

Wat kunnen we doen als een asteroïde de aarde bedreigt?

Ruimterots op ramkoers

Er zweven miljoenen rotsblokken door de ruimte. Af en toe komt er eens eentje op de aarde af. Kunnen we ons verdedigen tegen verwoestende asteroïden en kometen die op ramkoers liggen met de aarde?

TEKST: ELLY POSTHUMUS



Het is nog schemerig als in de ochtend van 15 februari 2013 een gigantische vuurbal door de lucht vliegt boven de Russische provincie Tsjeljabinsk. 29 kilometer boven de grond explodeert een ruimterots. Hij breekt in stukken. Meer dan een minuut na de lichtflits is op de grond een enorme knal te horen. Autoalarmen gaan af vanwege een drukgolf. Ruiten van gebouwen in elf Russische gemeenten worden aan gort geblazen. Er raken meer dan duizend mensen gewond als gevolg van rondvliegend glas en andere onderdelen van gebouwen die door de schokgolf los worden gerukt. Ook al speuren telescopen voortdurend naar ruimterotsen op ramkoers, niemand had deze aan zien komen. Nu was dit stuk ruimtepuin met een geschatte doorsnede van achttien meter gelukkig relatief klein. Even ter vergelijking: de ruimterots die de dinosaurïers 66 miljoen jaar geleden naar alle waarschijnlijkheid de das omdeed, was zo'n tien kilometer groot. Onze samenleving overleeft zo'n inslag naar verwachting niet. Ook dit soort rotsblokken zweeft nog steeds door de ruimte. Wat kunnen we doen als een ruimterots recht op onze planeet afkomt?

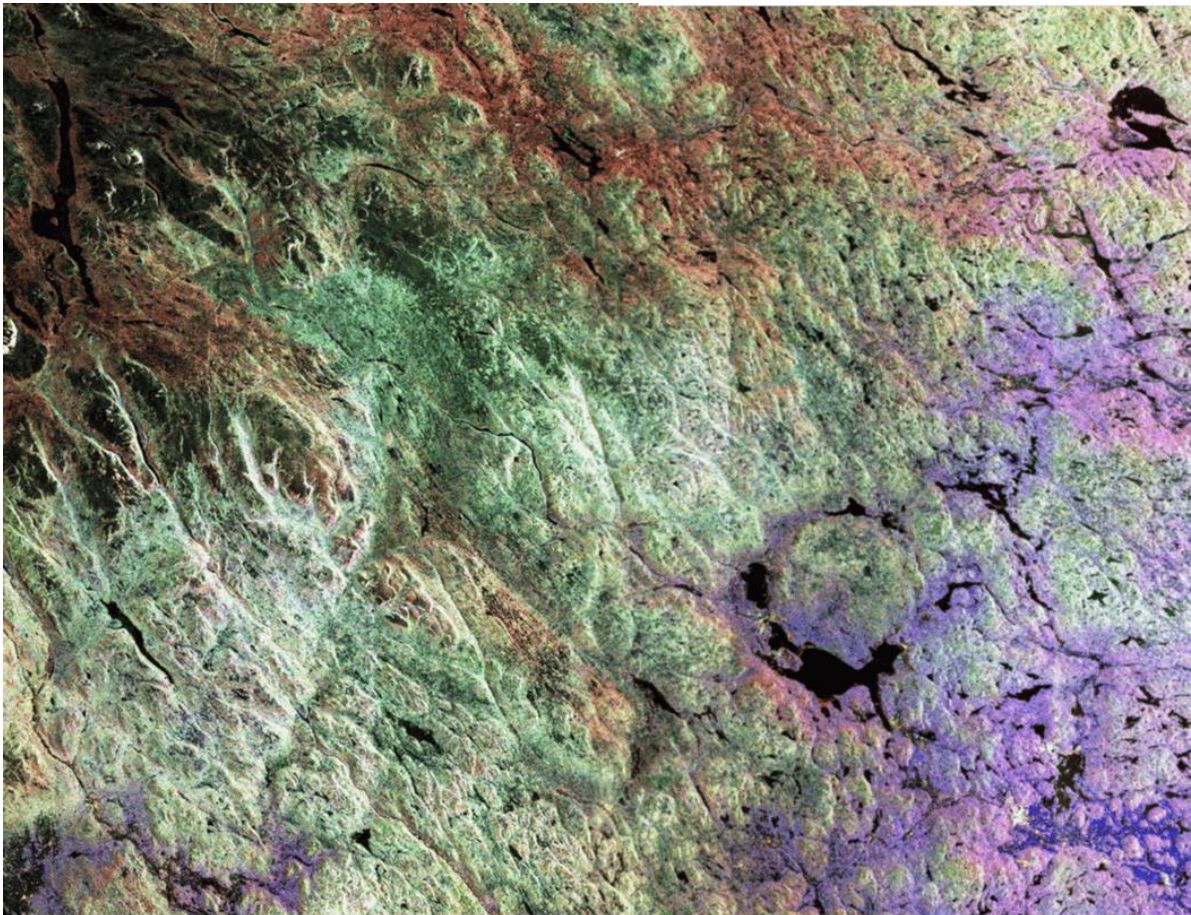
Een probleem: we kennen nog lang niet alle ruimterotsen die op aarde kunnen botsen

Klein is onbekend

Baan kruist aarde

Waar komen al die ruimtebrokken eigenlijk vandaan? Asteroïden en kometen cirkelen net als planeten in een relatief plat vlak rond onze zon. ‘Het zijn de restjes van de bouwblokken die de planeten vormden toen ons zonnestelsel ontstond’, legt Michael Küppers uit. Hij doet bij de Europese ruimtevaartorganisatie ESA onderzoek naar asteroïden. De kleinste ervan zijn niet veel meer dan gruis, de grootste zijn een paar honderd kilometer groot. De meeste asteroïden cirkelen ergens in een baan tussen Jupiter en Mars om de zon. Kometen cirkelen veel verder weg, en dan vooral in de buitenste regionen van ons zonnestelsel. Als ze allemaal op hun eigen afstand om de zon cirkelen, hoe kunnen ze dan ooit op aarde botsen? Harris verklaart: ‘Hun banen zijn niet rond, hun banen zijn elliptisch.’ Sommige ruimterotsen volgen banen die zo uitgerekt zijn, dat ze de gebieden waar ze zijn ontstaan verlaten. Terwijl ze hun elliptische baan afleggen, kruisen ze de banen van de planeten. Die banen zijn ronder. Ook de baan van de aarde wordt gekruist. Asteroïden en kometen die de baan van de aarde kruisen, kunnen in potentie met ons botsen. Er suizen veel meer asteroïden dan kometen in de buurt van de aarde rond. Daarom maken de meeste wetenschappers zich vooral zorgen om rotsen uit die eerste groep.

Botsing voorkomt botsing



Europa's grootste inslagkrater: de Siljanring in Zweden.

ESA

Telescopen speuren continu de hemel af, om zoveel mogelijk aardscherende asteroïden op te sporen. Want als we ze van tevoren aan zien komen, kunnen wetenschappers proberen een botsing te voorkomen. ESA test samen met de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA een methode om dat voor elkaar te krijgen. In 2020 willen de wetenschappers een 'kinetische impactor' lanceren. Dat is een ruimtesonde die met hoge snelheid op een asteroïde te pletter slaat. De massa en de snelheid van de impactor zorgen voor een kleine verandering in de snelheid en koers van een ruimterots. Harris: 'De asteroïde vertraagt dan met enkele centimeters per seconde, of versnelt iets. Als de ruimterots afremt dan komt de aarde eerst voorbij, en dan de asteroïde. Als je de asteroïde versnelt dan is hij er eerder dan de aarde. Hij schiet dan voor de aarde langs.'

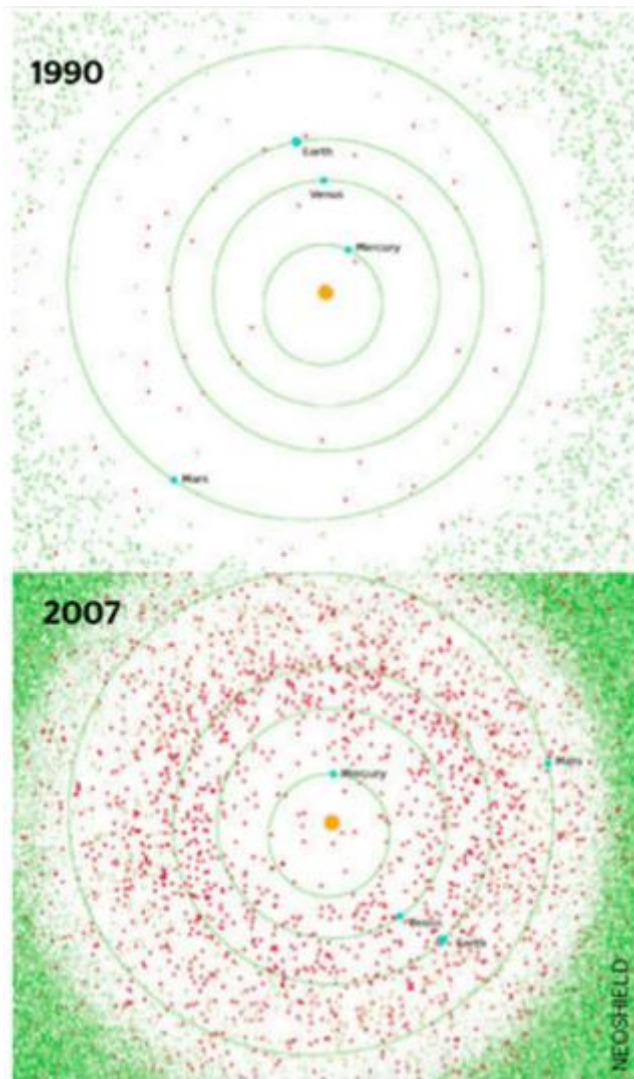
De test met de kinetische impactor van de twee ruimtevaartorganisaties is niet gericht op een bedreigende ruimterots. Om te oefenen wordt hij afgeschoten op de 150 meter grote maan van de asteroïde Didymos (800 meter groot). Met deze eerste afbuigmisssie ooit kunnen wetenschappers veilig de precieze verandering in de baan onderzoeken. Harris legt uit: 'Met deze techniek kunnen we een redelijke poging doen om een asteroïde van zo'n honderd meter af te buigen. Als hij 500 meter is, wordt dat al een stuk lastiger. Dan moet je misschien meerdere keren er iets op laten inslaan voor het gewenste afbuigende effect.'

Redding kost tijd

Een ruimtemissie om een asteroïde van baan te veranderen zal jaren voorbereiding vergen

Relatief kleine asteroïden kunnen ook worden afgebogen met behulp van de zwaartekracht. Harris: 'Je brengt dan een ruimtesonde heel dicht bij de asteroïde. Als je de sonde daar dan loslaat, valt hij heel geleidelijk naar het oppervlak van de asteroïde. Dat komt doordat de zwaartekracht van de asteroïde aan de sonde trekt. Maar andersom trekt de ruimtesonde ook een heel klein beetje aan de asteroïde. Als je dan de motoren aanzet, werken die tegen de zwaartekracht in. De ruimtesonde blijft dan op gelijke afstand van de asteroïde. Het effect is dat de asteroïde door de sonde geleidelijk in een andere baan wordt getrokken.' Het nadeel van deze methode is wel dat je zo'n tien jaar van tevoren al met trekken moet beginnen om een ruimterots de aarde te laten missen. De kinetische impactor is trouwens niet eens zo heel veel sneller. Harris: 'Het kost minstens drie tot vijf jaar om een ruimtemissie van de grond te krijgen.' Je lanceert niet zomaar een raket richting de asteroïde. Zo'n afbuigmisssie is ingewikkeld. Harris: 'Je hebt een ruimtevaartuig nodig dat de asteroïde vinden kan. Ook moet je precies weten waar je hem moet raken, en met welke snelheid voor het gewenste effect. Bij voorkeur weet je waar de asteroïde uit bestaat, ken je zijn precieze vorm en maat en hoe hij roteert. Als het even kan stuur je dus liefst eerst een onderzoeksmissie om dat in kaart te brengen. Dan ben je zo jaren verder.'

Op de vlucht



We kennen steeds meer asteroïden die de baan van de aarde kruisen (dat zijn de rode stipjes op de afbeeldingen hierboven). Maar nog steeds kennen we ze lang niet allemaal.

NEOSHIELD

Wat als we die jaren niet hebben? Bij een kleine asteroïde kun je evacueren. Küppers: 'Als zo'n ding van vijftig meter in bevolkt gebied crasht, kan het alles vermorzelen in een gebied van ongeveer tien kilometer eromheen.' Hoeveel zo'n relatief kleine rots precies verwoest, hangt af van zijn samenstelling. 'Een object van zacht steen wordt vernietigd in de atmosfeer', zegt Küppers. 'Het komt dan meer verspreid neer op aarde. Als er veel metaal in zit, komt hij wel door de atmosfeer. Hij veroorzaakt dan een grote explosie, een krater en waarschijnlijk veel schade.' Harris: 'Is een asteroïde op ramkoers kleiner dan vijftig meter, dan evacueren we nu waarschijnlijk, als we hem tenminste ook op tijd zien naderen.' Hoe langer van tevoren je hem ontdekt, hoe beter je zijn baan berekenen kunt. Je weet dan in welke lijn hij op aarde in kan slaan. Waar hij zich precies zal bevinden op die lijn op een bepaald moment, weet je steeds nauwkeuriger als het inslagmoment nadert. Harris: 'Zo'n twee weken van tevoren kun je zeggen dat je, bijvoorbeeld, in een straal van honderd kilometer rond Amsterdam alles moet evacueren. Dat is een helse taak, maar het kán wel.' Hoe groter de ruimterots, hoe lastiger het is om iedereen te verplaatsen.

Kernbom bij wanhoop

Als een ruimterots van een kilometer ergens in Europa neerstort, kan hij het hele continent vernietigen, voorspelt Harris. ‘Aardbevingen, een regen van rotsblokken en drukgolven als gevolg van de inslag kunnen heel veel schade aanrichten. Er wordt puin door de atmosfeer geslingerd. Dat verspreidt zich vervolgens over de hele wereld. Ook in Australië zal het zonlicht gedimd zijn. Miljoenen en miljoenen mensen kunnen omkomen.’



Een kernbom zou een ruimterots kunnen breken of van koers doen veranderen.

AIRBUS DS

Gelukkig is er, naast driekwart van Nederland ontruimen, nog een optie tegen objecten die we te laat ontdekken om een ruimtemissie voor op te tuigen, of die te groot zijn om af te buigen. Dat zijn nucleaire explosieven. Küppers: ‘Dat is wel een nogal riskante methode. Het eerste risico loop je al bij de lancering van een nucleaire lading. Daarnaast heb je geen controle over wat er met de rotsfragmenten gebeurt.’ Harris: ‘Maar we proberen het natuurlijk wel. Want de andere optie is niets doen.’ Gelukkig zal zo’n kilometerknaller waarschijnlijk pas ver in de toekomst nodig zijn. Tegen die tijd hebben we hopelijk wel de technieken en de middelen om zoiets groots aan te pakken. Maar in theorie zou het ook vandaag zo ver kunnen zijn. ‘We weten hoe vaak zo’n joekel gemiddeld inslaat’, zegt Küppers. ‘Maar dat is geen voorspelling voor wanneer de volgende komt.’

Elly.posthumus@quest.nl



Een brokstuk van de Tsjeljabinskmeteoriet sloeg in 2013 een zes meter breed gat in het ijs op een meer.

THE ASAHI SHIMBUN/GETTY IMAGES

MEER INFORMATIE

Www.neoshield.eu: lees meer over Europees onderzoek naar Near Earth Objects en hoe we de aarde daartegen kunnen beschermen. tinyurl.com/ESA-AIDA: meer over het project van ESA en NASA om asteroïden af te buigen. star.arm.ac.uk/neos/anim.html: deze animatie laat zien hoeveel asteroïden de baan van de aarde kruisen.

Wat is wat?

Asteroïden, planetoïden, kometen, meteoroiden en meteorieten: wat is nu het verschil tussen al deze hemellichamen?

Asteroïde en **planetoïde** zijn synoniemen. Het zijn rotsachtige hemellichamen die in de binnenste regionen van het zonnestelsel om de zon cirkelen. Ze zijn veel kleiner dan planeten. De grootste bekende asteroïde is 4 Vesta (doorsnede: 516 kilometer). Voorheen streek de bijna duizend kilometer grote Ceres met deze eer, maar Ceres kreeg in 2006 de status van dwergplaneet. **Kometen** bestaan uit rots en ijsachtige materialen, zoals kooldioxide-ijs en waterijs. Ze cirkelen net als asteroïden om de zon, maar doen dat voornamelijk in de buitenste regionen van het zonnestelsel. Hun baan is soms zo elliptisch dat ze toch in de buurt van de

zon en aarde komen. De komeet Hale-Bopp is met een doorsnede van naar schatting dertig tot veertig kilometer het grootst bekende exemplaar dat relatief dicht bij de aarde komt.



In 1954 werd Ann Hodges (VS) geraakt door een meteoriet, voor zover bekend als enige mens ooit.

JAY LEVITON/GETTY IMAGES

Meteoroïden zijn kleinere brokstukken van kometen en asteroïden. Ze ontstaan als bijvoorbeeld asteroïden met elkaar botsen.

Zodra een ruimtbrok op aarde inslaat, noemen we hem een meteoriet. Het grootste exemplaar dat we ooit op aarde terugvonden, is de Hoba-meteoriet. Deze steen meet bijna drie bij drie bij één meter. Je vindt de Hoba-meteoriet in Namibië, in zuidwestelijk Afrika.

Verwoestende kracht

Hoe verwoestend inslagen van kometen en asteroïden van verschillende afmetingen kunnen zijn, is lastig om te voorzien. Het hangt onder meer af van de omstandigheden op de grond (belandt de ruimtsteen bijvoorbeeld in het water, in zand of op een harde rotsbodem?), de hoek waaronder de komeet of asteroïde op aarde inslaat, uit welk materiaal hij bestaat en met welke snelheid hij neerkomt. Al bij een inslag van een gevaarte van zo'n 300 meter kunnen miljoenen doden vallen, aldus NEOShield. Dat is het onderzoeksprogramma van de Europese Unie naar ruimteobjecten die mogelijk onze planeet bedreigen. Zo'n botsing komt naar schatting eens in de 70.000 jaar voor. De inslag van een object van ongeveer duizend meter zal effect op de hele aarde hebben, de hele aardse samenleving ontwrichten en nog meer

slachtoffers vergen. En een inslag van een rots van tien kilometer? Die zal onze hele samenleving zelfs wegvagen. Zo'n inslag kunnen we eens in de honderd miljoen jaar verwachten.

Rode tomaat door inslag

Als een stuk ruimterots op aarde knalt, dan kan dat vervelende gevolgen hebben, maar ook goede. Plantonderzoekers van de Wageningen University denken bijvoorbeeld dat we de mooie rode kleur en eetbaarheid van de tomaat danken aan de meteorietinslag die de dinosaurïërs deed uitsterven. Deze inslag, zo'n 66 miljoen jaar geleden, deed waarschijnlijk zoveel stof en as opwaaien dat de zon lange tijd werd verduisterd. Dit leverde planten veel stress op. Door toevallige mutaties waren er planten die hun genaantal ongeveer verdriedubbelden. Zij overleefden de stress het beste. In diezelfde periode kreeg de verre tomaatvoorouder zijn rode kleur, wisten de wetenschappers te reconstrueren. Toen de omstandigheden weer beter werden, loosde de plant genen, inclusief genen die gifstoffen produceerden. Daardoor hebben wij nu eetbare tomaten.



Neerlands (t)rots

Voor zover bekend, zijn in Nederland tot nu toe alleen maar kleine ruimtestenen terechtgekomen. Er zijn officieel vijf Nederlandse meteorieten geregistreerd. Welke stenen zagen getuigen vallen in ons land?

* Dagloner Albert Bos zag in 1873 de Diepenveenmeteoriet inslaan op de akker waar hij die dag aan het werk was. Het ding is zo'n vijf centimeter groot en weegt 68 gram.



Kapot: de Ellemeetmeteoriet.

* Op 7 april 1990 knalde een steen van 855 gram door het dak van een huis in Glanerbrug. Tijdens de botsing met het dak brak hij in honderden stukken, waarvan de grootste 135 gram woog.

* In 1843 sloeg Nederlands grootste meteoriet in bij Utrecht, in twee stukken. Knallen en een gierend geluid gingen aan deze inslag vooraf. Het grootste brokstuk weegt 7,7 kilo, het kleinere 2,7 kilo.

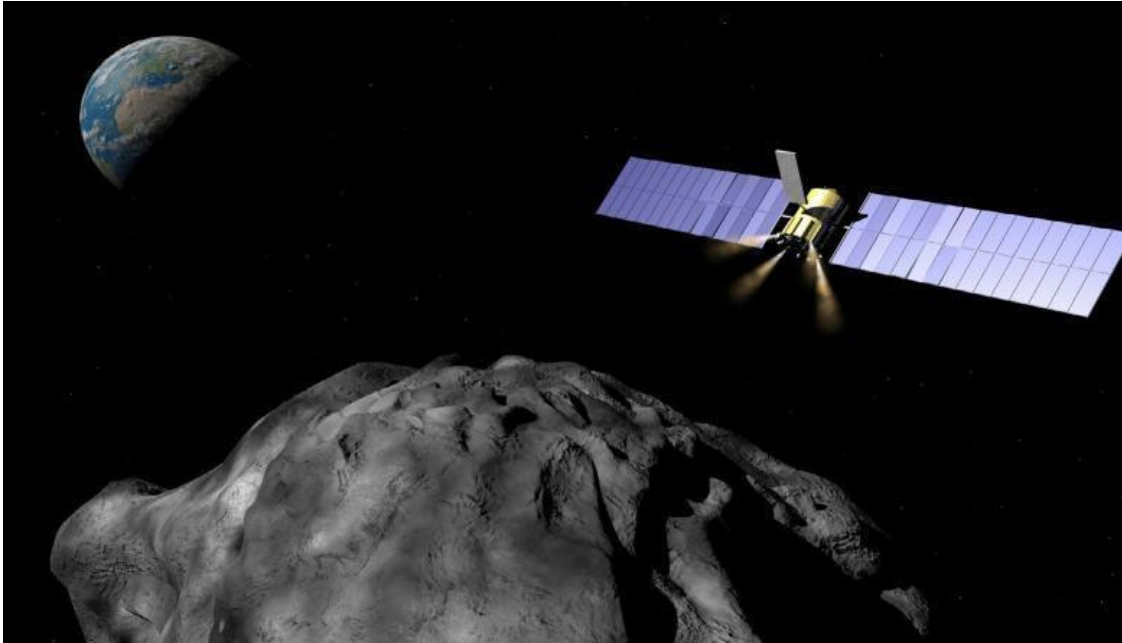
* De meteoriet van 710 gram die in 1840 bij Uden neerkwam is bijzonder. De mineralen in deze steen hebben een zeldzame vorm die is ontstaan bij hoge temperatuur. Van meteorieten met dit type mineralen zijn er wereldwijd maar 23 bekend.

* De Ellemeetmeteoriet die in 1925 ter aarde stortte in Zeeland werd in 2014 uit het Universiteitsmuseum in Utrecht gestolen. Hij werd een paar dagen later in de bosjes bij een tennisbaan teruggevonden. Nog in het doosje, maar wel in kleine stukken gebroken.

Knallend verleden

In de 4,5 miljard jaar dat onze planeet bestaat, zijn er al veel kometen en asteroïden tegenaan geslagen. Vaak rest van deze inslagen niets dan een krater. Daarvan zijn er 190 bekend. Vier voorbeelden.

* De Vredefortkrater in Zuid-Afrika is met een doorsnede van zo'n 300 kilometer de grootste krater op aarde. Hier sloeg zo'n twee miljard jaar geleden een object van tien tot vijftien kilometer in. Dit was een van de grootste objecten die ooit op aarde terecht is gekomen.



Een ‘zwaartekrachtstrekker’ moet een asteroïde uit zijn baan trekken.

AIRBUS DS

* Een groot deel van de Sudburykrater in Canada is verdwenen door erosie sinds hij 1,8 miljard jaar geleden ontstond. Vermoedelijk was hij oorspronkelijk ongeveer 250 kilometer breed. Hij ontstond toen een tien kilometer groot gevaarte insloeg.

* De Chicxulubkrater in Mexico heeft een diameter van 180 kilometer. Hier sloeg de tien kilometer grote ruimterots in die de dino’s 66 miljoen jaar geleden zeer waarschijnlijk fataal werd.

* De Zweedse Siljanring is met een diameter van 52 kilometer de grootste krater van Europa. Zo’n 377 miljoen jaar geleden sloeg er een ongeveer 2,5 kilometer groot stuk ruimterots in.

Komeet is onvoorspelbaar

Asteroïden draaien in heel voorspelbare banen om de aarde. De banen die potentieel gevaarlijke kometen afleggen, zijn een stuk lastiger te voorspellen. Dat komt doordat het ijs dat ze bevatten in de buurt van de zon van een vaste stof overgaat in gas. Daarbij stoten ze uit de poreuze kern van de komeet stof en materiaal uit. Dit kun je in de buurt van de zon zien als de komeetstaart. Door die uitstoot verandert de baan van een komeet. Het is daarom heel moeilijk om vast te stellen waar een komeet exact zal zijn op een later moment. Ook zijn er kometen die zo lang over hun baan doen, dat we ze nog nooit eerder hebben gezien. Wetenschappers kunnen een eventuele botsing van een komeet met onze planeet daarom lastig voorspellen.