

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

