

Google de pest

Pest is de wereld nog lang niet uit, en eist jaarlijks honderden levens. De bacteriën die de pest verspreiden zijn, hoe klein ook, dankzij satellietbeelden te betrappen.

HET KLINKT ALS een bizarre onderneming: wie gaat er nou bacteriën, organismen van pakweg een duizendste millimeter, opsporen met satellietbeelden? Toch gebeurt het sinds kort. Met behulp van satellietbeelden van Google Earth proberen Elisabeth Addink en Steven de Jong, fysisch-geografen van de Universiteit Utrecht, de verspreiding van de pestbaciil *Yersinia pestis* in Centraal Kazachstan in kaart te brengen. En de eerste successen zijn al geboekt, schrijven ze binnenkort in het vakblad *Remote Sensing of Environment*. Een hoopvolle ontwikkeling, want wat in Kazachstan lukt met de pest, lukt misschien ook in andere, afgelegen gebieden – en met andere ziektekiemen. Wie weet zijn sommige ziekten wel in de hand te houden door ze, als in een videospel, vanachter de computer op Google Earth in de gaten te houden.

Yersinia pestis is de bacterie die de gevreesde builenpest veroorzaakt. In de Middeleeuwen overleden tientallen miljoenen mensen aan de builenpest, en ook nu nog eist de ziekte elk jaar een paar honderd slachtoffers. De Utrechtse onderzoekers zoeken op de satellietbeelden niet naar deze pestbacterie zelf, maar naar gerbilburchten. Dit zijn ondergrondse gangenstelsels die worden uitgegraven en bewoond door de gerbil, ook wel grote woestijnrat genoemd. De pestbacterie lift mee met de vlooiën van dit 20 centimeter grote knaagdier. De holensystemen van gerbils zijn 3 meter diep en vormen in het landschap kale plekken met een diameter van 15 tot 40 meter – structuren die op satellietbeelden goed te onderscheiden zijn.

Ga in Google Earth op een hoogte van ongeveer 5 kilometer virtueel boven Centraal-Kazachstan vliegen (N45°05', E76°25'), en je denkt in eerste instantie dat er iets mis is met het beeld. Witte vlekken, enigszins stervormig, lijken je het zicht op het landschap te ontnemen. "Het zijn juist die vlekken die we moeten hebben", vertelt Addink. "Elke ster op het satellietbeeld is een gerbilburcht." De burchten kunnen een cruciale rol spelen bij het bestrijden van de pest, zoals bleek uit onderzoek dat in 2008 werd gepubliceerd in *Nature*. Stephen Davis, toen nog als wiskundige verbonden aan de faculteit diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht voerde het uit, samen met Herwig Leirs, knaagdierdeskundige aan de universiteit van Antwerpen. De gegevens kwamen van het Anti-Pest-Instituut in Almaty, Kazachstan.

Al ruim een halve eeuw gaan onderzoekers van dit instituut twee keer per jaar de woestijn in, om steekproefsgewijs een groot aantal gerbilburchten te onderzoeken op leegstand – of bewoning – en op besmetting met de pest. De onderzoekers lokken de vlooiën, die afkomen op trillingen in de grond en een verhoogd CO₂-gehalte. Vervolgens zuigen ze de vlooiën op met een pompje en namen ze de diertjes voor nader onderzoek mee naar het laboratorium. Indien ze bij de vlooiën de aanwezigheid van de pestbacterie vaststellen, dan wordt de burcht ontsmet. "Een rigoreuze ingreep, waarbij de hele burcht wordt volgespoet met DDT", vertelt Leirs.

Davis combineerde de gegevens van het Anti-Pest-Instituut met informatie over het voorkomen van de pest bij de bevolking uit het gebied. Hij verwachtte dat een piek in het aantal gerbils een uitbraak van de pest zou kunnen inluiden. Het bleek iets complexer te zijn. Niet het aantal gerbils, maar de dichtheid van het aantal bewoonde gerbilburchten in een gebied is een indicator voor de pest, ontdekte hij.

Waterhuishouding

Om de verspreiding van de pest te verklaren, ging Davis uit van de zogeheten 'percolatie-theorie'. Deze theorie is afkomstig uit de fysica, en wordt daar voornamelijk gebruikt voor het beschrijven van vloeistofstroming door poreuze media. Een voorbeeld hiervan is heet water dat in een espresso-apparaat door de lege ruimten rondom de koffieboondeeltjes heen sijpelt. Zolang de lege ruimten met elkaar verbonden zijn, kan het water doorlopen, de koffiesmaak met zich meedragend. Op dezelfde manier bleek de pest zich door Centraal-Kazachstan te verspreiden. De verbindingen worden in dit geval gevormd door de gerbils, die zich regelmatig uit hun burcht moeten begeven om naar eten te zoeken

– of in het geval van puberende mannetjes naar vrouwtjes om een nieuw gezinnetje mee te stichten. Met name die mannetjes leggen grote afstanden af. Als de bewoonde gerbilburchten verder van elkaar af liggen dan de actieradius van de woestijnrat, zal de pest geïsoleerd blijven. Wordt de dichtheid echter groter, dan kan



de ziekte zich verspreiden. Davis:

"Vergelijk het met een rivier die je wil oversteken door van steen naar steen te springen. Alleen als de stenen niet te ver uit elkaar liggen, is de rivier overbrugbaar." Van de reizen die de vlooien per gerbil maken, bleek 95 procent over een afstand kleiner dan 200 meter te zijn. Afstanden groter dan een kilometer werden helemaal niet afgelegd.

De taak waar Addink zich dus voor gesteld zag, was het bepalen van de burchtdichtheid uit de satellietbeelden. Maar hoe ontwikkel je een methode die automatisch

de reflectie-eigenschappen van de burchten zijn, en elke pixel in het beeld die daaraan voldoet als burcht te definiëren.

Addink: "Maar dan blijken ook andere objecten, zoals bijvoorbeeld wegen en stuifduinen, als burcht gezien te worden." Bij een object-georiënteerde analyse groepeerde de computer aan elkaar grenzende pixels uit de satellietbeelden met dezelfde eigenschappen en analyseert de vorm van deze groepjes. Samen met de reflectie-eigenschappen zou je de burchten dan moeten kunnen herkennen als ronde kale plekken in het landschap. "En dan werkt het wel", aldus Addink

De onderzoekers controleerden hun beeldanalyse met metingen in het veld. Voorzien van gps-apparatuur, en gekleed

Niet het aantal gerbils, maar de dichtheid van het aantal bewoonde gerbilburchten is een indicator voor de pest.

het aantal gerbilburchten per vierkante kilometer berekent? Hoe herkent de computer wat een burcht is en wat niet?

Addink gaat 'object-georiënteerd' te werk. Een satellietbeeld is een weergave van weerkaatst licht, waarvan de intensiteit afhankelijk is van de grondsoort en begroeiing van het aardoppervlak. Gerbilburchten vallen vooral op door het gebrek aan begroeiing. De graafwerkzaamheden van de dieren verstoren de waterhuishouding, waardoor planten afsterven – en wat er nog aan begroeiing overblijft, eten ze op. Het ligt dus voor de hand om te kijken wat

in afsluitende pakken die geïmpregneerd waren met insecticiden, bezochten zij locaties waar zich volgens de analyses burchten zouden moeten bevinden. Ook bezochten ze ter controle plaatsen waar juist geen burchten waren gedetecteerd. Van de 127 burchten die in het veld werden aangetroffen, overlapte 86 procent met de burchten die uit de beelden waren gevonden. Voor de locaties die als 'burchtloos' waren bestempeld, was dit 94 procent. "En dat is een zeer goede score", zegt Addink. De methode kon dus worden gebruikt om ook van de rest van het

immense gebied kaarten te maken van de dichtheid van de gerbilburchten.

Laconiek

De vraag is dan wat je aan zo'n kaart hebt. Wordt alles anders in Kazachstan, nu de kaarten zoveel duidelijkheid geven? De bestrijdingsmethode zal door het onderzoek niet veranderen, denkt Leirs, en de behandelingen met insecticiden gaan waarschijnlijk gewoon door. "Al veronderstel ik dat ze synthetische middelen gaan gebruiken die minder schadelijk zijn voor de omgeving", aldus Leirs. Het is ook gewoon een prima methode, vindt Joke van der Giessen, microbioloog bij het RIVM. "Het probleem bij de bron aanpakken door besmette dieren te bestrijden, dat principe wordt ook door ons met succes toegepast bij andere ziekten die van dier op mens overdraagbaar zijn, zoals bijvoorbeeld rabiës (hondsdolheid, red.). Om te voorkomen dat

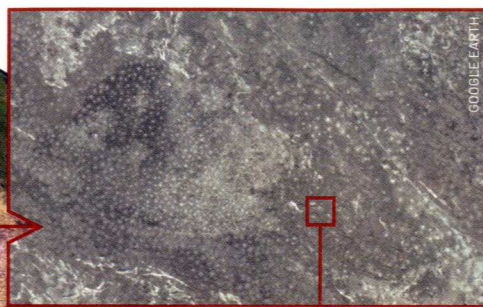
deze ziekte op de mens overspringt, wordt hij direct bij de honden en vossen bestreden."

Het voornaamste voordeel van de geconstrueerde kaarten is dat het selecteren van verdachte burchten hiermee veel gericht kan, waardoor er efficiënter kan worden gewerkt. In theorie kan de methode worden uitgebreid naar alle andere gebieden waar knaagdieren met besmette vlooiën in burchten leven. Het zou kunnen werken voor de marmotten in Mongolië en in de meer bergachtige gedeelten van Kazachstan en voor de prairiehonden in Noord-Amerika.

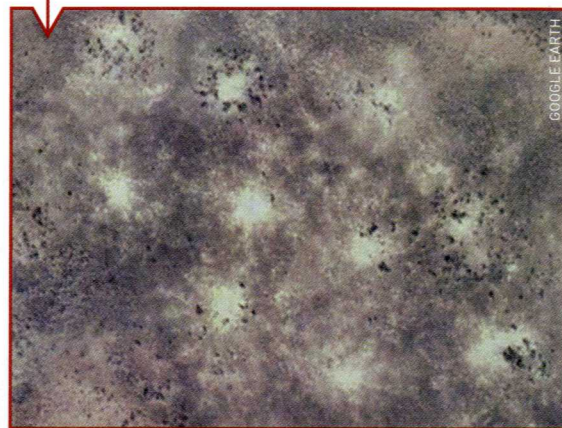
Toch is de methode niet overal even goed toepasbaar, erkennen de onderzoekers. In Madagascar en Tanzania bijvoorbeeld, waar het pestprobleem veel groter is en honderden doden per jaar eist, zijn het de vlooiën van zwarte ratten die de ziekte verspreiden. "Die ratten maken geen burchten, dus daar kan onze methode niet gebruikt worden.", zegt Addink. In de praktijk zal het ook afhan-

■ Kazachen behandelen een gerbilburcht met bestrijdingsmiddel.





■ Op Google Earth zijn duidelijk gerbilburchten in het landschap van Kazachstan te zien, zoals hier bij de coördinaten N45°05', E76°25'.



gen van het soort gebied waar de burchten zijn gegraven. De Jong: "Het contrast tussen de burchten en de omgeving was in Kazachstan groot, waardoor de burchten relatief makkelijk te onderscheiden waren. Dat zal op veel andere plekken moeilijker worden."

Rest nog de vraag waar het allemaal goed voor is. Want hoe groot is het probleem eigenlijk, hoeveel pestdoden kent Kazachstan per jaar? "Tegenwoordig gemiddeld nog maar twee of drie", zegt De Jong, "maar de Kazachen gaan ervan uit dat dat komt door het succes van hun bestrijdingsprogramma."

Dat klopt, zo blijkt uit rapporten van het Center for Nonproliferation Studies in Washington: Voordat het pestbestrijdingsprogramma in 1947 werd ingevoerd, vielen in Kazachstan meer dan

de ziekte in aanraking komen – want als de pest wel in veel burchten rondwaart, dan is een besmetting zo opgelopen. Bij een overpopulatie aan vlooiën in een burcht gaat de parasiet actief op zoek naar nieuwe gastheren. Met name bij de ingang van de gerbilburchten kun je ze dan aantreffen, wachtend op toevallige voorbijgangers. Dat kunnen gerbils uit andere burchten zijn, maar ook mensen. Anders dan de rattenvlooiën uit de Middeleeuwen, die pas oversprongen op mensen als er geen rat meer te vinden was, zijn gerbilvlooiën namelijk veel minder kieskeurig.

Een andere mogelijkheid is dat kamelen besmet raken, omdat ze af en toe met hun poten door een gerbilburcht zakken. Mensen kunnen op hun beurt geïnfecteerd raken bij het slachten van

“Vanuit ons land kunnen we makkelijk laconiek doen over de pest. Maar vergeet niet wat de bacterie kan uitrichten.”

duizend pestdoden per jaar. Ook Bastiaan Meerburg, plaagdierexpert van de universiteit van Wageningen, denkt dat het noodzakelijk blijft de pest zelfs in dunbevolkte gebieden als Kazachstan intensief te blijven bestrijden. "Vanuit ons land is het makkelijk er laconiek over te doen", zegt Meerburg. "Maar vergeet niet wat de bacterie kan uitrichten. Als er een keer een grote uitbraak komt, kan dat enorme consequenties hebben in termen van ziekteleed en economische schade. Kazachstan is hiervoor beducht."

Kamelenvlees

Het RIVM ziet het opsporen en uitroeien van pestdragende vlooiën als een goede manier om te voorkomen dat mensen met

zo'n zieke kameel, of bij het eten van onvoldoende gekookt kamelenvlees. Al lopen er niet veel mensen door de woestijn, als ze de vlo of bacterie eenmaal met zich meedragen naar grotere bevolkingscentra, of wanneer de ziekte zich doorontwikkelt tot de van mens op mens overdraagbare longpest, dan is de kans op een grote uitbraak reëel.

Knaagdierexpert Meerburg, die zelf niet direct betrokken is bij het onderzoek, denkt dan ook dat het onderzoek van Addink en De Jong een belangrijke bijdrage kan leveren aan de voortzetting van het bestrijdingsprogramma. "Sinds de val van het communisme komt men steeds moeilijker aan geld om dit programma voort te zetten. Een goedkoper alternatief is dan ook zeer welkom." ●