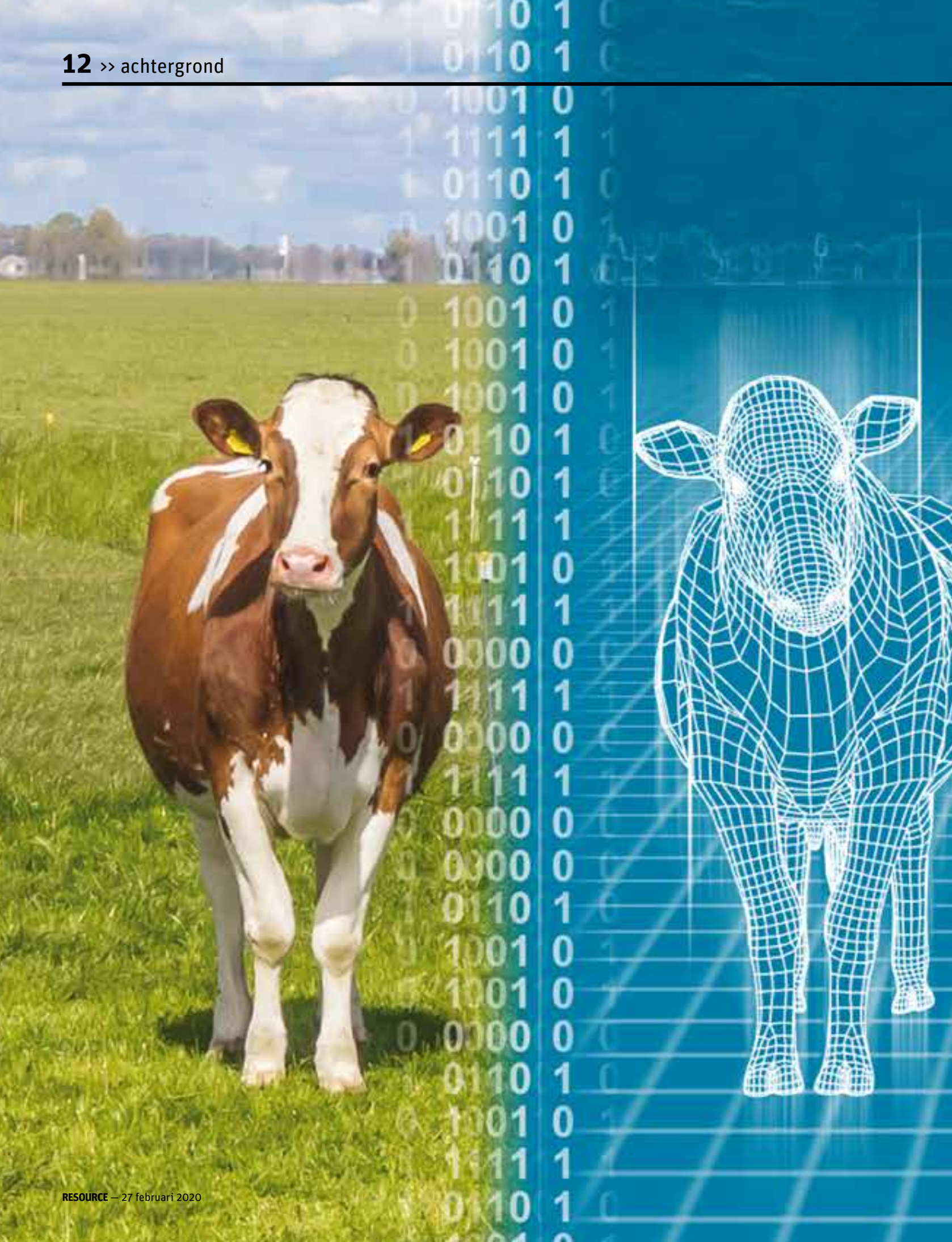


WUR investeert vier miljoen euro in zelflerende modellen

Een babyboom van digitale tweelingen

Digitale tweelingen duiken overal op: in de auto-industrie, de transportsector en de bouw. Inmiddels is ook WUR in afwachting van haar eerste *digital twin* in tomatenkassen, voedingsapps en boerderijen. Wat is een *digital twin* en wat hebben we eraan?

tekst Tessa Louwerens *Illustraties* Paul Gerlach, Shutterstock

'*Houston we have a problem*.' Met zweetdruppels op het voorhoofd probeert astronaut Ken Mattingly, gespeeld door Gary Sinisi, de juiste opstartsequentie te vinden. Het is een zenuwslopende scène uit de film *Apollo 13*. Vlak na de lancering van het ruimteschip in 1970 ontploften een paar zuurstoftanks. Tijdens de reddingsmissie die volgde, vormde de replica die NASA van Apollo 13 had gebouwd een belangrijke rol omdat de ingenieurs vanaf de grond alle mogelijke oplossingen konden uittesten zonder directe schade te berokkenen aan de astronauten aan boord.

De replica van Apollo 13 is een voorbeeld van een digitale tweeling. Dergelijke replica's duiken steeds vaker op en ook WUR gaat ermee aan de slag. Maar wat is digitale tweeling eigenlijk precies? 'Het is een virtuele weergave van een individueel object of een systeem in de echte wereld', dicteert Dick de Ridder, hoogleraar Bio-informatica. 'Daarbij worden verschillende technologieën gebruikt zoals 3D-simulaties, big data-analyse, sensoren en kunstmatige intelligentie.' Zo slaat de digitale tweeling een brug tussen de fysieke en de digitale wereld.

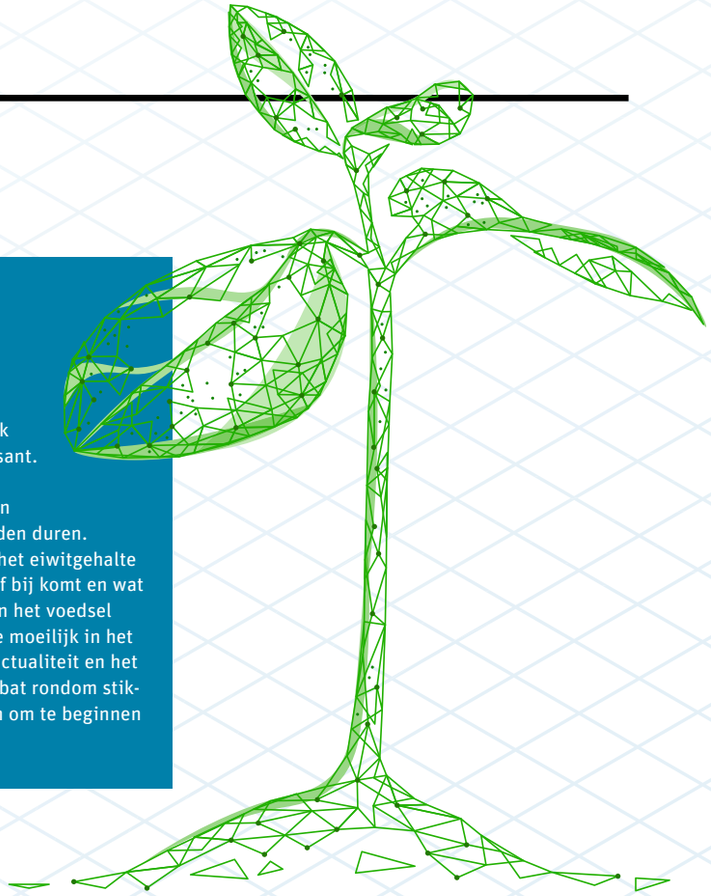
De Ridder is coördinator van het investeringsthema Digital Twins, waar WUR bijna vier miljoen euro in steekt voor drie projecten (zie kaders). 'We hebben projecten geselecteerd die een grote wetenschappelijke en maatschappelijke impact kunnen hebben', zegt Willem Jan Knibbe, mede-coördinator en hoofd van het Wageningen Data Competence Center (WDCC), dat onderzoekt hoe de universiteit Digital Twins een plek kan geven in haar data-gedreven onderzoek.

LEVENDE ORGANISMEN

Tot nu toe werden digitale tweelingen voornamelijk gebruikt in de industrie, zoals transport en bouw. Fabrikanten kunnen complexe objecten als vliegtuigmotoren, auto's, treinen, boorplatformen en windtur-

JOUW VIRTUELE JIJ

Stel je voor dat jouw dokter een digitale kopie van jou in de computer heeft waarop hij een behandeling van ziektes kan uittesten. Klinkt futuristisch, maar dit scenario is niet zo ver weg. Tegenwoordig kloppen er al virtuele harten op de PC en ook van andere organen zijn al realistische computermodellen. Universiteiten, ziekenhuizen en bedrijven van over hele wereld, waaronder Nederland, werken binnen het Europese onderzoeksconsortium CompBioMed aan het project *Virtual Humans* om de eerste virtuele mens te maken.





DE DIGITALE BOER

Onderzoeker Thomas Been van Agrosystems Research en zijn team van onder andere economen, dier-, bodem- milieu en datawetenschappers, bouwen de digitale boerderij van de toekomst. De onderzoekers baseren die digitale boerderij op real-time informatie van de echte boerderij. Been: 'Denk aan drones die over de akker vliegen, satellietgegevens en sensoren in de bodem.'
Uiteindelijk willen de onderzoekers een dashboard ontwikkelen dat een digitale weergave geeft van de boerderij, zodat je in één oogopslag kan zien wat er gaande is. Dit is volgens Been interessant voor zowel telers als veehouders. 'Een boer ziet bijvoorbeeld direct of bijmesten nodig is, of wanneer het tijd is om de koeien naar een ander perceel te verplaatsen.' Ook voor onderzoekers is het interessant. 'Hiermee kunnen we scenario's doorrekenen en proeven uitvoeren die normaal gesproken jaren zouden duren. Bijvoorbeeld wat er gebeurt met het eiwitgehalte van het gras als er minder stikstof bij komt en wat dat betekent voor de kwaliteit van het voedsel voor de koeien. Dat zijn zaken die moeilijk in het veld te testen zijn.' Vanwege de actualiteit en het maatschappelijke en politieke debat rondom stikstof, richten de onderzoekers zich om te beginnen op de stikstofcyclus.

bines eerst digitaal testen, voordat deze worden geproduceerd. Inmiddels worden al stappen gezet naar simulaties van gebouwen, fabrieken en zelfs steden: zo werken onderzoekers nu aan een digitale tweeling van het Britse Newcastle die de stad moet helpen om snel en adequaat te reageren op overstromingen.
Een auto is één ding, maar een levend organisme of een ecosysteem is andere koek. 'Omdat daar zo ontzettend veel factoren een rol spelen, is het een stuk ingewikkelder om daar een digitale tweeling van te maken', zegt Knibbe. 'Maar dankzij de opkomst van onder andere sensortechnologie, het *internet of things* en de mogelijkheid om grote hoeveelheden data op te slaan en te analyseren, komt dit een stap dichterbij.'

'Willen we dat digitale tweelingen zelfstandig beslissingen gaan nemen?'

ZELFLEREND

Voor WUR is dit nog grotendeels onontgonnen terrein, vertelt Knibbe. 'Als wetenschappers willen voorspellen wat er gaat gebeuren, doen ze dat meestal aan de hand van modellen. Feit is dat veel systemen, zoals het klimaat, ongelofelijk complex zijn. Een model is dus altijd een benadering van de werkelijkheid en dus eigenlijk feitelijk onjuist.'
Een optie om dat te verbeteren is door achteraf aan de knoppen te draaien, om het model nauwkeuriger te maken. Maar wat als het model zichzelf kan corrigeren? De Ridder: 'Stel je hebt een akker waarvan je de bodemtemperatuur wilt weten. Je kunt dan een model voor een gemiddelde akker gebruiken, bijvoorbeeld op basis van de omgevingstemperatuur. Maar een model laat alleen zien wat zou kunnen gebeuren, niet wat daadwerkelijk gebeurt. Je kunt ook sensoren in die specifieke akker stoppen die meten wat de temperatuur daadwerkelijk is.'
En daar zit gelijk het belangrijke verschil tussen een 'gewone' modelsimulatie en een digitale tweeling. Die laatste wordt continu gevoed met real-time data, zodat het model meegroeit met de realiteit en laat zien wat er op dat moment gaande is. Daarnaast is de digitale tweeling gebaseerd op gegevens van die specifieke akker, in plaats van een verzameling data van verschillende akkers. Knibbe ziet nog meer mogelijkheden. 'Het mooist zou zijn om een *digital twin* te maken die zelflerend is. Die kan bijvoorbeeld de laatste sensorinformatie vergelijken met de voorspellingen van het model. Als de bodem warmer is dan het model voorspelt, kan het model zichzelf corrigeren. Dan maakt niet langer de mens, maar de computer zelf de algoritmes voor het model.'
Dat geeft ook weer stof tot nadenken. 'We moeten ons afvragen hoe ver we willen gaan. Willen we bijvoorbeeld dat digitale tweelingen zelfstandig beslissingen gaan nemen? We zien nu al de tendens dat boeren meer achter de computer werken dan in de stal. Zijn ze dan helemaal niet meer nodig? Of neemt techniek

alleen bepaalde taken over, zodat de invulling van het werk anders wordt?' Binnen het project is ook een zogenaamde "inclusiveness"-groep, die zich bezighoudt met deze sociale impact en ethische aspecten.'

ZINNIGE TECHNIEK

Naast deze ethische afwegingen, moeten ook nog technische hobbels genomen worden. 'Om een zo goed mogelijke tweeling te maken, moeten gegevens en modellen die nu los van elkaar staan, worden gecombineerd', vertelt Knibbe. 'Als dat lukt kan zo'n digitale tweeling meer en verregaandere inzichten bieden dan losse modelsimulaties.' Het combineren van die modellen is volgens hem nog niet zo makkelijk. 'Net als bij een ketting is ook een digitale tweeling zo sterk als de zwakste schakel. Dus als je wat mist, of de dataset is onnauwkeurig, dan heeft dat grote gevolgen voor de betrouwbaarheid. We werken daarom samen met veel verschillende disciplines en je merkt ook dat hierdoor meer verbinding ontstaat.'

'Op de digitale boerderij kunnen we proeven uitvoeren die anders jaren duren'

De Ridder sluit zich daarbij aan: 'Het is een prachtig concept met veel mogelijkheden. De uitdaging is om voldoende data van hoge kwaliteit te verzamelen zodat we er wat zinnigs mee kunnen. Het moet niet alleen een technisch snufje zijn. Er liggen plannen om digitale tweelingen te bouwen, maar een deel van de komende drie jaar wordt ook een zoektocht naar wat de meerwaarde ervan is binnen ons domein.'

VOEDINGSADVIES OP MAAT



Lydia Afman, onderzoeker bij Humane Voeding, werkt met haar team van biologen, toxicologen, economen en consumentonderzoekers aan een app voor persoonlijk voedingsadvies. Die app houdt bijvoorbeeld rekening met de bloedsuikerspiegel en de vetgehaltes in het bloed na de maaltijd, maar ook met factoren als gedrag en persoonlijke voorkeur, zoals vegetarisme of bepaalde religieuze overtuigingen.
In de eerste stap willen de onderzoekers voorspellen hoe verschillende personen reageren op vetten in de maaltijd. 'Of je man of vrouw bent, je leeftijd, of je net hebt gesport of niet, dat heeft allemaal invloed', vertelt Afman. De onderzoekers hebben al gegevens van bijna 500 mensen met overgewicht. Op basis van al deze data willen ze een app bouwen die persoonlijk voedingsadvies geeft en mensen helpt een gezonde keuze te maken. Afman: 'Omdat rekening wordt gehouden met persoonlijke voorkeur, is de kans groter dat iemand zich daadwerkelijk aan de adviezen houdt. We willen uiteindelijk toe naar een app op basis van een digital twin van de persoon die het gebruikt.' Met deze individuele gegevens kan de app bijvoorbeeld voorspellen hoe het vetgehalte in het bloed van deze persoon zal stijgen na een maaltijd, en daar de voedingsadviezen op afstemmen.



DE TOMAAT IN 3D



Onderzoeker Jochem Evers van de Plant Sciences Group en zijn team van onderzoekers van onder andere Social Sciences, Economic en Environmental Sciences werken samen aan een virtuele tomatenkas. 'Anders dan bij klassieke gewasmodellen, wordt dit *digital twin*model continu geüpdatet met wat er op dat moment gebeurt in de echte kas', vertelt Evers. 'Het model wordt daardoor steeds accurater.'
Met die gegevens kunnen de onderzoekers een digitaal 3D-model creëren van de kas en de planten en voorspellingen maken over de tomatenkas in de echte wereld. Evers: 'We kunnen bijvoorbeeld de groei voorspellen en op basis daarvan automatisch belichting, vochtigheid en temperatuur instellen, zodat de groei optimaal is.'
Tot op zekere hoogte kan dit ook met bestaande simulatiemodellen. Maar Evers denkt groter. 'Wat echt spannend zou zijn, is als we de *digital twin* kunnen gebruiken om bepaalde scenario's door te rekenen waarvoor we niet zo makkelijk een experiment kunnen opzetten. Bijvoorbeeld om te kijken wat er gebeurt met een ander soort glas in de kas, of bij gebruik van een nieuw tomatenras, misschien zelfs eentje dat nu nog niet eens bestaat.'