontbrandden de motoren van de Atlas en verliet de combinatie het lanceerplatform om aan de klim richting de ruimte te beginnen. 10 minuten en 6 seconden na de start voltooide de tweede trap haar eerste brandduur en werd de combinatie in een parkeerbaan tussen 167 en 213 km geplaatst. Na 20 minuten werd de motor van de Centaur opnieuw ontstoken. 9 minuten en 52 seconden bleef de Centaur branden, waarna de lege trap werd afgestoten. Hoewel New Horizons nu de ontsnappingsnelheid van de Aarde had bereikt, had zij nog onvoldoende energie om Pluto te bereiken en het zonnestelsel te verlaten. Nu nam de derde en laatste trap, een STAR-48B motor op vaste brandstof, het stokje over; in 88 seconden verhoogde zij de snelheid met nog eens 3,8 km/s totdat de gewenste eindsnelheid van 16,2 km/s werd bereikt. Het was iets meer dan drie kwartier na de

lancering toen New Horizons op weg was naar Pluto!

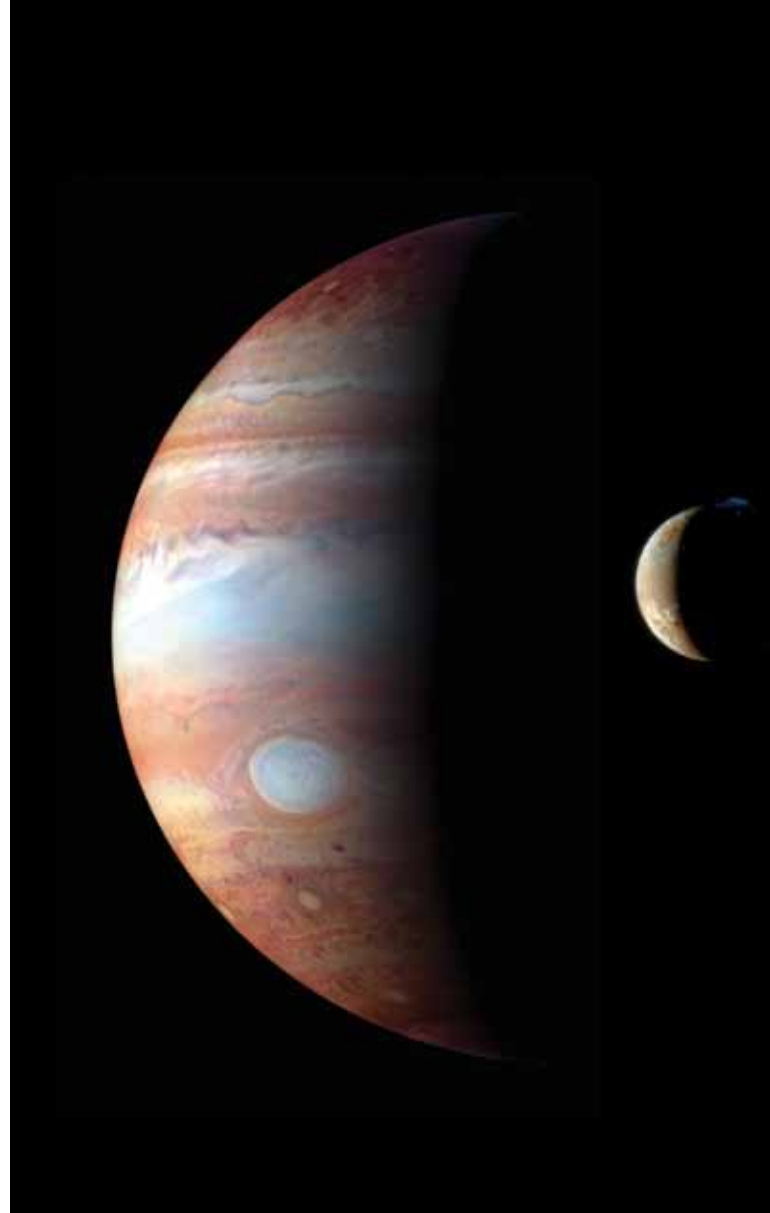
Nog geen negen uur na de lancering passeerde New Horizons de baan van onze Maan. Op 28 en 30 januari voerde de sonde de eersten van een reeks geplande koerscorrecties uit met als doel baaninjectiefouten van de derde trap te corrigeren. Na deze eerste twee koerscorrecties bleek een derde geplande correctie niet meer nodig. De baan van Mars werd gekruist op 7 april 2006 op een afstand van 243 miljoen kilometer van de Zon.

Hoewel een planetoïdepassage niet specifiek gepland was voor New Horizons, bleek dat zij op een relatief korte afstand van de planetoïde 132524 zou passeren, die prompt APL werd genoemd naar het laboratorium waar het vluchtleidingscentrum was gevestigd. De passage vond plaats op 13 juni 2006 toen de kortste afstand van 101.867 km werd bereikt. De planetoïde werd waargenomen met de Ralph camera en hoewel slechts een paar pixels groot kon de diameter bepaald worden op ongeveer 2,5 kilometer.

Begin september werden de eerste foto's genomen van Jupiter, toen nog steeds 291 miljoen kilometer verwijderd van New Horizons. Later diezelfde maand werd voor het eerst Pluto gefotografeerd met de Lorri camera op een afstand van maar liefst 4,2 miljard kilometer. Die winter werd een uitgebreide waarnemingscampagne van Jupiter en haar grootste manen uitgevoerd. Op 28 februari 2007



Voor de eerste maal wordt een Atlas-5 raket gebruikt om een interplanetaire sonde te lanceren. New Horizons is pas het vijfde kunstmatige object dat ons zonnestelsel zal verlaten. [NASA/KSC]



Compositie van New Horizons foto's van Jupiter en een van haar grote manen, Io. Nabij de rand van Io is de pluim van een actieve zwavelvulkaan zichtbaar. [NASA/APL/SwRI]

bereikte New Horizons met 2,3 miljoen kilometer haar kortste afstand tot de gasreus. Hoewel deze passage veel wijder was dan de passages van de Pioneers of de Voyagers, werd de snelheid met 4 kilometer per seconde verhoogd en lag New Horizons op koers voor de ontmoeting met Pluto in juli 2015.

Om de levensduur van de sonde zoveel mogelijk te rekken, werd op 28 juni 2007 New Horizons voor het eerst in een winterslaap gebracht. Gedurende tien maanden per jaar zouden zoveel mogelijk systemen uitgeschakeld zijn en alleen een peilsignaal met twee mogelijke condities naar de Aarde zenden. Een 'groen' signaal betekende dat alles aan boord in orde was, terwijl een 'rood' signaal betekende dat interventie van de vluchtleiding noodzakelijk was. De resterende twee maanden zou de sonde geactiveerd worden voor uitgebreide systeemtesten.

De banen van Saturnus en Uranus werden

op respectievelijk 8 juni 2008 en 18 maart 2011 gepasseerd. Begin juli 2013 kon de LORRI camera voor het eerst Pluto en Charon, op dat moment nog 880 miljoen km ver weg, als afzonderlijke objecten onderscheiden. De baan van Neptunus werd op 25 augustus 2014 gekruist en, hoewel de planeet op dat moment bijna 4 miljard kilometer verwijderd was, slaagde de camera's er in Neptunus en haar grootste maan Triton te fotograferen. Op 6 december 2014 ontwaakte New Horizons voor het laatste maal uit haar winterslaap. Op bijna 4,7 miljard kilometer van de Aarde en met 'nog maar' 260 miljoen kilometer te gaan was alles in gereedheid voor de eerste ontmoeting met het Pluto-systeem.

Ontmoeting met het Pluto-systeem

Vanaf begin januari begon New Horizons regelmatige foto's te nemen van Pluto.

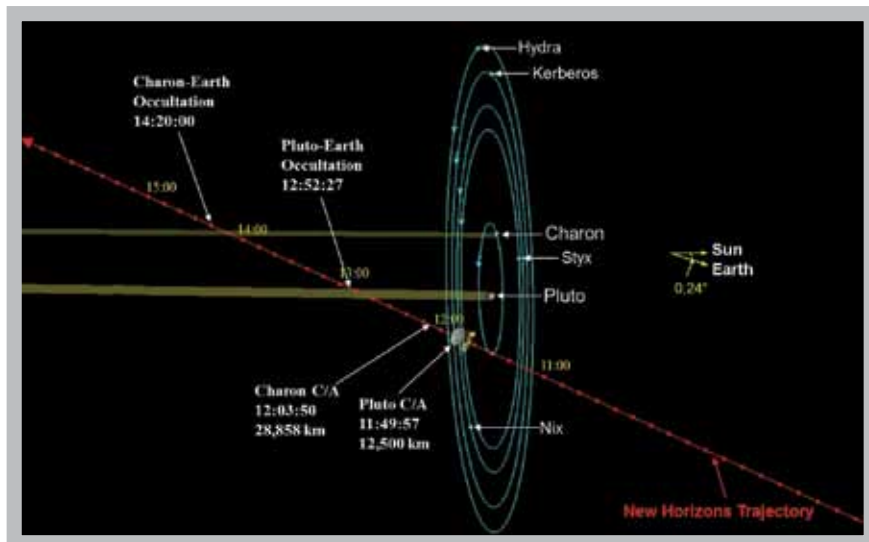
Hoewel er door de grote afstand nog geen details te zien waren, werden de foto's gebruikt om de positie van Pluto ten opzichte van de achtergrondsterren te meten en zodoende de baan nauwkeuriger te bepalen. Naarmate de sonde het systeem naderde werden ook de kleinere maantjes zichtbaar, te beginnen met Hydra en Nix en later ook Kerberos en Styx. Vanaf halverwege mei, toen New Horizons nog 90 miljoen kilometer van Pluto verwijderd was, werd de kwaliteit van de foto's beter dan de beste die met de Hubble vanuit de Aardbaan zijn gemaakt. In deze periode werd specifiek gezocht naar nieuwe onbekende maantjes of eventuele ringen die mogelijk een gevaar zouden kunnen vormen als New Horizons door het systeem zou vliegen. Er werd niets gevonden zodat er geen gebruik gemaakt hoefde te worden van een van alternatieve passagetrajecten.

Op 4 juli, met slechts 10 dagen en 12,5

miljoen kilometer voor de boeg, leek er toch een kink in de kabel te komen toen New Horizons zich niet op het geplande moment meldde bij de vluchtleiders op Aarde. Na vijf kwartier werd eindelijk weer een signaal opgevangen en bleek dat de sonde zichzelf in een "safe mode" had geplaatst. Uit het onderzoek dat volgde bleek dat de primaire computer overbelast was geraakt toen deze programma-instructies verwerkte terwijl tegelijkertijd foto's gecomprimeerd werden om naar de Aarde te kunnen versturen. Omdat de sonde zich nog niet in 'encounter mode' bevond, werd overgeschakeld naar de reservecomputer en opnieuw contact gezocht met de Aarde. Tijdens de passage zelf zou deze combinatie van activiteiten niet voorkomen en daar boven op zou de computer zich dan in de speciale 'encounter mode' bevinden waarbij de sonde slechts in extreme gevallen in safe mode gezet zou worden. In deze modus zou alles er op gericht zijn om de tijdskritische activiteiten voorrang te geven.

Vanaf 7 juli werden de observaties weer hervat en elke dag liet meer details op Pluto en Charon zien. Omdat de gehele sonde zich moet oriënteren om de instrumenten op het waar te nemen object te richten, werd de communicatie steeds frequenter onderbroken. Maar New Horizons meldde zich telkens weer keurig op de geplande tijd. In de nacht van 13 op 14 juli rapporteerde de sonde voor het laatst voordat de daadwerkelijke passage zou plaatsvinden. In deze 'fail-safe downlink' werden de belangrijkste gegevens en foto's naar de Aarde gestuurd, zodat er een minimale dataset beschikbaar zou zijn in het geval New Horizons haar passage door het Pluto-systeem niet zou doorstaan. Vervolgens zou New Horizons bijna 22 uur niets meer van zich laten horen, zodat de instrumenten maximaal ingezet konden worden voor de observaties.

De passage vond plaats op 14 juli om 11:49 uur UTC op een afstand van 12.500 kilometer van Pluto. Veertien minuten later werd Charon gepasseerd op 28.850 km. De relatieve snelheid bedroeg 49.600 km/h, zodat New Horizons maar 3 minuten nodig had om een afstand equivalent aan de doorsnede van Pluto af te leggen. De geometrie van de passage was zo gekozen dat na de dichtste nadering de nachtzijde van Pluto een klein beetje verlicht zou worden door het schijnsel van de maan Charon, zodat ook van die zijde



Geometrie van de passage van New Horizons door het Pluto-Charon systeem. De punten op de rode lijn van New Horizons baan geven tijdsintervallen van 10 minuten weer. [NASA/APL/SwRI]



Vluchtleiders en wetenschappers reageren enthousiast als de eerste gegevens van de passage binnenkomen in de nacht van 14 op 15 juli. [NASA/APL/SwRI]

enige oppervlakedetails zouden kunnen worden waargenomen. Na de passage vloog New Horizons vanuit de Aarde gezien achter zowel Pluto als Charon door zodat met dit occultatie-experiment de dunne atmosfeer van Pluto onderzocht zou kunnen worden.

Rond 20:30 uur UTC waren de observaties voltooid en begon New Horizons de eerste resultaten naar de Aarde te versturen. Na een reis van 4 uur en 25 minuten arriveerden deze in het vluchtleidingscentrum van APL waarmee men eindelijk de bevestiging had dat de passage met succes voltooid was.

Door de grote afstand en de lage data-transmissiesnelheden zal het meer dan een jaar duren eer alle informatie is verstuurd naar de Aarde. In de periode tot 20 juli werden ongeveer 20 sterk gecomprimeerde foto's van zowel de Lorri als de

Ralph camera's verzonden. In de periode daarna tot midden september zal alleen data van de andere instrumenten worden verstuurd, waarna tot midden november de gehele set foto's in sterk gecomprimeerd formaat volgt. Dan zal weer de gehele fotoset opgestuurd worden, nu in een niet-gecomprimeerd formaat.

Vorbij Pluto...

In 2014 werd met behulp van de Hubble Space Telescope een zoektocht ondernomen om KBO's te identificeren die wellicht binnen bereik van New Horizons lagen na de passage door het Pluto-systeem. In totaal werden er vijf objecten gevonden in het gebied waar New Horizons doorheen zou vliegen en na analyse bleek dat drie objecten inderdaad bereikbaar waren met de hoeveelheid resterende stuwstof aan boord. Later werd deze lijst

gereduceerd tot twee toen bleek dat om het derde object te bereiken nagenoeg alle stuwstof nodig zou zijn en deze dus marginaal haalbaar zou zijn.

Het eerste overgebleven doel, een KBO met catalogusaanduiding 2014 MU6g, heeft een geschatte doorsnede tussen de 30 en 90 km en een eventuele passage zou in januari 2019 plaatsvinden op een afstand van 6,5 miljard kilometer van de Zon. Het tweede object, 2014 PN70, is waarschijnlijk iets groter maar zou meer stuwstof vereisen om te bereiken voor

een passage in juni 2019.

Na het bezoek aan Pluto en hopelijk nog een tweede KBO zal New Horizons steeds verder het zonnestelsel uitvliegen en uiteindelijk, net als de twee Pioneers en de twee Voyagers, in de interstellaire ruimte terecht komen. De verwachting is dat, ondanks dat de energieproductie van de RTG steeds verder daalt, nog vele jaren met New Horizons gecommuniceerd kan worden. In 2038 zal de sonde een afstand van honderd maal die van de Aarde-Zon bereiken en mogelijk passeert

zij rond 2047 de heliopouse. Uiteindelijk zal zij in de richting van het sterrenbeeld Boogschutter de interstellaire ruimte invliegen en haar eigen omloopbaan rond het centrum van ons Melkwegstelsel betreden. Helemaal alleen zal New Horizons niet zijn. Zo zijn aan boord onder andere een CD-ROM met de 434.000 namen van mensen die het New Horizons project al voor de lancering een warm hart toedroegen, alsmede een kleine hoeveelheid van de as van de ontdekker van Pluto, Clyde Tombaugh.

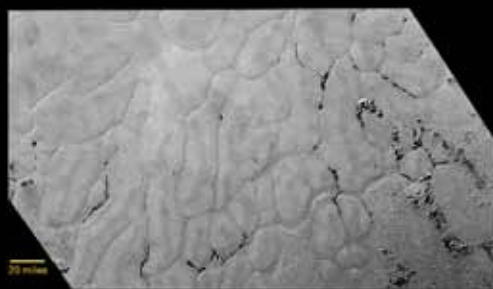
Groeten uit het Pluto-Charon systeem!



Pluto gefotografeerd door de Lorri camera op 13 juli, toen de sonde nog 768.000 km van de planeet verwijderd was. Het hartvormige lichte gebied is informeel 'Tombaugh Regio' genoemd.



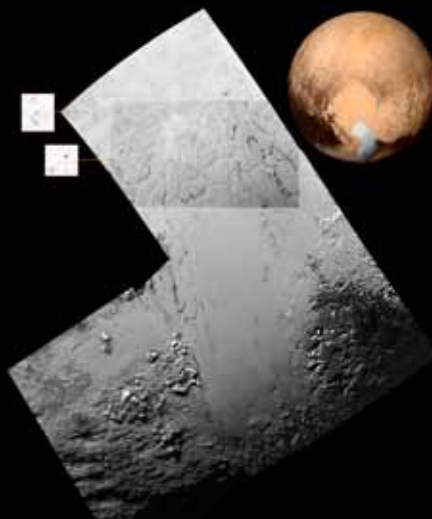
Vanaf een afstand van 77.000 km legde de Lorri camera dit detail vast op de maan Charon. Hoewel er meer kraters te zien zijn dan op Pluto, is ook dit oppervlak relatief jong. Tevens zijn er grote hoogtevverschillen zichtbaar, met name de 7 tot 9 km diepe canyon aan de rand rechtsboven van de overzichts-foto. Het donkere gebied net linksboven van het centrum is het noordpool van Charon en is informeel 'Mordor' gedoopt en bestaat mogelijk uit koolwaterstoffen die uit de vluchtige atmosfeer van Pluto op de koude poolgebieden Charon zijn neergeslagen.



Detailopname van een deel van de ijsvlakte Tombaugh Regio. De afwezigheid van kraters wijst op een geologisch gezien zeer jong oppervlak, misschien minder van 100 miljoen jaar oud. Het is nog onduidelijk welke geologische processen hier een rol bij spelen, zeker bij de heersende temperaturen van gemiddeld 230 graden Celsius onder nul.



Valse kleurenopname van twee van de vier kleinere maantjes van Pluto. Opvallend is de rode vlek op Nix (links), een maantje met afmetingen van ongeveer 42 bij 36 km. Hydra (rechts) is onregelmatiger gevormd en heeft een langste as van ongeveer 55 km.



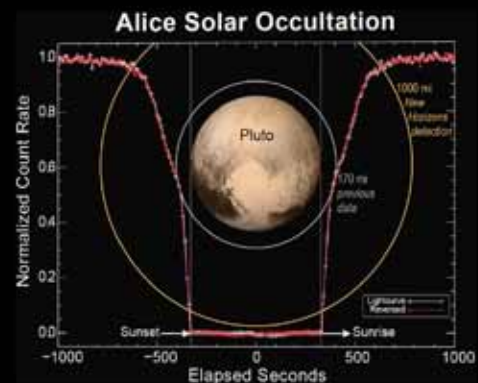
Mozaïek van drie afzonderlijke Lorri opnamen. De uitvergrotingen links laten mogelijk windvegen veroorzaakt door ijsgeisers zien, terwijl de locatie van de mozaïek ten opzichte van de hele dwergplaneet rechts is weergegeven.



Compositie van individuele opnamen van Pluto en Charon, zo weergegeven zoals ze vanaf een afstand te zien zouden zijn. Met recht kan dit een dubbelplaneeet genoemd worden!



Bergen met hoogten tot 3,5 km zijn zichtbaar in deze detailopname van Pluto. Omdat stikstof- en methaanijs niet sterk genoeg zijn om zulke hoge bergen te vormen, zien we hier mogelijk de dieper gelegen uit waterijs bestaande laag die door de korst heen steekt.



Uit het occultatie-experiment van het Alice-instrument bleek dat de Plutoniaanse atmosfeer zich veel verder in de ruimte uitstrekt dan eerder gedacht, tot maar liefst 1600 km boven het oppervlak. Daarnaast lieten metingen van het Swap instrument zien dat de atmosfeer komeetachtige eigenschappen heeft, met een staart van geïoniseerde stikstofatomen die zich tot meer dan 60.000 km achter Pluto uitstrekt. Het is nog niet duidelijk welk proces er verantwoordelijk is voor het weer aanvullen van de gassen in de atmosfeer die verloren gaan in de zonnewind.