

'Alle oplossingen voor het klimaatprobleem zijn te vinden in de chemie'

Chemicus **Joost Reek** knutselt aan moleculen, de kleine bouwstenen van materie, om oplossingen te vinden voor 's werelds meest complexe problemen. Van klimaatverandering tot hersenkanker: niks is hem te gek. 'Doe iets nieuws! Probeer! Dan kijken we daarna wel of het zinvol is geweest.'

Interview: Kim Scheltes en Ans Hekkenberg
Fotografie: Bob Bronshoff

Klimaatwetenschappers luiden de noodklok. Als we nu niks doen, kunnen we de door de mens veroorzaakte klimaatverandering nooit meer een halt toeroepen. We moeten snel stoppen met het gebruik van fossiele brandstoffen.

Dat klinkt eenvoudig, maar dat is het niet. Fossiele brandstoffen zijn nu nog nodig in elk hoekje van de maatschappij. Zonder kerosine kunnen vliegtuigen niet vliegen. Zonder gas blijven onze huizen 's winters koud. En veel producten die we dagelijks gebruiken zijn gemaakt van aardolie, zoals polyesterkleding, medicijnen en schoonmaakmiddelen. Hoe gaan we die fossiele brandstoffen ooit vervangen?

Volgens chemicus Joost Reek is de oplossing te vinden in de scheikunde. Aan de

Universiteit van Amsterdam bedenkt hij talrijke innovatieve ideeën om de energietransitie vooruit te helpen: van zonnecellen geïnspireerd op bladeren tot duurzame brandstof.

De aarde warmt op, het weer wordt steeds extremer en veel diersoorten sterven uit. Hoe gaat scheikunde de wereld redden?

'Ten eerste is het heel belangrijk dat we zo snel mogelijk minder fossiele brandstoffen gaan gebruiken en de natuur meer met rust gaan laten. Anders kunnen we de gevolgen van klimaatverandering niet langer bijbenen. Vervolgens is de vraag: hoe gaan we dat doen?

De energie die we nu gebruiken, is voor een groot deel nog steeds afkomstig van de fossiele industrie - ook al hebben we heel veel zonnepanelen en windturbines. En die fossiele brandstoffen zitten ook in veel materialen die we gebruiken. Kijk naar de

productie van plastic flesjes, medicijnen, make-up, enzovoort: die start in alle gevallen met olie.

In 2050 willen we daar helemaal van af zijn. Maar waar maken we onze spullen dan van? Dat is de hamvraag. Alle oplossingen daarvoor zijn te vinden in de chemie. Als chemicus weet je precies waar alle atomen vandaan komen en waar ze naartoe moeten om materialen te maken.'

Hoe ziet uw werk als chemicus eruit?

'Mijn vakgebied is de supramoleculaire chemie. Dit deelgebied van de scheikunde houdt zich bezig met de interacties tussen moleculen. Ik kijk naar hoe moleculen bij elkaar zitten en van elkaar weg bewegen. Die interacties kunnen we gebruiken om moleculen te organiseren en extra functies te geven.

In een latere fase van mijn carrière ben ik mij ook gaan verdiepen in duurzame katalyse. Een katalysator is een stof die een





CV

reactie versnelt. Neem een olie of een suiker. Wil je die omzetten in bijvoorbeeld energie of plastic, dan moet je bindingen breken en maken. Met de juiste katalysator gaat dat heel selectief. Dan worden alleen die verbindingen verbroken die verbroken moeten worden, en alleen die verbindingen gemaakt die gemaakt moeten worden. Zo voorkom je dat er afval ontstaat en heb je minder energie nodig voor de reactie. Dat maakt katalyse essentieel voor duurzame chemie – en daarmee voor de transitie naar een fossielvrije maatschappij.

Aan wat voor oplossingen voor deze transitie werkt u precies?

‘Een van de dingen die we kunnen doen, is koolstofdioxide (CO₂) uit de lucht halen en dat gebruiken als bouwsteen voor nieuwe brandstoffen en materialen. In plastic zit heel veel koolstof. Wanneer je fossiele brandstoffen of plastics verbrandt, dan komt er CO₂ en water in de atmosfeer terecht. Wij werken aan een proces dat de andere kant op werkt: dat CO₂ en water uit de lucht haalt, en dat gebruikt om nieuwe brandstoffen en materialen te maken.

In het laboratorium zijn wij en onze collega's daar heel ver mee. Van CO₂ kunnen we koolstofmonoxide (CO) maken door er een zuurstofatoom af te halen. En van water (H₂O) kunnen we waterstof (H₂) maken, door de watermoleculen te splitsen. Waterstof en koolstofmonoxide kun je vervolgens gebruiken om nieuwe plastics (zoals polyethyleen), wax en benzine van te maken.’

Benzine? Daar willen we toch juist van af?

‘Klopt. Auto's kunnen prima op elektriciteit rijden. Maar voor zware applicaties zoals vliegtuigen heb je een hoge energiedichtheid nodig. Batterijen kunnen die niet leveren. Voor dit soort toepassingen zitten we daardoor voorlopig vast aan benzine en kerosine. Op dit moment maken we die uit aardolie. Maar je kunt ze ook maken van CO₂ en water, waarbij je het productieproces laat lopen op een duurzame energiebron zoals zon of wind.’

In het lab doen jullie dit al. Wat is er nodig om dit op grote schaal te kunnen doen?

‘De sleutel ligt bij de politiek. Op dit moment is kerosine maken in het lab

Joost Reek ('s-Hertogenbosch, 1967) promoveerde in 1996 in de supramoleculaire chemie aan de Katholieke Universiteit Nijmegen (tegenwoordig: Radboud Universiteit). In 2013 werd hij verkozen als lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, waar hij diverse bestuurlijke taken heeft bekleed. Sinds 2006 leidt Reek een onderzoeksgroep als hoogleraar supramoleculaire katalyse aan de Universiteit van Amsterdam. In 2009 richtte hij het bedrijf InCatT op, om zijn uitvindingen op het gebied van katalyse op de markt te brengen. Gedurende zijn carrière kreeg Reek vele gerenommeerde beurzen, waaronder een VICI-subsidie van de NWO voor getalenteerde wetenschappers (2002), een ERC Advanced Grant voor ervaren prominente wetenschappers (2013) en een ERC Synergy Grant voor zijn nieuwste onderzoek naar de behandeling van glioblastoom (2023), in samenwerking met het Nederlands Kanker Instituut en de Universiteit Leiden.

– op basis van producten uit de lucht – vier keer zo duur als kerosine maken op basis van aardolie. Met voldoende politieke en maatschappelijke wil zouden we ervoor kunnen kiezen om fossiele kerosine fatsoenlijk te belasten. Zo gauw synthetische kerosine goedkoper is dan de fossiele variant zetten bedrijven direct grote fabrieken neer om het spul op grote schaal te produceren. Deze opschaling zou uiteraard wel wat jaren in beslag nemen.’

Naast synthetische kerosine werkt u aan zonne-energie en biomassa. Wat gaat uiteindelijk hét ding zijn waar straks al onze energie vandaan komt?

‘Het is niet hét ding, het zijn dé dingen. Het is niet zo dat we aardolie met één uitvinding gaan vervangen. Zo eenvoudig is het niet. Zoals we de maatschappij nu qua energie en chemie hebben ingericht, werkt het niet langer. Het systeem moet totaal vervangen worden door iets anders.

Nu wekken we energie veelal centraal op. We halen ergens olie vandaan en verwerken dat op grote schaal in Pernis (een dorp nabij de havens van Rotterdam, waar verschillende olieraffinaderijen staan, red.). In de toekomst zullen we op veel verschillende plekken energie opwekken. We gaan straks naar honderden lokale deeloplossingen, die elk een ander probleem oplossen.’

Welke rol speelt uw onderzoek daarin?

‘Mijn onderzoek is fundamenteel van aard. Ik kijk niet naar dingen die we morgen kunnen opschalen. Ik ben geïnteresseerd in hoe we energie verwerken. Op dit moment wordt energie op de ene locatie opgewekt, terwijl de chemische reactie op een andere locatie plaatsvindt. De stroom die we opwekken, transporteren we naar een andere plek, waar er een product van wordt gemaakt.

In de natuur gebeurt alles op één plek. Dat is veel efficiënter. Neem een blad van een plant. Dat vangt licht op en gebruikt dat meteen om water te splitsen in zuurstof, elektronen en protonen. Met die elektronen wordt het stofje NAD⁺ omgezet in

‘Zoals we de maatschappij nu qua energie en chemie hebben ingericht, werkt het niet langer’

de natuurlijke energiedrager NADH. Als de plant ergens energie nodig heeft, dan kan die dat weer uit die NADH halen.

Een plantenblad kan 100 procent van de opgevangen lichtfotonen gebruiken voor zo'n chemische omzetting. Ik vraag me dan af: kunnen we iets leren van dit natuurlijke systeem? Kunnen wij ook systemen maken waarin dit soort processen zich op één plek afspeelen? Kunnen wij bijvoorbeeld licht opvangen en er met een chemische reactie direct waterstof van maken, zonder het eerst om te hoeven zetten in elektriciteit?’

En, kan dat?

‘Wij hebben, net als collega-wetenschappers, laten zien dat dat kan. De efficiëntie van het proces is echter nog vrij laag. Dat komt doordat we nog niet alle trucjes hebben gebruikt waarover de natuur beschikt. Daar denken we nu op een fundamenteel niveau over na. Uiteindelijk willen we zonlicht heel efficiënt gaan gebruiken om chemische producten en brandstoffen mee te maken.’

Zetten de zonnepanelen die we nu hebben het zonlicht dan nog niet voldoende efficiënt om?

‘Zonnepanelen zijn in Nederland nog maar een fractie van het hele energiepakket. We kunnen wel honderd keer zoveel zonnepanelen bouwen, maar dan ligt alles vol. Maar als we de panelen tien keer zo efficiënt maken, dan hebben we ook tien keer zo weinig panelen nodig. Met efficiëntie win je dus ruimte en verlaag je de kosten.’

De technologie wordt beter en beter. Zal er ooit een moment komen waarop we niet meer hoeven te letten op ons energieverbruik?

‘Het is moeilijk om daar uitspraken over te doen. De westerse wereld gebruikt al heel veel energie per persoon, terwijl het grootste deel van de wereldbevolking nauwelijks iets gebruikt. Zij willen ook graag een betere levensstandaard. Ik denk dat er op wereldschaal wel ruimte komt om iets meer energie te gebruiken dan we nu doen, maar die extra energie is dan niet bestemd voor de westerse wereld.

Daarnaast is niks gratis in termen van energie. Ook als je plastic recyclet, kost dat energie. De wereldpopulatie is groot en wordt niet kleiner, dus er blijft altijd een enorme spanning staan op energiegebruik en op grondstoffengebruik.’

U hebt nauwe banden met de industrie. Zo hebt u een bedrijf, InCatT, waarmee u uw katalysetechnieken verkoopt aan andere bedrijven. Waarom doet u dat?

‘Als je serieus onderzoek doet op het gebied van duurzaamheid en duurzame toepassingen, dan moet je wel samenwerken met de bedrijven die het gaan toepassen. Als je alleen op een eilandje dingen gaat zitten uitvinden, en je hebt geen gevoel van wat er nodig is in de wereld, dan hebben je uitvindingen ook geen impact.

Ik heb in mijn onderzoek en onderzoeksgroep een gezond portfolio van heel fundamentele projecten – waarin we helemaal naar de basis gaan – en toepassingsgerichte projecten – waarin we kijken naar de problemen van bedrijven en naar de processen die ze moeten ontwikkelen. Zo weten we dat de dingen die we bedenken ook écht leiden tot toepassingen en CO₂-reductie.’

Op aandringen van activisten heeft de Universiteit van Amsterdam vorig jaar

‘Laten we het kapitaal van oliebedrijven inzetten voor de energietransitie’

besloten geen samenwerkingen meer aan te gaan met Shell. U hebt in een open brief op de website van *Folia*, het journalistieke platform van die universiteit, gezegd dat u het daar niet mee eens bent. Waarom?

‘Ik ben het met de activisten eens dat het niet goed gaat met de wereld, en dat we moeten nadenken over wat we doen. Oliebedrijven zoals Shell zijn gefocust op winst en hebben in het verleden allerlei dingen gedaan die niet de schoonheidsprijs verdienen. Maar de maatschappij is ook onderdeel van het probleem. Want waar Shell de olie oppompt, koopt de maatschappij het. Ook de overheid heeft een grote rol. Het politieke beleid en de financiën zijn traditioneel afhankelijk van de fossiele economie. Kijk naar het beleid rond het gas in Groningen. Pas sinds kort is de overheid bezig met een transitiebeleid.

Ja, oliebedrijven zoals Shell moeten zo snel mogelijk overstappen op duurzame processen. Maar dat kunnen ze niet alleen. De maatschappij kan het ook niet alleen. De politiek kan het ook niet alleen. We kunnen de transitie alleen maken als iedereen erbij betrokken is: de politiek, de maatschappij en de bedrijven die er ervaring mee hebben.’

Shell heeft de reputatie dat het de energietransitie actief tegenwerkt. Het bedrijf investeert nog steeds in fossiele brandstoffen en promoot grote greenwashingcampagnes. Waarom werkt u nog steeds met hen samen? Zijn er geen betere alternatieven?

‘Ik werk ook met andere, kleinere bedrijven samen. Ik heb die weleens gevraagd of ze op dezelfde grote schaal kunnen werken als de fossiele industrie. Hun antwoord is ‘nee’. Grote bedrijven zoals Shell hebben zó ongelooflijk veel ervaring met op grote schaal dingen doen. Het is naïef om te denken dat ik hier met oplossingen in mijn lab, die op de vierkante centimeter werken, helemaal naar de schaal van Pernis kan gaan. Dat is niet te doen!

Dan heb je ook nog de kapitaalkwestie. Het vereist enorme investeringen om energieprocessen op te schalen. En oliebedrijven, of je het nu leuk vindt of niet, zijn schatrijk geworden met het verkopen

van fossiele brandstoffen. Laten we nu proberen om dat kapitaal in te zetten voor de transitie.

Ook ik vind het moeilijk te verteren dat Shell in televisiereclames zegt dat ze zo groen zijn, terwijl ze tegelijkertijd besluiten om minder te investeren in duurzaamheid. Daar worstel ik ook mee. Maar we moeten er open over praten en kijken naar haalbare oplossingen. Zelfs als je daar oprecht mee bezig bent, zullen er mensen zijn die zeggen: ‘Hij werkt met Shell, dus we moeten hem cancelen.’ Maar daar kan ik dan niks aan doen.’

Shell heeft in het verleden veel wetenschappelijk onderzoek in de doofpot gestopt. Bent u niet bang dat uw werk ook genegeerd zal worden?

‘Ik denk daar iets genuanceerder over. Er zijn inderdaad bedrijven die de wetenschap hebben genegeerd, maar dat geldt ook voor de politiek en de maatschappij. In 1985 legde de natuurkundige Carl Sagan in het Amerikaanse parlement héél duidelijk uit wat er mis is met CO₂-emissies en waarom het de verkeerde kant op ging. Er werd gewoon niks mee gedaan. De hele maatschappij heeft het genegeerd, en wetenschappers hebben staan roepen in een woestijn.

Het enige wat ik kan doen, is wat naar mijn inzicht het beste is voor de transitie. Ik spreek heel veel mensen bij Shell die er precies hetzelfde in staan. Met die mensen werk ik samen aan inhoudelijke vooruitgang. Wanneer Shell die inhoudelijke vooruitgang zal gaan gebruiken, hangt af van politieke keuzes. Ik zorg ervoor dat ze in ieder geval de juiste instrumenten in handen hebben.

Bovendien staan er in de contracten die we met Shell hebben allerlei clausules die ervoor zorgen dat ze het onderzoek niet op



de plank kunnen laten liggen. Oftewel: ze mogen ons onderzoek niet voor anderen verbergen. En ze mogen ons onderzoek niet gebruiken voor greenwashing.’

Uit welk deel van uw werk als chemicus haalt u het meeste plezier?

‘Mijn onderzoek op het grensvlak van de supramoleculaire chemie en de katalyse heeft me in staat gesteld aan een divers palet van toepassingen te werken. Juist die diversiteit maakt me blij. In het begin gebruikten we onze kennis om chemische reacties efficiënter te maken. We begonnen een bedrijf dat dit ook voor andere bedrijven doet. Daarna gebruikten we dezelfde strategieën in de context van duurzame energie, zoals bij het maken zonnecellen en voor de directe omzetting van zonlicht in brandstof en andere elektrochemische processen. Nu starten we een programma met het Nederlands Kanker Instituut en onderzoekers in Leiden. Daarin gaan we onze strategieën gebruiken om oplossingen te bedenken voor hersentumoren.’

U legde eerder uit hoe katalysators chemische processen efficiënter kunnen maken, om zo de energietransitie te

bespoedigen. Dat is nog enigszins voorstelbaar. Nu zegt u dat ze ook kanker kunnen helpen bestrijden?

‘Dat klopt! Neem glioblastoom, een enorm agressieve hersentumor. Als je een glioblastoom hebt, kun je geopereerd worden, bestraald worden of chemotherapie krijgen. Maar acht à negen maanden later is de kanker weer terug. Zo’n hersentumor is meer dan alleen de tumor zelf. Er zijn verschillende celtypen bij betrokken en het is heel moeilijk om medicijnen bij de juiste cellen in het brein te krijgen.

Onderzoekers uit Leiden maken nu een soort vetbolletjes die onze katalysator naar specifieke cellen bij de tumor brengen. Als die in de juiste cel zitten, zet onze katalysator een niet-giftig stofje om in een kankermedicijn, dat giftig is voor zowel kankercellen als gezonde cellen. Dit chemogif wordt zo alleen aangemaakt in de cel met de katalysator. We zitten nog in een heel fundamentele fase van het onderzoek, maar we hebben de eerste stappen gezet.’

Hoe hebt u deze toepassing ontwikkeld?

‘Mijn beste vriend had ongeveer zeven jaar geleden kanker. Het gaat nu goed met hem.

Maar toentertijd dacht ik wel: ‘Goh, dat is raar. Ik ben met allemaal mooie dingen bezig, maar ik kan hem daar niet mee helpen.’ Toen ben ik gaan nadenken over hoe ik die technologie die ik ontwikkel kon inzetten voor medische toepassingen.

Zo zit ik in elkaar: als wetenschapper ben je gewoon nieuwsgierig. Je wilt altijd nieuwe dingen bedenken, uitproberen en leren. Toen ik het veld van de duurzame energie in ging, moest ik heel veel dingen leren. Maar na een tijdje ken je die dingen. De wetenschap gaat dan nog wel vooruit, maar dat is toch minder spannend dan wanneer je een heel nieuw veld in gaat.’

De toepassingen waar u aan werkt zijn zó divers... zit er straks in zo’n beetje alles een Joost Reek-katalysator?

Grappend: ‘In alles, ja. Het is gewoon een oplossing voor alle problemen die er zijn eigenlijk!’

‘Kijk, wat mij drijft, is dat je gewoon heel nieuwe dingen bedenkt. En dat je daarmee ook alle jonge mensen die in je onderzoeksgroep werken, motiveert om *outside the box* te kijken. Doe iets nieuws! Probeer! Zo gek als je kunt bedenken. Dan kijken we daarna wel of het zinvol is geweest.’ ■

