



WAGENINGEN UR
For quality of life

KENNIS-ONLINE

JAARGANG 8 - DECEMBER 2011

Wageningen UR-onderzoek voor EL&I

www.kennisonline.wur.nl

Hightech Systems & Materials

Nanotechnologie is teamsport

'Aandacht voor kansen én risico's'

Vijf kiemplantjes per seconde

Vangstverbod wolhandkrab is terecht



Wolhandkrabben op een Chinese markt. Nederlandse krabben bevatten teveel dioxine voor consumptie.

Het vangstverbod van wolhandkrabben dat sinds april geldt in veel Nederlandse wateren, is geen overbodige maatregel. De RIVM-RIKILT Frontoffice Voedselveiligheid heeft geconcludeerd dat door twee keer per jaar krabben uit deze gesloten wateren te eten, je al teveel giftige dioxines kunt binnenkrijgen.

Een Engelse publicatie over wolhandkrabben, twee jaar geleden, was voor Nederland aanleiding nog eens goed aan het beestje te gaan meten. Want het vlees van enkele in de studie onderzochte Nederlandse wolhandkrabben, bevatte teveel dioxines. De wolhandkrab is een Aziatische exoot, die sinds enkele decennia voorkomt zowel

langs de kust als in brakke en zoete wateren. Het was een belangrijke bijvangst voor palingvissers. Vooral in Chinese en Zuidoost-Aziatische restaurants staan de krabben op het menu. In 2010 stelden onderzoekers van IMARES en RIKILT, beide onderdeel van Wageningen UR, vast dat de krabben ook op andere locaties

dan die in de Engelse studie veel dioxines en dioxineachtige PCB's bevatten. Daarop besloot de overheid tot een vangstverbod in diverse Nederlandse wateren. In aanvulling daarop vroeg de nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit (nVWA) deze zomer aan de RIVM-RIKILT Frontoffice Voedselveiligheid om een oordeel over het risico dat consumenten zouden lopen als ze het bruine en witte vlees van de wolhandkrab toch zouden eten. 'Op dit moment bestaat alleen voor het witte vlees een Europese norm voor dioxine, omdat gedacht werd dat bij krabben alleen het witte vlees werd gegeten', vertelt Ron Hoogenboom van RIKILT die betrokken was bij de risico-beoordeling. 'Nu is gebleken dat bij deze relatief kleine krab de inhoud van het hele lijf wordt gegeten, lopen we er tegenaan dat er geen norm voor het bruine vlees of alle vlees samen bestaat. Maar dat er geen norm is, wil niet zeggen dat je alles veilig kunt eten. Daar is die risicobeoordeling voor. Als je weet dat iets onveilig is, ben je verplicht maatregelen te nemen.' Het vangstverbod beschermt consumenten dus tegen ontoelaatbare inname van dioxines, dioxine-achtige PCB's en mogelijk ook andere stoffen zoals cadmium. De uitkomsten van het onderzoek geven verder aanleiding tot een verzoek om aanpassing van Europese wetgeving voor krabben-vlees. De onderzoekers zijn ondertussen bezig met een vervolgstudie op meer locaties.

COLOFON

Kennis Online is een uitgave van Wageningen UR. De nieuwsbrief is voor EL&I-medewerkers en anderen die belangstelling hebben voor het beleidsrelevante onderzoek van Wageningen UR. Naast het maandelijkse magazine verschijnt er iedere twee weken een elektronische nieuwsbrief.

Uitgever

Wageningen UR, Postbus 9101, 6700 HB Wageningen

Tekst en realisatie

Bureau Bint, Wageningen. www.bureaubint.nl

Fotografie

Theo Tangelder, Tamara Reijers en Wageningen UR

Vormgeving

Wageningen UR, Communication Services

Redactiecommissie

Frank Bakema, Frans Kampers, Lotte Kerkhoven, Jelle Maas, Henk Slijkhuis, Sjaak Wolfert en Rick van de Zedde

Redactieadres

Wageningen UR, Communication Services
T.a.v. Kennis Online, Postbus 409, 6700 AK Wageningen
www.kennisonline.wur.nl E-mail: kennisonline@wur.nl
Telefoon: 0317 - 48 54 74

KIES VOOR KENNIS-ONLINE

Voor alle informatie over onderzoek van Wageningen UR voor het ministerie van EL&I

Internet <ul style="list-style-type: none">Nieuws & agendaProjectinformatieOnderzoeksresultatenArchiefHelpdesk EL&I-kennisvragen	Magazine <p>Maandelijkse uitgave met achtergronden over de thema's:</p> <ul style="list-style-type: none">Landelijk gebied en natuurDuurzame productieKetens, voedsel & diergezondheid	E-news <p>Iedere twee weken het actuele nieuws in uw mailbox.</p>
---	---	--

Abonneren op het magazine en e-news is kosteloos! Kijk op www.kennisonline.wur.nl

‘Nanotechnologie is teamsport’

Innoveren in de nanotechnologie is teamsport, vindt Han Zuilhof, hoogleraar Organische chemie aan Wageningen University, onderdeel van Wageningen UR. Zelf werkt hij met bedrijven en kennisinstellingen aan een chip die longziektes bij kinderen opspoot. Zuilhof vreest dat nieuwe vormen van onderzoeksfinanciering dit soort teamwerk ondergraven.

Zuilhof was de laatste jaren erg succesvol bij het aantrekken van financiering voor zijn onderzoek. Hij leidt onder andere een project in een onderzoeksprogramma van NanoNextNL, een consortium van bedrijven en onderzoeksinstellingen. Zuilhof werkt daarin onder meer aan de ontwikkeling van een chip die longziektes opspoot.

De samenwerking laat volgens hem zien hoe universiteiten en bedrijven het best kunnen samenwerken. Chipfabrikant NXP wil siliciumchips geschikt maken voor het meten van de aanwezigheid van biomarkers, stoffen die aantonen of een patiënt ziek is of niet. NXP is een wereldspeler op chipgebied, maar heeft niet de biologische en chemische expertise in huis om die biomarkers op te sporen. Zuilhof werkt daarom aan methoden om het oppervlak van de chips zo te bewerken dat antilichamen eraan kunnen hechten. Die antilichamen zijn gericht op stoffen die voorkomen bij patiënten met bijvoorbeeld tuberculose.

Zuilhof maakt de antilichamen niet zelf, dat doet het Wageningse onderzoeksinstituut Plant Research International, dat daarbij geholpen wordt door het Nijmeegse Radboudziekenhuis en het Koninklijk Instituut voor de Tropen. Het bedrijf LioniX zorgt er vervolgens voor dat de chip in een praktische behuizing wordt gestoken, waarbij microkanaaltjes het monster naar de kleine meetcelletjes op de chip leiden. Het grote verschil met bestaande meetmethoden is dat de chip onmiddellijk een signaal geeft. In theorie is het niet nodig om een monster naar het laboratorium te sturen en samples op kweek te zetten; een arts kan onmiddellijk aflezen of en welke longinfectie zijn patiënt heeft.

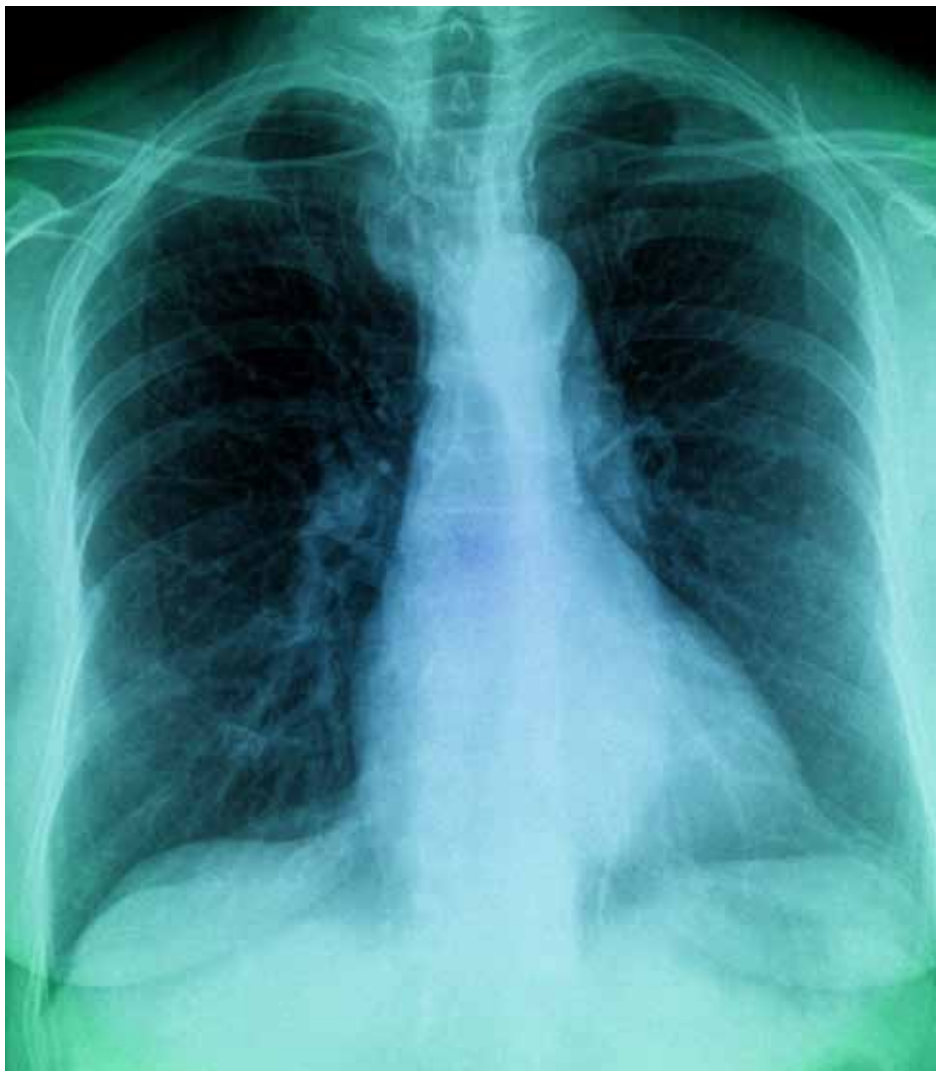
NXP maakt voor de chip innovatief gebruik van bestaande lithografietechnieken. De sensoren zijn 120 nanometer breed. Erg klein, maar vrij groot als je het vergelijkt met de 45-nanometerschaal waarop de nieuwste chips voor computers en mobiele telefoons worden gemaakt. Zuilhof: ‘Wat het voor NXP spannend maakt, is niet de lithografie – die hadden ze tien jaar geleden vast al onder de knie – maar de ontwikkeling van detectietechnieken: hoe detecteer je één molecuul? Ook het biojasje op de chip is een behoorlijke

innovatie voor een bedrijf dat doorgaans vooral met silicium en transistoren werkt.’ Het belangrijkste voordeel van de nanoschaal waarop de chip wordt ontworpen, is dat er heel veel sensoren op een klein oppervlak passen. De uiteindelijke uitslag van de test hangt daarom niet af van één meting, maar van vele duizenden herhalingen. ‘Dat maakt de betrouwbaarheid veel groter’, zegt Zuilhof. Bovendien biedt de chip de mogelijkheid om meteen controlemonsters mee te nemen in de analyse, wat het risico op vals positieve of vals negatieve tests verkleint. De nanotechnologie biedt bovendien een hogere gevoeligheid. Door één

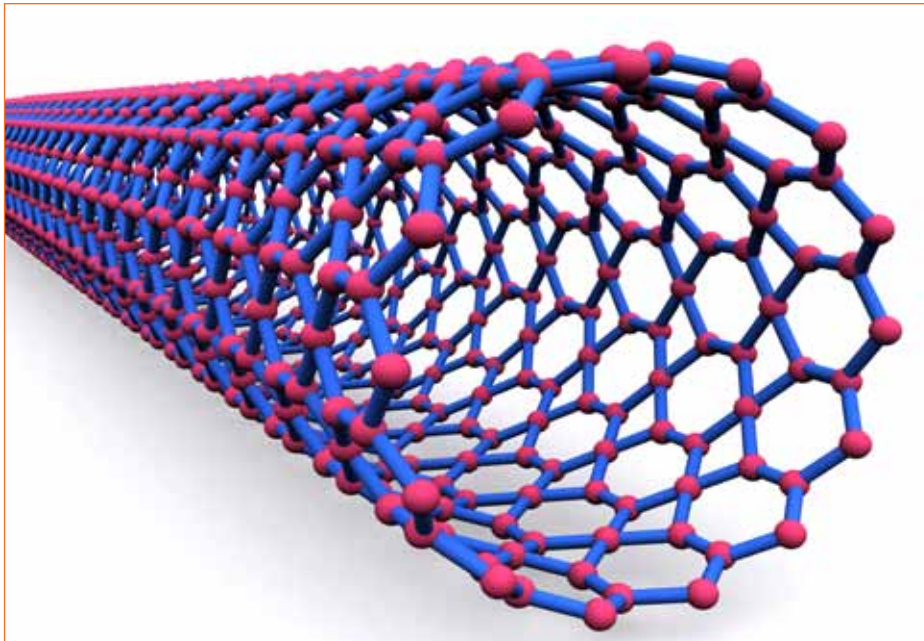
laagje moleculen aan te brengen op een oppervlak, krijg je een sterker elektrisch signaal dan bij een dikkere laag.

Financiering

Het onderzoek van Zuilhof wordt gefinancierd door NanoNextNL, dat op haar beurt geld heeft ontvangen uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES). Dat fonds gaat verdwijnen, en wordt vervangen door het topsectorenbeleid van het ministerie van Economische zaken, Landbouw & Innovatie. Hoewel het kabinet ook heeft aangegeven dat het nanotechnologie belangrijk vindt, en de



Wageningen UR en chipfabrikant NXP werken aan chips die longinfecties snel opsporen.



Koolstofnanobuisjes blijken in muizen ontstekingsreacties op te wekken in de longen.

ontwikkeling ervan wil blijven stimuleren, ziet Zuilhof het verdwijnen van het FES met lede ogen aan. 'Ik maak me zorgen over de mogelijkheden om dit soort projecten te doen in de toekomst. Deze combinatie van deelnemende bedrijven is echt nodig. Het maken van de juiste kanaaltjes is geen wetenschap, maar wel engineering van hoog niveau. Dat hebben wij zelf niet in huis. Aan het project werken twee

ai-o's en een postdoc, en vier mensen bij de deelnemende bedrijven. Die kwamen vooral samen omdat we gezamenlijk een onderzoeksvoorstel moesten opstellen. Ik ben bang dat de overheid in de toekomst innovatie vooral wil stimuleren met belastingvoordelen voor individuele bedrijven. Daarmee verklein je de kans om bedrijfs- of instellingsoverstijgend samen aan vernieuwingen te werken.'

De nanobrief van september, waarin de regering het beleid over de nanotechnologie uiteen zette, besteedt ook veel aandacht aan consumentenacceptatie en de risico's van nanotechnologie. De gemiddelde consument lijkt zich weinig zorgen te maken over nanotechnologie. Sterker nog, een groot deel van de Nederlandse bevolking heeft geen idee wat de term inhoudt. De inmiddels opgeheven Commissie Maatschappelijke Dialoog Nanotechnologie liet eind 2010 onderzoeken hoe het Nederlandse publiek stond tegenover de nanotechnologie. Vooralsnog zijn mensen die weten wat nanotechnologie is, niet erg bezorgd over mogelijke risico's. Ze denken vooral aan computerchips of toepassingen in de medische sector, blijkt uit het onderzoek. Maar zij vormen een minderheid; slechts 36 procent van de Nederlanders denkt te weten wat het begrip inhoudt.

En daarin schuilt wellicht een risico. Mocht in de toekomst blijken dat bepaalde nanodeeltjes schadelijk zijn, dan zullen ongeïnformeerde consumenten wellicht alle nano op een hoop gooien en geen verschil maken tussen het brede begrip nanotechnologie en de mogelijk schadelijke nanodeeltjes. De publieke opinie zou door een incident kunnen omslaan, zoals in Europa ook gebeurde rond biotechnologie in de jaren negentig.

De Consumentenbond houdt zich actief bezig met nanotechnologie. De bond ziet voor- en

Onderzoek in NanoNextNL

NanoNextNL is een consortium van meer dan honderd bedrijven, universiteiten, kennisinstituten en universitaire medische centra, dat zich richt op onderzoek op het gebied van de micro- en nanotechnologie. De omvang van het programma is 250 miljoen euro, waarvan de helft wordt bijgedragen door de deelnemers en de andere helft door het ministerie van EL&I.

NanonextNL telt 27 programma's. Drie ervan hebben projectleiders uit Wageningen.

Han Zuilhof leidt Integrated Microsystems for Biosensing, waarin wordt gezocht naar chips die snel ziektes opsporen. Naast de chip die hij ontwikkelt met NXP (zie artikel) werkt hij aan een micropetrischaal waar ziekmakende bacteriën snel op te kweken zijn.

Maarten Jongma van Plant Research International is leider van het programma Food process monitoring and product quality assessment. Hij onderzoekt nieuwe meetmethodes in voedsel (zie ook pagina 7). De sensoren die worden ontwikkeld, moeten in de toekomst bijvoorbeeld ziekteverwekkers in voedsel op kunnen sporen en vluchtige stoffen kunnen waarnemen die aangeven dat een product bederft.

Hoogleraar Levensmiddelenproceskunde Remko Boom leidt tot slot Food products and processes en doet onderzoek naar nanostructuren die de smaak en de textuur van voeding bepalen. Hij hoopt onder meer eiwitten en vetten zo te kunnen structureren, dat uit plantaardige eiwitten betere vleesvervangers en lightproducten gemaakt kunnen worden.

Collega's onderzoeken in zijn project de mogelijkheden om gezonde stoffen te verpakken in nanobolletjes, zodat ze op de goede plaats in het maagdarmkanaal vrijkomen.



Toekomstmuziek? Mayonaise die met behulp van nanotechnologie minder vet is. (ontwerp Frans Kampers)

nadelen en wil dat consumenten beter voorlicht worden over de aanwezigheid van nanodeeltjes in producten. Producenten zouden de aanwezigheid van nanodeeltjes in ieder geval moeten melden op hun verpakking. De achterdocht voor de deeltjes is volgens Zuilhof terecht. Van verschillende deeltjes is aangetoond dat ze schadelijk zijn. Koolstofnanobuisjes blijken bijvoorbeeld in muizen ontstekingsreacties op te wekken in de longen, die een voorstadium kunnen zijn van kanker.

Hema

Komen koolstofnanobuisjes niet veel voor in consumentenproducten, nanozilver is wijder verspreid. Kleine zilverdeeltjes vormen een effectief antibacterieel middel. De metaaldeeltjes zijn funest voor de bacteriën, en kunnen zo oppervlakten schoonhouden. Bij de Hema liggen sokken met nanozilverdeeltjes. Omdat de deeltjes bacteriën doden, voorkomen ze het ontstaan van voetgeur. De zilverdeeltjes zitten ook in wasmachines, opbergdozen voor voedingsmiddelen en medische toepassingen. 'Zilverdeeltjes zijn heel efficiënt in het doodmaken van bacteriën en andere cellen, en daar stoppen ze niet mee als ze uit je sokken zijn verdwenen na honderd keer wassen en zijn weggelekt naar het milieu. Zilverdeeltjes zijn ook aangeprezen voor gebruik in desinfecterende verf voor ziekenhuizen. Dat was natuurlijk een prachtig idee; je voorkomt in potentie heel wat infecties. Maar ook die verf lekt nanodeeltjes, en we weten niet zeker wat de gezondheidsrisico's daarvan op langere

termijn zijn. Het zou beter zijn te zoeken naar alternatieven die dat nadeel niet hebben.' Berichten over nanodeeltjes doen veel mensen denken aan asbestvezels. Die vergelijking is niet helemaal uit de lucht gegrepen. Lange koolstofnanobuisjes hebben vergelijkbare afmetingen als asbestvezels, maar voor de meeste deeltjes gaat de vergelijking mank. Zilverdeeltjes en andere bolletjes hebben een andere vorm en andere eigenschappen dan asbestvezels. De meeste nanodeeltjes zijn niet giftig. De elektrische lading lijkt een belangrijke factor die bepaalt of deeltjes schadelijk zijn voor de gezondheid of niet. Zuilhof doet daar samen met Wageningse toxicologen ook onderzoek naar: 'Wij werken bijvoorbeeld met silicium of plastic nanobolletjes. Deeltjes met een positieve lading lijken wel toxisch, die met een negatieve niet.' De discussie over de toxiciteit van nanodeeltjes is niet alleen relevant voor relatief eenvoudige toepassingen van nanotechnologie zoals zilverdeeltjes. Ook hightech ontwikkelingen in de medische wetenschap hebben er mee te maken. Zuilhof: 'Er gebeurt veel onderzoek naar zogenoemde multimodale nanodeeltjes, naar deeltjes die verschillende functies in zich verenigen. Ze zijn bijvoorbeeld fluorescent, zodat je ze met optische apparatuur kunt volgen, en hebben tegelijkertijd eigenschappen waardoor je ze goed kunt zien met een MRI-scanner. Daarbij bevatten ze bijvoorbeeld een stof tegen tumoren en een middel dat er voor zorgt dat het deeltje naar de plek gaat waar je hem graag wilt hebben. Er verschijnen nu



Amerikaans kostuum met nanozilver.

bijna dagelijks wetenschappelijke artikelen over zulke deeltjes. Dus is het heel relevant om ook meer te weten te komen over de gezondheidseffecten van kleine deeltjes. Wat kan wel, en waarmee loop je risico? Ik denk dat we veel plussen mogen verwachten van de nanotechnologie, en ook zeker van nanodeeltjes, maar dit is één van de potentiële minnen waar je wel oog voor moet hebben.'

Contact: han.zuilhof@wur.nl
0317 - 48 23 61

Hoe gevaarlijk zijn nanodeeltjes?

Hans Bouwmeester van RIKILT doet onderzoek naar de giftigheid van nanodeeltjes. Binnen NanonextNL werkt hij aan onderzoek naar hoe goed darmen, longen en andere barrières in het menselijk lichaam in staat zijn om nanodeeltjes tegen te houden, samen met RIVM, Wageningen UR, TNO, UvA, Philips Innovation Services. Daarnaast werkt RIKILT aan de opzet van een beslissondersteunend systeem voor beleidsmakers. Dit moet efficiënt de bestaande kennis over verschillende typen nanodeeltjes gaan bundelen. Buiten NanonextNL werkt Bouwmeester met collega's al een paar jaar aan methoden

om de hoeveelheid nanodeeltjes in weefsel en voeding te meten. 'Mocht er discussie ontstaan over eventuele risico's van deeltjes, dan wil je in ieder geval geen discussie over de vraag of er deeltjes aanwezig zijn en hoeveel', licht Bouwmeester toe. Verder werkt hij aan manieren om in te kunnen schatten welke effecten deeltjes hebben in cellen en weefsels. 'Regelmatig verschijnen er studies over nanodeeltjes die opduiken in cellen. De vraag is of die studies zijn opgezet om gevaar aan te tonen, bijvoorbeeld door cellen te gebruiken die makkelijk deeltjes opnemen, of dat er echt iets aan de hand is. Wij bouwen met ons onderzoek de expertise op die de

overheid in staat stelt om goed gefundeerd te reageren op toekomstige berichten over nanodeeltjes. 'Algemene conclusies over deeltjes wil Bouwmeester niet trekken. Of een deeltje potentieel toxisch is hangt van veel factoren af. Je moet het van geval tot geval bekijken.' Het onderzoek naar nieuwe toxicologische en analytische meetmethoden is onderdeel van het kennisbasisonderzoek en het beleidsondersteunende onderzoek van het ministerie van EL&I.

Contact: hans.bouwmeester@wur.nl
0317 - 48 02 82

'Aandacht voor kansen én risico's'

Aandacht voor kansen én risico's. Dat is de lijn waarlangs de overheid nanotechnologie stimuleert, vertelt Karin Jongkind, die zich op het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie bezig houdt met nanotechnologie. Burgers kunnen zich in deze lijn vinden, blijkt uit de maatschappelijk dialoog die is gehouden.

Waarom heeft het kabinet aandacht voor nano?

'Nanotechnologie houdt grote economische potenties en beloften in voor veel maatschappelijke sectoren. Het kan een aanzet geven voor allerhande innovaties; van bodemsanering, waterzuivering en efficiënte energie-opwekking tot snel bloedonderzoek en een sticker die de houdbaarheid van een product aangeeft. In 2008 is daarom het actieplan nanotechnologie uitgebracht, met als één van de doelen het opstellen van een onderzoeksagenda en een businessplan.

Naast kansen zijn er ook risico's en ethische en juridische vragen; je moet kansen verantwoord benutten. In het actieplan was daarom ook aandacht voor bijvoorbeeld verankering van nanotechnologie in EU-regelgeving en de ontwikkeling in internationaal verband

van methoden voor risicobeoordeling. Nederland heeft sterke industriële spelers als Philips, ASML, FEI, DSM en Akzo, en veel innovatieve mkb'ers. Een subsidie in 2004 van 95 miljoen voor het NanoNed-consortium heeft de kennispositie van universiteiten en instituten fors versterkt. Internationaal staat ons land nu op een derde plaats op het gebied van nanotechnologie, achter de Verenigde Staten en Zwitserland. Die kennispositie willen we graag verder verzilveren.'

Wat heeft het actieplan opgeleverd?

'Door het actieplan is beleid en onderzoek op het gebied van kansen en risico's van nanotechnologie stevig neergezet. Voor de onderzoeksagenda is in totaal 207 miljoen beschikbaar. Een belangrijke pijler is het programma NanoNextNL, dat dit jaar van start is gegaan.

Het programma heeft massa, er participeren zo'n dertig kennisinstellingen en honderd bedrijven, waarvan tachtig uit het mkb. We zien ook een stijging van het aantal bedrijven dat zich bezighoudt met nanotechnologie, ondanks de crisis. NanoNextNL heeft een totaalbudget van 250 miljoen tot en met 2015. De helft komt van bedrijven en kennisinstellingen, de andere helft van de overheid. Meer dan eerdere programma's heeft NanoNextNL oog voor praktische toepassingen en maatschappelijke ontwikkelingen.'

Hoe wordt gewerkt aan risicobeheersing?

'Van de onderzoeksagenda van 207 miljoen, wordt in totaal 22 procent ingezet voor risico-onderzoek, inclusief *technology assessment*. Binnen NanoNextNL komt dat neer op 28 miljoen, binnen NanoLabNL op 18,5 miljoen. Verder is het belangrijk dat de Europese commissie in oktober, na een brede consultatie, eindelijk heeft gedefinieerd wat nanomaterialen zijn. Daardoor kan nu gewerkt gaan worden aan regelgeving in Europa die uitgaat van eenzelfde definitie, wat een gelijk speelveld voor de bedrijven mogelijk maakt. Dat was ook de inzet van het kabinet. De opgestelde definitie richt zich op grootte en niet op specifieke eigenschappen voor nanodeeltjes, en het maakt niet uit of het materiaal doelbewust of per toeval is ontstaan of zelfs een natuurlijk materiaal is. We gaan nu kijken naar de consequenties van die keuzes, samen met het bedrijfsleven, onderzoekers en ngo's.'

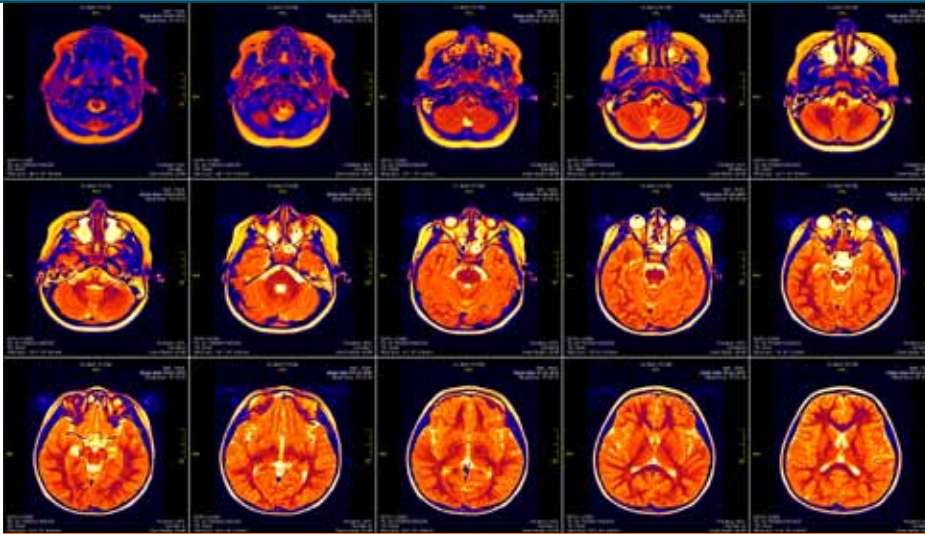
Wil de burger ook met nano verder?

'Op advies van de Gezondheidsraad is in 2009 en 2010 een maatschappelijk dialoog gehouden, onder leiding van oud-NWO-voorzitter Peter Nijkamp. Die laat zien dat burgers verantwoord verder willen met nanotechnologie. Ze staan open voor de nieuwe mogelijkheden die de technologie kan bieden. Tegelijk vinden ze aandacht voor risico's belangrijk. De samenleving is voorzichtiger als het gaat om toepassingen die dicht op de huid komen, zoals voeding en cosmetica. Dat is precies van waaruit we het beleid zijn gestart: vanuit kansen en risicobeheersing. Nanotechnologie grijpt in op allerlei zaken; van energie, water, voedsel, chemie tot medische toepassingen. Afhankelijk van de toepassing wordt steeds duidelijk of er ethische vraagstukken bij komen kijken of niet.'



Karin Jongkind: 'Het aantal bedrijven dat zich bezighoudt met nanotechnologie stijgt, ondanks de crisis.'

Beter MRI-beeld door nanobolletjes



Wageningse chemici werken aan nanodeeltjes die niet giftig zijn, maar wel zorgen voor beter contrast op MRI-scans.

Om het contrast bij MRI-scans te verhogen, maken medici gebruik van gadolinium. Het zeldzame metaal geeft scherpe beelden, maar heeft een belangrijk nadeel: het is giftig voor lever en nieren. Wageningse onderzoekers proberen het metaal daarom veilig te verpakken in nanobolletjes.

Fysisch chemicus Jasper van der Gucht vond een paar jaar geleden een manier om metaal-ionen zoals gadolinium aan elkaar te rijgen tot een lange ketting. Recenter onderzoek van promovendus Junyou Wang, net als Van der Gucht verbonden aan het Laboratorium voor fysische chemie en kolloïdkunde van

Wageningen University, onderdeel van Wageningen UR, laat zien dat je die slierten met ionen zo kunt opfrömmelen dat er een bolletje van ongeveer 20 nanometer ontstaat. De bolletjes hebben niet alleen als voordeel dat ze waarschijnlijk minder giftig zijn, omdat de schadelijke gadolinium-ionen worden afge-

schermd, ze bieden ook nieuwe mogelijkheden. Van der Gucht: 'Uit de bolletjes komen kleine sliertjes die zich lenen om er bijvoorbeeld antilichamen aan te hangen.' Die antilichamen kunnen ervoor zorgen dat de bolletjes zich hechten aan een tumor of ander weefsel. Van der Gucht en Wang hebben inmiddels laten zien dat de bolletjes een beter contrast geven dan de huidige contrastmiddelen. De vraag is nu of ze ook echt veiliger zijn, zoals de theorie doet vermoeden. De eerste tests geven wat dat betreft goede hoop. 'De ionen lekken in ieder geval niet uit de bolletjes als we ze in het laboratorium mengen met bloedserum. Maar om aan te tonen dat ze honderd procent veilig zijn, hebben we meer bewijs nodig. Dat gaan we nu verzamelen in het lab en later in proefdieren. De contrastmiddelen worden ook gebruikt in gezonde mensen. Bij de behandeling van kanker kun je je nog een beperkt risico permitteren om het grotere kwaad te bestrijden, maar bij gezonde mensen wil je zeker weten dat ze niet ziek worden door een scan.'

Het bedrijfsleven heeft interesse getoond in het onderzoek, maar wil volgens Van der Gucht eerst meer zekerheid over de toxiciteit voordat ze investeren.

Contact: jasper.vandergucht@wur.nl
0317 - 48 30 66

Chip helpt werkzame stoffen te vinden

Een tong, neus, darm en brein samen op een plaatje niet groter dan je pink. Daar komt het op neer bij de chip die is ontwikkeld voor onderzoek naar de werking van stoffes in planten en voedingsmiddelen bij mensen. De chip biedt nieuwe kansen voor onderzoek naar smaak en gezondheid van voedsel en genetische verschillen tussen mensen.

Op het plaatje zitten receptoren van gekoppelde G-eiwitten, die veel processen in de cel regelen. De receptoren geven signalen door van buiten de cel, en zetten cellen aan tot reacties. Omdat receptoren zo je fysiologie beïnvloeden, zijn medicijnen vaak gericht op die receptoren. Maar ook voor het onderscheiden van smaak en geur heeft ons lichaam al vierhonderd verschillende receptoren in gebruik.

Met het Making Sense platform, zoals de chip is genoemd, wordt nu gewerkt aan smaak in brede zin. Niet alleen aan bitter en zoet, maar ook heet en koud. Heet komt bijvoorbeeld door peper, koud door menthol. 'Je zenuwen laten

je kou waarnemen, maar ook menthol kan dat neurologische signaal opwekken via dezelfde receptor', vertelt Maarten Jongtsma van Plant Research International (PRI), onderdeel van Wageningen UR. 'Planten hebben stoffen die zo'n effect kunnen imiteren, en bijvoorbeeld een insect het gevoel geven dat iets te koud of warm is. Daar zijn we als Plant Sciences Group naar op zoek: naar verbindingen in planten die mogelijkheden bieden voor de voedingsindustrie en de farmaceutische industrie. Sommige planten hebben bijvoorbeeld medisch relevante werking. Maar door welke stoffen dat komt is vaak niet goed bekend. Met deze chip kun je dat snel en direct met een microscoop meten.'

Voor de analyse heb je genoeg aan slechts enkele microliters materiaal, nog geen tiende van een druppel water. Jongtsma: 'Die kun je op de chip direct meten tegen honderden receptoren. Zo kun je snel ontdekken welke verbinding in een extract interessant is. Grotere hoeveelheden zuiveren is ook onnodig. Samen bespaart dat veel kosten.'

Het prototype van de chip is de afgelopen jaren ontwikkeld door onderzoekers van PRI en de leerstoelgroep Plantencelbiologie, samen met het Twentse bedrijf Micronit Microfluidics BV. In vervolgonderzoek, binnen NanoNextNL en het Overijsselse PidON, wordt de chip samen met bedrijven en Wageningen UR Food & Biobased Research verder ontwikkeld en toepasbaar gemaakt.

Contact: maarten.jongtsma@wur.nl
0317 - 48 09 32

Nanoweegschaal voor gluten



Een predictortest moet in de toekomst aangeven of een product gluten bevat of niet.

Wageningse chemici werken aan de ontwikkeling van een minuscule weegschaal op een chip. Mocht hij de verwachtingen waarmaken, dan kan de nanoweegschaal kleine hoeveelheden allergenen in voedsel meten, en misschien ook stoffen in het bloed die in een vroeg stadium auto-immuunziekten verraden.

Chemicus Teris van Beek kan niet zeggen hoe de nanoweegschaal precies werkt. Het Duitse Fraunhofer instituut waar hij mee samenwerkt is nog bezig met een patentaanvraag. 'Het is een test die in staat is om bepaalde stoffen te binden en direct het gewicht ervan te meten', licht Van Beek toe, zelf verbonden aan het Laboratorium voor organische chemie van Wageningen University, onderdeel van Wageningen UR. Zo zou de test razendsnel moeten kunnen bepalen of en hoeveel gluten er in een potje jam zitten. 'We denken uiteindelijk aan twee toepassingen: een simpele die werkt als een predictortest, en een *high-end* test die ook in staat moet zijn om nauwkeurig de concentratie van een bepaalde stof kunt meten.' Net als bij een elektronische weegschaal thuis, zou de test direct afleesbaar moeten zijn.

Het idee voor de nanoweegschaal kwam van fysici van het Duitse Fraunhofer instituut. Nederlandse wetenschappers in Wageningen en Nijmegen werken nu samen met de Duitsers aan een werkend model. 'Wij werken in Wageningen aan de behandeling van het oppervlak van de sensor. We brengen er spacers op aan, een soort armpjes die dienen voor de aanhechting van bijvoorbeeld antilichamen.' Die antilichamen vangen specifieke stoffen, waarna de sensor de hoeveelheid aanwezige stof weegt. Het onderzoeksproject is nu, na twee jaar, halverwege. De eerste prototypes hebben laten zien dat het principe werkt. Labtesten in onder andere Wageningen moeten laten zien of de tests ook gevoeliger zijn dan concurrerende bestaande technologieën, zoals *surface plasmon resonance*.

Of het gaat lukken om er een commercieel haalbare test mee te ontwikkelen, durft Van Beek niet te beloven. 'Als we van tevoren zouden weten dat het werkt, zou er al een fabriek staan. Van elke tien briljante ideeën, blijken er negen niet te werken. Het ziet er nu goed uit, maar we moeten afwachten of het onderzoek uiteindelijk leidt tot meetmethoden die gevoeliger en goedkoper zijn.'

Als het procedé blijkt te werken zijn er veel toepassingen voor te bedenken. In principe kun je er een groot aantal stoffen van biologische oorsprong mee kunt meten die in lage concentraties voorkomen. Van Beek: 'Bij ons werken twee promovendi aan de mogelijkheden. De één kijkt naar allergenen in voeding, de ander naar de kansen om de sensor te gebruiken om stoffen in het bloed waar te nemen die verband houden met de auto-immuunziekte Guillaume-Barré, een neuromusculaire aandoening.'

Contact:

teris.vanbeek@wur.nl
0317 - 48 23 76

Slimme voedselproductie met ICT

Betere toepassingen van ICT geven Europa een economische voorsprong. Dat is de gedachte achter het EU-project Future Internet. Wageningen UR coördineert het onderdeel agrifood. 'Er liggen grote vragen op het gebied van bijvoorbeeld online gegevensbescherming', vertelt Sjaak Wolfert van het LEI, onderdeel van Wageningen UR.

Vanachter de computer checkt de boer zijn akkers. Satelietbeelden tonen iedere vierkante meter, tot op gewasniveau. Sensoren op landbouwmachines geven aanvullende informatie, bijvoorbeeld over het stikstofgehalte in de bodem. Sommige collega's gebruiken onbemande vliegtuigjes, al zijn die duurder dan de sateliet-service. Wil de boer een stuk akker meer mest of gewasbeschermingsmiddel geven, dan klikt hij op een icoontje. Zijn landbouwmachines, met allemaal een IP-adres, vormen een netwerk. Ze communiceren met elkaar en kunnen taken van elkaar overnemen. Het toekomstscenario dat Wolfert schetst, doet aan als science fiction. Toch is het dichterbij dan we denken. Wolfert: 'Kassen en stallen hebben al veel sensoren. Bij het melken wordt er bijvoorbeeld al van alles

gemeten.' De LEI-onderzoeker coördineert het programma SmartAgriFood, een onderdeel van Future Internet. Partners in SmartAgriFood zijn de Spaanse supermarktketen Bonpreu en twintig ICT- en agrifoodbedrijven, landbouwmachinefabrikant John Deere, kennisinstututen en universiteiten.

Veel sectoren hebben eigen systemen, zoals de energiebedrijven en de ziekenhuizen. De EU pleit voor gezamenlijke oplossingen. 'Er spelen steeds meer zaken waar iedereen mee te maken heeft, zoals elektronisch zaken doen, beveiliging en privacy', legt Wolfert uit. Online data zijn moeilijk te beschermen. Denk aan de gehackte overheidswebsites die DigiNotar beveiligde. Omdat het vaak om persoonsgegevens gaat, kan ook de privacy in gevaar komen.

SmartAgriFood richt zich op slimme productie, agrologistiek en *smart food awareness*, zoals begeleiding van de consument bij het maken van gezonde voedingskeuzes. Dan krijg je in de supermarkt suggesties, gebaseerd op je persoonlijk profiel met onder meer allergieën en sportactiviteiten. Dit jaar zijn de behoeften geïnventariseerd en is een begin gemaakt met de ontwikkeling van internettoepassingen. De volgende fase kent vijf grootschalige trials op bedrijven. Tussen de verschillende programma's van Future Internet vindt kruisbestuiving plaats. De toepassingen zijn gericht op de agrosector, maar zullen vaak ook van belang zijn voor alle sectoren. Wolfert: 'Future Internet levert waarschijnlijk geen rigoreus andere technologie op, maar vooral meer en betere toepassingen. Het is spannend. We zijn zelf ook benieuwd wat er uiteindelijk in 2015 ligt.'

Informatie: www.smartagrifood.eu
Contact: sjaak.wolfert@wur.nl
0317 - 48 59 39

Eerder toegang tot nieuwe technologie

De nieuwste geavanceerde apparatuur bereikbaar maken voor zoveel mogelijk onderzoekers van Wageningen UR én van bedrijven. Dat doet het Centre for Advanced Technology AgroFood.

CAT-AgroFood heeft dankzij het ministerie van EL&I en de provincie Gelderland een budget van 18,8 miljoen euro, om in vijf jaar te investeren in kostbare en geavanceerde apparatuur voor innovatief agrofoodonderzoek. Onder drie voorwaarden: de apparatuur moet veel gebruikt gaan worden, zowel door onderzoekers van Wageningen UR als door bedrijven, en Wageningen UR brengt ook eigen faciliteiten in voor gebruik door derden, zoals een nieuw type elektronenmicroscopie en de nieuwste massaspectrometer. Iedereen betaalt slechts voor zijn eigen gebruik.

Het centrum is bij Wageningen UR ondergebracht, omdat academisch onderzoekers vaak de eerste gebruikers van geavanceerde technologieën zijn, zegt operationeel manager Petra Caessens van CAT-AgroFood. 'Bovendien moet je vaak eerst expertise ontwikkelen over gebruik en toepassing, voor bedrijven er mee verder kunnen.' Externe klanten kunnen de faciliteiten benutten via gezamenlijke onderzoeksprojecten met Wageningen UR, of door



De magneet voor een nieuwe MRI-scanner wordt Ziekenhuis Gelderse Vallei ingereden.

ze direct te huren met of zonder expert. 'We hopen dat gezamenlijk gebruik ook leidt tot meer uitwisseling van kennis en expertise.' De eerste grote investeringen zijn inmiddels gedaan: een krachtige MRI-scanner met randapparatuur die staat in Ziekenhuis Gelderse

Vallei in Ede, en tweede en derde generatie DNA-sequencers. 'Het zijn risicodragende investeringen. Maar als we het goed doen, vloeit er, na een eventueel aanloopverlies, ook weer geld terug in onze investeringspot.' Dat Wageningen UR en het Wageningse biotechbedrijf KeyGene voor aankoop al hadden aangegeven veel gebruik van de sequencers te willen maken, maakte aanschaf mede mogelijk. KeyGene krijgt dankzij CAT-AgroFood in een vroeger stadium toegang tot deze nieuwe sequencingstechnologie, zegt adjunct-directeur financiën Leo Zwinkels van KeyGene. 'We kunnen hiermee nieuwe toepassingen ontwikkelen en inzetten voor onze klanten.' Het medegebruik met PRI gaat in goed overleg. 'Doordat we samen een goede bezetting van de beide apparaten kunnen halen, kunnen de kosten op een aantrekkelijk en concurrerend niveau blijven.' Zwinkels verwacht hierdoor meer projecten binnen te halen, hoewel moeilijk is in te schatten in welke omvang. De eerste experimenten op één van de systemen zijn al met goed gevolg uitgevoerd.

Informatie: www.cat-agrofood.wur.nl
Contact: petra.caessens@wur.nl
0317 - 48 53 28

Vijf kiemplantjes per seconde

Het sorteren van kiemplanten kan nu automatisch met een snelheid van 18 duizend per uur. Wageningen UR Food & Biobased Research ontwikkelde het sorteerprincipe en bouwde dat met een machinebouwer uit tot een apparaat. Dit najaar ging de eerste in bedrijf.

De machine is ontworpen voor kiemplanten, die in trays worden gezaaid in een kleine plug van steenwol. Met een dag of twaalf is een plantje zo'n acht centimeter hoog, met twee zaadlobben en het eerste en tweede hartblad. Een robotarm haalt ze uit de tray en zet ze op de loopband. Die neemt ze mee in een zwarte doos voor een speedy fotosessie met tien camera's. Op basis van die beelden neemt een computer de beslissing over hun lot. Een armpje verderop de loopband brengt dit ten uitvoer en stuurt ieder plantje naar zijn eigen uitgang. In deze machine is dat eerste, tweede en derde keus en afgekeurd. Dit gaat met een snelheid van vijf plantjes per seconde, 18 duizend per uur. 'De software kan 30 duizend plantjes per uur aan, alleen kan de machine dat mechanisch nog niet verwerken',

vertelt onderzoeker Rick van de Zedde. Bij de Westlandse Plantenkwekerij die de machine kocht, vervangt hij 27 man. Van de Zedde: 'De teler wilde het sorteren automatiseren omdat arbeid moeilijk te krijgen is en veel personeel de motivatie mist voor goed sorteren, waar het resultaat onder lijdt. Uiteindelijk bespaart de machine hem geld; binnen twee jaar heeft hij de aanschaf terugverdiend.'

Expertkennis

Het hart van de machine is een beslismodel dat de onderzoekers ontwikkelden op basis van verzamelde expertkennis: op welke kenmerken let een sorteerder, en hoe beoordeelt hij ze dan. 'Daar zit veel variatie in.' Die sorteerrecepten werden gebundeld in een

model met zeventig beslispunten. Dat was de machine te veel, hij bleek niet te trainen op weinig voorkomend kenmerken als necrose op bladeren, kroeskoppen of kleurafwijkingen. 'Er trad onnodig veel afkeur op.' Door het laten vallen van enkele weinig voorkomende eigenschappen en de focus te leggen op sorteren op het 3D-volume van de plant en kenmerken van de steel, zijn de onderzoekers uiteindelijk dichter bij de uitkomsten van de beoordelingen van kwekers gekomen. De machine is nog niet geschikt voor het vinden van gekke afwijkingen, waar vooral veredelaars in geïnteresseerd zijn.

Achteraf gezien, zegt Van de Zedde, is ook wel met de moeilijkste kiemplant begonnen. 'Tomaat is heel grillig, door zijn structuur, vorm, zijveertjes en haartjes. Veel rassen geven nu goede resultaten, maar enkelen blijken erg onbetrouwbaar. We doen nu ook testen voor paprika, komkommer en andere kiemplanten. Een kiemplant van paprika, komkommer en kool is qua structuur veel beter in 3D te modelleren. Voor kool hebben we, met de ervaringen uit dit project, nu ook een beslismodel gemaakt. Dat bleek heel eenvoudig en is erg bruikbaar voor zowel kwekers als veredelaars.'

Een probleempunt blijft het onderscheiden van elkaar rakende bladeren. Twee keer bekijken kan soelaas bieden, denkt Van de Zedde: eerst in kaart brengen waar het plantje globaal zit in de ruimte en dan inzoomen op het steeltje en het hartblad. 'Als ze elkaar dan toch raken, kun je de 3D-data verder analyseren om die bladeren toch afzonderlijk van elkaar te kunnen zien.' Hij hoopt een fundamentele slag te kunnen maken in een EU-project dat in januari start, European Plant Phenotyping Network. 'Veredelaars willen per se kunnen sorteren op kenmerken die nu nog niet betrouwbaar genoeg zijn.'

De nu ontwikkelde kiemplantsoortermachine is een spin-off van het MARVIN-project dat startte in 2008, met een consortium van brancheorganisatie Plantum en dertien bedrijven, en financiering vanuit het ministerie van EL&I, Productschap Tuinbouw. Meedoën in het project gaf bedrijven twee jaar voor-sprong op concurrenten.



Tomatenkiemplantjes. Een machine sorteert de plantjes nu net zo snel als 27 man personeel.

Video: <http://tinyurl.com/wur-marvin>
Contact: rick.vandezedde@wur.nl
0317 - 48 01 56

Robothand gaat paprika oogsten

Onderzoekers van Wageningen UR Glastuinbouw werken in het EU-project Crops samen met bedrijven aan een robot die paprika's kan oogsten.

'Bij hoogwaardige producten als paprika's bepaalt arbeid nu zeker een derde van de kostprijs, vooral door het handmatig oogsten', vertelt onderzoeker Erik Pekkeriet. 'In de champignonteelt is arbeid een nog grotere kostenpost. Dat maakt robots interessant. Daarnaast worden kassen voor mensen steeds minder prettig om in te werken. Door energiebesparende maatregelen stijgt zeker 's zomers de kastemperatuur, en stijgen het CO₂-gehalte en de luchtvochtigheid. Verder verandert door gebruik van LED's voor belichting de kleur van het werklicht en neemt de plantdichtheid toe.' Voor robotmatig oogsten zijn sensoren nodig die de vruchten vinden, een robotarm die naar de vrucht toe gaat, een beoordeling van of hij mag worden geoogst, en een handje dat hem inderdaad oogst. De onderzoekers van Wageningen UR Glastuinbouw ontwikkelen software en een strategie om de sensoren toe te passen, en integreren alle noodzakelijke technieken. Door verschillen in bijvoorbeeld anatomie van een plant moet je voor ieder product en iedere variatie daarbinnen beide opnieuw ontwikkelen. 'Tomaten groeien bijvoorbeeld onderaan de plant, maar paprika's de hele plant door.' Paprika's zitten verder vaak ver-



Kassen worden steeds minder mensvriendelijk. Daarom zoeken onderzoekers en bedrijven naar een robot die paprika's oogst.

scholen achter bladeren. 'Langslopende mensen kunnen ze door hun enorme blikveld toch snel zien. We zoeken dus manieren om dat met camera's te benaderen', vertelt Pekkeriet. Is de paprika gevonden, dan moet automatisch worden bepaald of hij oogstbaar is, en waar hij beetgepakt en afgesneden kan worden. Het onderzoek loopt nu een jaar. Komend jaar hopen de onderzoekers de eerste prototypen te testen, om in de twee jaren daarna zijn prestaties verder te verbeteren. Aan het project doen ook bedrijven mee. Pekkeriet: 'Zij zien marktpotentie, en hopen dat de samenwerking

de technologische knowhow op een hoger plan brengt. Verder groeit hiermee hun internationale netwerk.'

In Crops, waarvan Wageningen UR Glastuinbouw overallcoördinator is, wordt verder gewerkt aan het oogsten van appels en druiven, aan sensoren waarmee houtkapmachines makkelijker het bos door kunnen en aan precisiebespuiting in boomgaarden.

Informatie: www.crops-robots.eu
Contact: jan.bontsema@wur.nl
0317 - 48 63 90

Aardappel krijgt mest op maat

Aardappels krijgen doorgaans een basisbemesting en een nabemesting. In die nabemesting met stikstof worden nu voor het eerst in praktijk sensoren gebruikt voor een advies over hoeveel een plant nodig heeft.

De precisielandbouw is weer een stapje verder gekomen. Sensorgestuurde stikstofgiften maken het mogelijk om in de nabemesting de hoeveelheid stikstof preciezer af te stemmen op de behoefte van de plant.

De sensor zit op een trekker of een ander werktuig, en meet tijdens het rijden de hoeveelheid licht die de planten reflecteren, in verschillende golflengtes. Dat zegt iets over de hoeveelheid blad en hun kleur, en dus de hoeveelheid chlorofyl in het blad. Samen zijn ze een maat voor de hoeveelheid door de plant opgenomen stikstof.

Plant Research International (PRI) en Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), beide onderdeel van Wageningen UR, hebben aan

de hand van deze maat en de feitelijke hoeveelheid stikstof in het blad een ijklijn gemaakt. Die ijklijn geeft, zo legt onderzoeker David van der Schans uit, het verband weer tussen sensorwaarde en stikstofopname. Ook ontwikkelden de onderzoekers adviesregels die op basis van deze gegevens de bijmestgift met stikstof vaststellen. Door koppeling van de sensor aan een GPS-ontvanger, kan een kaart van het perceel gemaakt worden met gegevens over de hoeveelheid opgenomen stikstof in de planten. De sensoren kunnen ook direct een spuitmachine of kunstmeststrooier aansturen.

Dit seizoen is de methode op vijf akkerbouwbedrijven toegepast. Een rapport over de resultaten is nog in de maak. 'Het grote voor-

deel van deze manier van bemesten is dat de akkerbouwer de voor het perceel beschikbare stikstof optimaler kan verdelen en daardoor efficiënter gebruiken', zegt Van der Schans. Waar de plant al voldoende stikstof heeft opgenomen hoeft minder gegeven te worden. Dat kan een besparing opleveren tot tien of twintig procent. Het beperkt ook het risico van uitspoeling van stikstof. Van der Schans: 'Dat zal vooral van belang worden als bemestingsnormen voor stikstof verder worden aangescherpt.' Investeren is zeker interessant, zegt hij, voor grootschalige akkerbouwers die de sensoren voor meerdere toepassingen gebruiken, bijvoorbeeld ook bij het doodspuiten van aardappelloof of het optimaliseren van de bemesting van tarwe.

Contact: david.vanderschans@wur.nl
0320 - 29 15 44

‘Einstein zou het nu in Nederland niet redden’

Reflectie

Nanotechnologie is nog volop in ontwikkeling. De overheid zou daar rekening mee moeten houden, door ook te investeren in fundamenteel onderzoek.

Frans Kampers, coördinator bionanotechnologie bij Wageningen UR:

‘Toen ik natuurkunde studeerde in 1980, was de laser hét speeltje van de natuurkundigen. Het was intrigerend, futuristisch, maar nog verre van nuttig. Als er toen geen ruimte was geweest voor nieuwsgierige fysici om te kijken wat er allemaal kon met de laser, zouden we nu waarschijnlijk geen internet via glasvezel hebben. Voor nanotechnologie geldt nu iets soortgelijks. Het is terecht dat er gekeken wordt naar de economische kansen van onderzoek, maar er moeten ook onderzoekers zijn die vooral nieuwsgierig kunnen zijn. De nanotechnologie staat nog in de kinderschoenen. Als je de analogie trekt met de ontwikkeling van elektriciteit, dan zijn we nu in staat om spoelen en weerstanden te maken en weten we dat stroom bestaat uit stromende elektronen. Maar we zijn nog lang niet zover dat we computers of mobieltjes kunnen maken, laat staan internet.’

Verrassingen

‘We hebben geleerd dat processen op nanoschaal zich lang niet altijd gedragen volgens onze intuïtie. Een paar jaar geleden bijvoorbeeld wilden onderzoekers een chemische reactie gecontroleerd laten verlopen. Ze hadden gedacht dat te doen door twee vloeistoffen via microkanaaltjes bij elkaar te brengen. Maar wat bleek: op die kleine schaal mengen de vloeistoffen niet. De twee stromen kwamen ongewijzigd weer naar buiten. Op nanoschaal reageert materie anders dan op macroschaal. Als je ze maar klein genoeg maakt, zijn gouddeeltjes bijvoorbeeld helemaal niet goudgeel maar rood. Middeleeuwers maakten daar al gebruik van voor kerkransen. Kleine gouddeeltjes hebben ook andere chemische eigenschappen. Waar een groter stukje goud chemisch inert is, zijn nano-deeltjes ervan juist reactief. De laatste jaren weten we steeds beter hoe we gebruik kunnen maken van het gereedschap dat nanotechnologie heeft opgeleverd. Zo kunnen we op een slimme manier het halfgeleideroppervlak van nanodraadjes bewerken waardoor we er bijvoorbeeld receptoren voor



Frans Kampers: ‘Er moet ook ruimte zijn voor nieuwsgierigheidgedreven onderzoek.’

bepaalde stoffen op kunnen zetten. Op die manier maakt je heel gevoelige sensoren die kunnen worden gebruikt om bederfprocessen in voeding te signaleren.

Als we meer weten over het gedrag van materie op nanoschaal zullen er veel meer toepassingen volgen die we nu nog niet kunnen verzinnen. Wil Nederland daarin een goede rol spelen is het belangrijk dat we niet alleen investeren in onderzoek naar direct toepasbare technologie, maar dat we ook investeren in nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek.’

Horizon

‘De druk die nu op onderzoekers ligt om economisch te scoren is te hoog. Ik denk dat Einstein het in het Wageningen van nu niet zou redden. ‘Mooi hoor, meneer Einstein, maar hoe gaat u daar geld mee verdienen?’ In het topsectorenbeleid krijgen bedrijven een belangrijke rol bij het opzetten van onderzoek. Dat is goed te verdedigen, maar kent ook een keerzijde. De horizon van bedrijven ligt op

zijn best op een jaar of vijf. Bovendien zitten bedrijven ook wel eens mis in hun ideeën over welke kennis belangrijk is voor de toekomst. Philips mikte bijvoorbeeld een paar jaar geleden op plasmatelevisies. Met LCD zou je niet de grote schermen kunnen maken die de consument wilde. Nu blijkt dat ze daar fout mee zaten. Een bedrijf kan dan de bakens verzetten; desnoods verkoop je de televisietak. Maar bij de kennisinfrastructuur van een land gaat dat minder makkelijk. De overheid zou er daarom goed aan doen om naast de budgetten voor de topsectoren ook geld te reserveren voor onderzoek waarvan het nut niet direct helder is. Fundamenteel onderzoek naar nanotechnologie mag nu nog vooral intrigerend zijn voor een kleine groep wetenschappers, het zou best eens een grote wetenschappelijke doorbraak in 2020 kunnen opleveren. Een verstandig subsidiestelsel zoekt een goede mix tussen de lange en de korte termijn.’