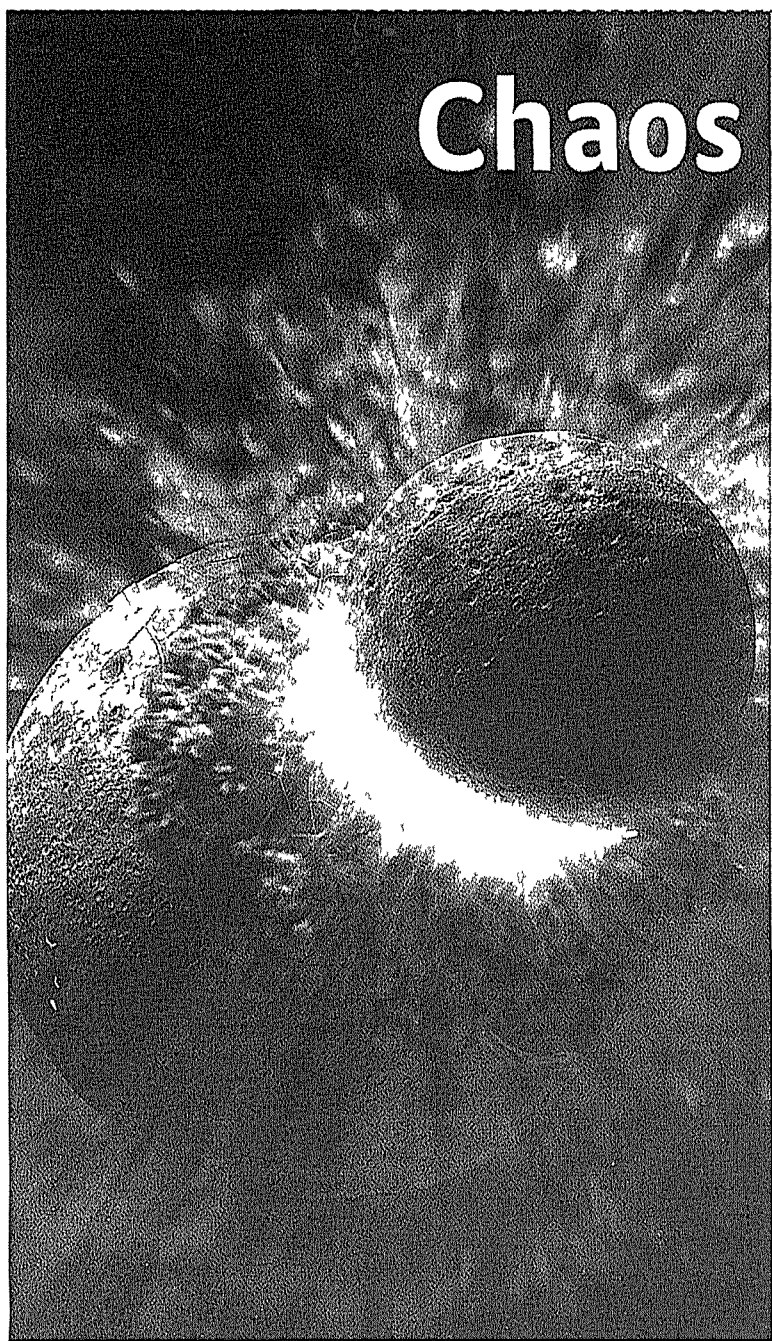


Chaos in het zonnestelsel



Botsing van planeten: in het heelal draait alles om chaos.

FOTO NASA

Het zonnestelsel lijkt een toonbeeld van orde en regelmaat. Dankzij de zwaartekracht blijven de planeten netjes hun baan rond de zon volgen. Maar diezelfde zwaartekracht kan het uurwerk van het zonnestelsel ook danig in de war schoppen, mits je maar lang genoeg wacht.

Hoezeer het over een paar miljard jaar uit de hand kan lopen, is uitgekend door Jacques Laskar en Mickael Gastineau. De astronomen van de Parijse sterrenwacht bootsten met meerdere supercomputers 2500 toekomstscenario's na voor ons planetenstelsel. Dat kostte in totaal zeven miljoen uur aan reken-tijd. Volgens hun bevindingen, gepubliceerd in het wetenschappelijke tijdschrift *Nature* van 11 juni, doen zich in ongeveer één procent van alle gevallen catastrofale botsingen tussen de planeten voor.

Als het om de verre toekomst van het zonnestelsel gaat, draait alles om chaos. Minuscule verschillen in de uitgangspositie kunnen leiden tot totaal verschillende uitkomsten. Vergelijk het met een potje biljarten. Twee spelers spreken af dat ze, uitgaande van dezelfde beginpositie van de ballen op de tafel, een gelijke reeks stoten zullen uitvoeren. Toch zal het eindresultaat heel anders zijn vanwege minieme verschillen in de richting en de kracht van de stoten.

In 1989 toonde Jacques Laskar aan dat de planeten zich op de lange termijn net zo chaotisch gedragen als biljartballen. Door de aantrekkings-

kracht die de planeten op elkaar uitoefenen, treden kleine verstoringen in hun banen op. Vooral de grote planeet Jupiter werkt als stoorzender, waardoor de posities van de overige planeten in de verre toekomst niet met zekerheid te voorspellen zijn.

Mercurius valt op de zon, of een planeet botst op de aarde. Volgens astronomen kan het een janboel worden in ons zonnestelsel.

SERVÉ VAESSEN

In de jongste simulaties verschuiven Laskar en Gastineau de beginposities van de planeten telkens met enkele decimeters, laten vervolgens Jupiter en andere stoorzenders meer dan drie miljard jaar lang hun werk doen, en kijken dan wat de uitkomst is. Meestal gebeurt er niets bijzonders, maar in twintig van de 2500 berekeningen wordt de baan van de binnenste planeet Mer-

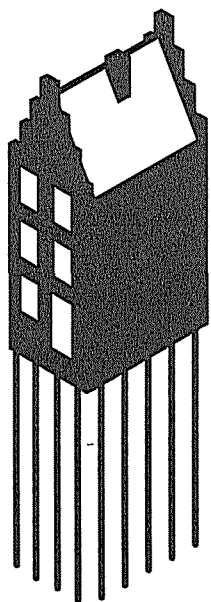
curius door Jupiter zodanig uitgerekt dat het tot een botsing met buurplaneet Venus komt. Ook kan Mercurius in de zon storten of wordt de planeet na een nauwe passage langs Venus het zonnestelsel uitgeslingerd.

In één simulatie, waarvan weer 201 net iets verschillende varianten zijn onderzocht, leidt de uitzwinkende baan van Mercurius tot een complete destabilisatie van de binnenste regionen van het zonnestelsel. Mars wordt dan naar buiten gekatapulteerd of komt in aanvaring met de aarde. Ook botsingen tussen de aarde en Venus of Mercurius zijn mogelijk.

Chaos is de regel, en stabiliteit, zoals in ons eigen zonnestelsel, de uitzondering. Kijk maar naar andere planetenstelsels in het heelal, waar zware Jupiterachtige planeten in zeer nauwe banen rond hun ster terecht zijn gekomen of langgerekte banen volgen. Van planetaire botsingen zijn geen directe bewijzen. Sterrenkundigen van de Universiteit van Californië menen echter sporen gevonden te hebben van een botsing van twee aardachtige planeten.

Astronomen denken dat iets dergelijks ook eerder bij ons is gebeurd. Kort na het ontstaan van het zonnestelsel draaiden er waarschijnlijk meer planetaire objecten rond de zon dan nu, en was de kans op catastrofale botsingen groter. Eén zo'n object, ter grootte van de planeet Mars, trof de jonge aarde, en uit het naar buiten geslingerde puin vormde zich onze maan.

Heipalen verwarmen het kantoor



Energiepalen: heipalen die 's winters het gebouw helpen verwarmen en 's zomers helpen koelen. Ingenieursbureau Search gebruikt ze al.

AD TISSINK

Naast de voordeur van het nieuwe gebouw van ingenieursbureau Search in het Westelijk Havengebied bevindt zich een glazen plaat. Via een spiegel biedt die een blik op de kop van een van de funderingspalen van het nieuwe gebouw. Het zijn namelijk niet zomaar palen waar dat op staat, het zijn energiepalen. Betonnen heipalen waar water met glycol, een koelvloeistof, doorheen stroomt. Daar wordt het gebouw 's winters mee verwarmd en 's zomers mee gekoeld.

Search, dat zich profileert als milieuvriendelijk bedrijf, wil die noviteit graag laten zien aan zijn klanten. Vandaar die glazen plaat. Wie goed kijkt, ziet zwarte ribbelslangen uit de bovenkant van de heipalen komen. Een stukje verderop komen de slangen van alle 54 palen samen en verdwijnen in het gebouw. Ook daar bevindt zich weer zo'n venster.

In het ketelhok op de eerste verdieping wordt de temperatuur van het water uit de palen opgevoerd met behulp van een warmtepomp. Daarna wordt het door kilometers slangen gepompt die in de vloeren zijn verwerkt om het gebouw te verwarmen. Het afgekoelde water stroomt weer terug naar de heipalen en warmt daar weer op in de bodem die een constante temperatuur heeft van circa elf graden Celsius.

In de zomer werkt het systeem precies andersom. Dan koelt het gebouw af door de warmte in de kantoren af te voeren naar de heipalen. Op die manier wordt de bodem dus verwarmd en opgeladen voor de volgende winter.

Het idee voor de 'energiepalen' is volgens R&D manager Oskar de Kok van betonfabrikant Betonson zeker vijftien jaar oud. Maar pas de laatste tijd begint het een beetje aan te slaan. Warmte- en koudeopslag in de bodem gebeurt wel vaker, maar meestal wordt daarbij een waterhoudende laag aangeboord op zestig meter diepte of dieper. Dat is duur en vergt allerlei vergunningen om te voorkomen dat er van alles misgaat in de ondergrond. De energiepaal steekt een stuk minder

diep, waardoor de opbrengst ook kleiner is, maar daar staat tegenover dat er geen vergunning nodig is en hij ook weinig extra kost. Heipalen zitten er toch.

Er zijn volgens De Kok zelfs geen extra dikke palen voor nodig. De gemiddelde Nederlandse heipaal heeft voldoende overcapaciteit om plaats te bieden aan een kunststof lamel voorzien van kleine kanaaltjes. Daar stroomt het water door dat warmte uitwisselt met de bodem. De investering voor het hele

systeem, inclusief warmtepomp en vloerverwarmings- en koelsysteem, is volgens de fabrikant in vijf tot zes jaar terugverdiend. De energierekening valt namelijk een stuk lager uit.

Bij Search gaan ze er zelfs vanuit dat ze energie gaan leveren aan het net. Maar dat is niet alleen toe te schrijven aan de bijzondere palen. Het dak ligt namelijk ook nog eens vol met zonnecellen, en er komen ook nog windmolens naast het gebouw.

