

wonder en is
gheen wonder

DOSSIER ANTI-AGING

Fake Medicine

*Waarom zou je
iemand willen
zijn die je eigenlijk
niet meer bent?*

TECHNOLOGIE

Eerste hulp bij toekomstscenario's

*Over de haalbaarheid
van de energietransitie*

PRO EN CONTRA

Stelling:
*'Zonder kernenergie halen
we de klimaatdoelen niet'*



wonder en is
gheen wonder
tijdschrift voor
wetenschap en rede

De titel van dit tijdschrift *Wonder en is gheen Wonder* heeft betrekking op de toelichting van Simon Stevin (Brugs wiskundige, natuurkundige en bouwkundige, 1548-1620) onder zijn kloodkransbewijs: ook wat er vreemd uitziet kan een natuurlijke verklaring hebben.



skepp

Wonder en is Gheen Wonder is een uitgave van SKEPP vzw en verschijnt per kwartaal voor de leden van de organisatie.

www.skepp.be

COLOFON

KERNREDACTIE: Cliff Beeckman, Johan Braeckman, Tim Trachet, Pieter Vannuffel, Wietse Wiels

REDACTIECOMITÉ: Wim Betz, Stefaan Blancke, Luc Bonneux, Maxime Darge, Geerd Machiels, Ronny Martens, Marc Meuleman, Pieter Peyskens, Griet Vandermassen

EINDREDACTIE: Marc Roelands, Gerda Sterk, Marc Van de Walle, Jonas Vandroemme

HOOFDREDACTIE: Bart Coenen - bart.coenen@skepp.be

GRAFISCHE VORMGEVING: Els Van Hemelryck, www.typolatta.be

DISTRIBUTIE: Paul De Belder

REACTIES & ARTIKELS: bart.coenen@skepp.be

CONTACT BOEKBESPREKINGEN: Johan Braeckman - recensies@skepp.be

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER: Johan Braeckman

DRUK: Graphius, Gent

OPLAGE: 1000 ex.

RAAD VAN BESTUUR: Paul De Belder, voorzitter - Tim Trachet, algemeen secretaris - John Vos, penningmeester - Johan Braeckman - Dirk Devroey - Marleen Finoulst - Laurent Goovaerts - Gerda Sterk - Johan Torfs, ondervoorzitter - Fred Waumans

ERELEDEN: Henri Broch - Cornelis de Jager - Paul Kurtz (+) - Jean Meeus - Armand Pien (+) - Jan Willem Nienhuys - Roger Van Geen (+) - Etienne Vermeersch - Jacques Van Rillaer - Edzard Ernst - Marie Prins - Michael Heap - Lieven Gheysen (aka Gili)

BESTELLING TIJDSCHRIFT: info@skepp.be

ABONNEMENT + LIDMAATSCHAP: 25,00 euro

BUITENLAND: + 5,00 euro

KOSTENDRAGER SKEPP: BE06 0012 1684 7822 (BNP Paribas Fortis)

BUITENLANDSE TRANSACTIES: IBAN BE06 0012 1684 7822 - Swift/BIC Code: GEBABEBB (BNP Paribas Fortis)

EDITO

De tand des tijds

De enige manier om lang te leven is oud worden. Verouderen is een natuurlijk proces waar we meestal niet blij mee zijn, maar er is geen andere weg. Er draait een hele industrie om die emotie. Om er toch zo lang mogelijk fris en jong uit te zien, nemen velen hun toevlucht tot anti-aging-producten. Vitaminen, supplementen en cosmetica die beloven het verouderingsproces af te remmen vormen een miljarden-business, ook zonder enig aantoonbaar effect.

Hoe duurder de loze belofte, hoe groter het geloof. Het duurste cosmetische verjongingsproduct op de markt kost ongeveer 1600 euro voor een flesje van 30 milliliter. De uitvinder van dit *JK7-Rejuvenating Serum Lotion*, de Duitse scheikundige Jurgen Klein, stelt dat zijn anti-agingproducten 100% 'natuurlijk' zijn, zonder toevoeging van chemische stoffen. Klein leerde de geheimen van bepaalde planten kennen van zijn grootvader, lezen we op zijn website. Met andere woorden, hij geeft ze niet prijs. Misschien weten zijn klanten dat beter niet.

Oude Grieken en Romeinen wreven hun gelaat in met een mengeling van modder en krokodillenuitwerpselen, om er jonger uit te zien. In het Victoriaanse tijdperk zweerden vrouwen bij kwik om er stralend uit te zien. Kwik is niet alleen giftig, het is ook corrosief: de bovenste huidlaag gaat eraf, waardoor je inderdaad een strakker effect krijgt. Dat werkte dus wel, maar het was ook zeer schadelijk. Vandaag worden nog steeds de zotste dingen bedacht. Wat te denken van 'Elixir Natale', een anti-aginglotion op basis van placenta-extract. VUB-professor Vera Rogiers, een bekende toxicologe gespecialiseerd in dermato-cosmetologie, heeft decennialang cosmetica getest in haar lab. Nog nooit is daar een product uitgekomen dat de huid verjongt of het verouderingsproces afremt. Hydrateren maakt rimpels tijdelijk minder diep, dat wel, maar het verouderingsproces stoppen of omkeren kan niet.

Bij het ouder worden, wordt onze huid dunner. De onderhuidse vetlaag vermindert en vezels als elastine en collageen die de huid strak houden verdwijnen langzaam, waardoor de structuur van de huid verslapt. Ook de onderhuidse bloedcirculatie vermindert, waardoor de huid van binnenuit minder gehydrateerd wordt en gaat rimpelen. Daar kan geen crème of dure lotion tegenop. Het enige waar we iets aan kunnen doen is huidveroudering door zonlicht tegengaan: zon beschadigt de bindweefselige structuren van de huid. De zon kan wat cosmetica niet kunnen: diep doordringen in de huid. Producten met zonnfilters kunnen de schade door de zon wel tegenhouden. Dat betekent dat je het versnelde verouderen door zonlicht vertraagt. Om het label 'anti-aging' te mogen gebruiken, moet aan een cosmetisch product een zonnfilter worden toegevoegd.

Wie geen genoegen neemt met de veelal loze beweringen van vaak dure anti-aging-producten, kan ook drastischer ingrijpen met hormonencocktails of plastische chirurgie. Hormonencocktails werken als doping, met tijdelijke oppeppende effecten, maar meestal ook met ernstige schade voor de gezondheid. Chirurgie kan zeker helpen, een eenmalige facelift bijvoorbeeld, maar zelfs snijden houdt geen veroudering tegen. Blijven doorgaan met plastische ingrepen loopt namelijk altijd verkeerd af. Herinner u de metamorfose van Michael Jackson of het al even groteske gelaat van mode-ontwerpster Donatella Versace. Eeuwig jong is voor niemand weggelegd, ook niet voor de superrijken.

Marleen Finoulst

Stuur je reacties op dit nummer naar bart.coenen@skepp.be.

INHOUD

winter 2018

DOSSIER ANTI-AGING

Fake Medicine 4
Waarom zou je iemand willen zijn die je eigenlijk niet meer bent?
Guy T'Sjoen

DOSSIER ANTI-AGING

Onsterfelijkheid en eeuwige jeugd 8
Tussen mythe en sciencefiction
Johan Braeckman

KORT NIEUWS

Kort 14
Samenstelling: Tim Trachet

TECHNOLOGIE

Eerste hulp bij toekomstscenario's 16
Over de haalbaarheid van de energietransitie
Marco Visscher

PRO EN CONTRA

Stelling: 28
'Zonder kernenergie halen we de klimaatdoelen niet'
Bart Coenen en Peer de Rijk

LANDBOUW

Vlees mijden helpt niet tegen klimaatverandering 30
Rol methaan waarschijnlijk minder groot dan gedacht
Joost van Kasteren



Fake Medicine

Waarom zou je iemand willen zijn die je eigenlijk niet meer bent?

► Guy T'Sjoen

Op elke bijeenkomst van endocrinologen komen er steevast verhalen van teleurgestelde hormonale anti-aging patiënten naar boven. Dit onderwerp zit naast de hoge kostprijs van de glucosesensoren, en de drukte van de poliklinische activiteiten met stip in de top 3 van de besproken items.

Iedere gespecialiseerde arts kent de collega's "anti-aging specialisten" wel, via hun patiënten die vaak uiteindelijk onze eigen patiënten worden, want ze worden druk besproken. Anti-aging is alvast geen erkende specialisatie, en niet de activiteit van de meeste erkende hormoonspecialisten.

Verouderen is geen ziekte

Het is niet mijn wens als wetenschapper om de opinies van deze collega's – believers te beknootten maar ik verzet me wel tegen niet-wetenschappelijke stellingen en praktijken. Het lijkt wel een sekte, die anti-aging collega's die geloven in het optimaliseren van hormonen. Ze geloven enkel wat zij denken wat waar is. Ze praten met mensen die denken wat zij denken, ze voelen zich zelfs wat superieur, terwijl ze – ik wik mijn woorden – uitgespuwd worden door de klassiek geschoolde collega's. Anti-aging is een hol begrip en is sowieso al een weinig positief concept, alsof verouderen een ziekte is die je moet bestrijden.

Emotioneel debat

Ik noem deze praktijken eigenlijk "fake medicine": er bestaan anekdotische verhalen van leuk uitziende artsen of patiënten die worden opgepikt op sociale media, maar vaak ook door de reguliere pers.

Deze "wetenschap" komt terecht op websites en als genoeg mensen dit gaan geloven, zal het misschien toch waar zijn? Niet alleen goedgegelovige "patiënten" maar ook sommige artsen worden hierin meegesleept. Het debat is ook altijd zeer emotioneel geladen. Sommige patiënten – want dat worden ze uiteindelijk – gaan bijna fanatiek, zonder wetenschappelijke achtergrond, vurig hun dokter verdedigen. Ik begrijp dit ook: sensationeel nieuws of spectaculaire resultaten beloven, verkopen makkelijker dan correcte wetenschap, die soms wat saai kan lijken. Er wordt de laatste tijd ook wat lacherig gedaan over de uitspraak "onderzoek toont aan dat...", maar degelijk onderzoek is uiteindelijk het beste wat we hebben. Het is net pseudowetenschap die ervoor zorgt dat mensen hun geloof in degelijk

“Anti-aging is een hol begrip en is sowieso al een weinig positief concept, alsof verouderen een ziekte is die je moet bestrijden.”

wetenschappelijk onderzoek verliezen. In wetenschappelijk onderzoek veranderen we vaak ook één parameter of geven we één medicijn om een bewijs van verschil of voordeel te vinden. Typisch voor de anti-aging behandelingen is dat allerlei verschillende interventies tegelijk gebeuren onder de vorm van hormonencocktails al dan niet met voedingssupplementen. Wie raakt daar nog aan uit?

Men belooft "de fontein van de eeuwige jeugd" te kennen, alsof deze artsen echt een veroudering zouden kunnen tegenhouden met hormonale supplementen. Vaak streeft men de hormonale spiegels na van iemand van jongvolwassen leeftijd. Maar het is niet omdat je hormoonspiegels van iemand van 20 jaar nastreeft dat je ook 20 bent of dat je je 20 voelt. Het is net alsof je bloed van jonge mensen zou drinken en je zo jonger zou worden. Ze zeggen dat je "optimale" hormonale cijfers zou moeten hebben, maar dit is een zeer vaag concept. Ik denk dat net je hypofyse van nature uit veel beter 'weet' wat een optimale hormonale spiegel is. Wie zal het zeggen, in de afwezigheid van degelijke research? Bijnierschorsinsufficiëntie, testosteronetekort, groeihormoondeficiëntie zijn zeldzame diagnoses, zelfs in een tweede en derde lijn endocrinologiepraktijk. Hoe bizar toch dat deze diagnoses bij zovelen gesteld worden in de anti-aging centra.





“Sensationeel nieuws of spectaculaire resultaten beloven, verkopen makkelijker dan correcte wetenschap, die soms wat saai kan lijken.”

Gezondheidsrisico's

De problemen met de hormonale anti-aging behandelingen zijn veelvuldig. Als je geen patiënt bent – wat wellicht het geval is – wordt je na verloop van tijd toch afhankelijk van deze hormonen. In het bijzonder is het opstarten van een corticosteroidbehandeling, meestal onder de vorm van hydrocortisone, een risico voor je gezondheid onder de vorm van een iatrogene (door artsen veroorzaakte) bijnierschorsinsufficiëntie. Ook de kostprijs van de behandeling en voorafgaande onderzoeken zijn niet mis. Sommige klanten geven meerdere honderden euro's per maand hieraan uit. Groeihormoonbehandeling is strikt geregeld volgens terugbetalingscriteria voor de volwassen patiënt met hypofyse-uitval. Een groeihormoonbehandeling die opgestart wordt zonder bewezen groeihormoontekort (daar bestaan heus wel criteria voor) zal al snel per voorschrift enkele honderden euro kosten.

Elke apotheker die groeihormoon aflevert zonder terugbetalingsattest werkt eigenlijk mee aan deze praktijken en de pharmabedrijven weten wellicht hoeveel er zonder of met terugbetalingsattest verdeeld wordt. Een derde probleem van de anti-aging specialisten is dat ze nog steeds geloven dat de ouderwetse manier van bepaling van hormonen, op urinaire stalen, een diagnostische waarde heeft. Jawel, je vindt nog laboratoria die deze bepaling voor je willen uitvoeren. De rekening volgt, zeker als de arts rond de 100 bepalingen laat uitvoeren. Een vierde rariteit is dat extracten van varkensschildklieren, die vaak voorgeschreven worden in de anti-aging, een verhoging van de actieve schildklierhormoonspiegel (FT3) veroorzaken. Sneller overlijden op basis van hartritmestoornissen bij deze hogere FT3-spiegels is in gedegen onderzoek aangetoond. Ook het onnodig voorschrijven van groeihormoonbehandeling zorgt voor een risicoverhoging op type 2 diabetes, cardiovasculair lijden en kanker. Ten slotte, wat mij nog bizar lijkt, is dat van sommige anti-aging artsen de voorgeschreven vitaminecocktails moeten besteld worden via één specifieke website en telkens met dezelfde laboratoria samengewerkt wordt. Zo staat het op de voorschriften gespecificeerd. Ik laat u zelf de conclusies trekken. We weten sowieso

allemaal dat de winstmarges van vitaminepreparaten en laboratoriumanalyses duizelingwekkend zijn.

Epicurus

De vraag die we dan vaak teruggespeeld krijgen, is de volgende: “Wat helpt dan wel?” Het antwoord daarop is nogal evident. De klassieke geneeskunde helpt; gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek heeft men een impressionante toename van levensduur gerealiseerd in de voorbije decennia. Ondertussen is iedereen er ook van overtuigd dat je bent wat je eet en drinkt en de klassieke adviezen van genoeg slapen, voldoende lichaamsbeweging en een absolute rookstop zijn ook hier van toepassing. Gelukkig wordt de hype van gezond verouderen ondertussen alsmat groter, ten nadele van het slikken of injecteren van allerlei medicatie.

“Een groeihormoonbehandeling die opgestart wordt zonder bewezen groeihormoontekort kost al snel per voorschrift enkele honderden euro's.”

Om even de filosofische tour op te gaan: ik raad aan om het boek *Travels with Epicurus* van Daniel Klein te lezen. Hij argumenteert daarin dat we er beter werk zouden van maken om bewuster te leven in de plaats van onze tijd vol te proppen met afleidende activiteiten om je eeuwig jong te voelen. Draag zorg voor je binnenkant, zowel lichamelijk als mentaal en dat toont zich uiteindelijk ook aan de buitenkant, als dat je doel is. Klein, intussen een man van 70 jaar oud, ziet dat zijn vrienden van dezelfde leeftijd starten met joggen, nieuwe talen leren, of testosteronesupplementen willen. Ze gaan hun leven volplannen met activiteiten, reizen, projecten,... waardoor ze een illusie creëren dat ze “forever young” zijn. De realiteit is dat de tijd toch zeer luid doortikt, elke minuut en elke seconde. Als je dit leven met activiteiten volplant zal het subjectief nog vlugger voorbij zijn. *Time flies when you're having fun*. Hij gaat ervan uit dat een oudere leeftijd een privilege is waarvan je moet genieten eerder dan het te zien als een ziekte die je moet genezen of een toestand die je moet negeren. Anders ontzeg je jezelf een levensfase en ga je onmiddellijk van *forever young* naar *old-old*, waar het meestal niet meer zo leuk is.

Andropauze

Het al dan niet bestaan van de andropauze is uitgebreid becommentarieerd in de literatuur en in de algemene pers. In 1889 beweerde Charles Brown-Séguard dat zelfinjectie van een mix van water, bloed en zaadcellen van jonge honden of cavia's een radicale verbetering had teweeg gebracht.

“Is het een goed idee om van een evenwichtige oude man een oude man met het seksueel verlangen van een jonge snaak te maken?”

Zijn praktijk draaide een tijdje zeer goed en de man werd bekend. Dit folkloristisch idee overleeft nog steeds in een iets gemoderniseerde versie bij de anti-aging collega's. De endocrinologen krijgen ook nog vaak de vraag van mannen die graag een testosteronesupplement willen, zelfs al is hun ochtendtestosterone bij herhaling normaal. Uitgebreid wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat bij oudere mannen een toename van seksueel verlangen de duidelijkst meetbare parameter is die gunstig beïnvloed wordt onder testosteronbehandeling. Dat in het geval dat het testosterongehalte vooraf echt te laag lag en dus pathologisch laag was. Een interventie staat niet ter discussie, maar zonder voorafgaand tekort, is er wellicht enkel een placeboeffect.

Je wilt dus een behandeling die van een evenwichtige oude man een oude man met het seksueel verlangen van een jongere man maakt. Ik vraag me af wat daar de meerwaarde van is. Je wilt dus iemand zijn, die je eigenlijk niet meer bent. De vraag naar een erectiepijl is logischer, want daarbij gaan we ervan uit dat het seksueel verlangen nog intact is, anders wil je zo'n pil niet. Mannen die de vraag naar een testosteronbehandeling stellen

bij een van nature uit nog normale bloedspiegel, hebben een acceptatieprobleem. Je kan blijkbaar niet accepteren wat je niet kan controleren of wat bij een levensfase hoort. Ik ben als arts ook niet in staat om van hen een 25-jarige man van 1m90 te maken met blauwe ogen. Wat is eigenlijk de onderliggende psychologische motivatie om hormonale doping te gaan vragen bij een arts? Misschien moeten we daar wel eens het licht op laten schijnen via onze collega's-psychologen.

Fake news is nu een gekend fenomeen, het wordt opgespoord en de laakbaarheid is nogal evident. Hoe lang zal de tolerantie voor deze *fake medicine* nog blijven bestaan? Laat het de meesten, inclusief de Orde der artsen en de overheid toch maar koud? Is er geen tijd, geen energie, of vindt men het geen prioriteit om dit eens grondig te evalueren? Beseft men wel goed dat er gezondheidsrisico's aan vasthangen?

Guy T'Sjoen

is diensthoofd Endocrinologie van het UZ Gent



Onsterfelijkheid en eeuwige jeugd

Tussen mythe en sciencefiction

► Johan Braeckman

Een tiental jaren geleden nodigde ik de Britse wetenschapper Aubrey de Grey (°1963) uit om een lezing te geven aan de Universiteit Gent. De Grey is een man met een missie: hij wil mensen veel langer laten leven dan wat momenteel biologisch haalbaar is. Hij heeft het niet over een levensverlenging van enkele jaren of pakweg een decennium, maar over eeuwen, misschien zelfs millennia.

Aubrey de Grey startte zijn lezing met een uitdagende stelling. We besteden, geheel terecht, bijzonder veel middelen, kosten en energie aan het bestrijden van ziekten zoals kanker, aids, malaria, diabetes enzovoort. Er sterven jaarlijks miljoenen mensen aan en we doen ons best om dat aantal doden te verminderen. Niemand stelt dit fundamenteel in vraag. Het lijkt evident dat we pakweg de verspreiding van malaria trachten te vermijden. Maar de belangrijkste doodsoorzaak wereldwijd, aldus de Grey, die accepteren we als een natuurlijk fenomeen waaraan fundamenteel niet valt te verhelpen, met name veroudering (*senescence* in het Engels). Mensen worden ouder en ondergaan noodgedwongen de verschijnselen die bij veroudering horen: het verrimpelen van de huid, het verminderen van vruchtbaarheid, het vertragen van reflexen, het aftakelen van organische en mentale vermogens. Veroudering is duidelijk gecorreleerd aan de dood: wie zeer oud is, loopt een groter risico dood te gaan dan wie jonger is. Veroudering is evenwel niet inherent aan alle levensvormen. Er zijn bijvoorbeeld platwormen en zoetwaterpoliepen die niet lijken te verouderen.

“Veroudering, wereldwijd de belangrijkste doodsoorzaak, accepteren we als een natuurlijk fenomeen waaraan fundamenteel niet valt te verhelpen, aldus Aubrey de Grey.”

Uiteindelijk gaan ze wel dood, maar door bijvoorbeeld hongering of predatie, niet als een effect van veroudering.

Ook de levensverwachting van soorten is ongelijk verdeeld: honden worden gemiddeld tien à dertien jaar oud, mensen gemiddeld 79 (mannen) à 83 jaar (vrouwen) en de kustmammoetboom ruim tweeduizend jaar. Aubrey de Grey vindt het een schande dat bomen die niet eens beseffen dat ze bestaan, duizenden jaren ouder worden dan mensen. Hij zet zich daarom in om fondsen te verwerven om onderzoek naar veroudering te financieren, met het oog op het stopzeten ervan, of beter nog, het proces om te keren. Hij richtte ook een Stichting op, de *Methuselah Foundation*¹. De focus ligt op het reprogrammeren van cellen om hun veroudering stop te zetten. Het eerste doel van de Stichting is om tegen 2030 van negentig het nieuwe vijftig te maken. Veroudering en de dood, meent de Grey, moeten we als te bestrijden aandoeningen beschouwen, niet als onwrikbare natuurlijke fenomenen.

Geloof en de dood

Het woord *Methuselah* verwijst uiteraard naar Metusalem, die volgens de Hebreeuwse bijbel 969 jaar oud werd. Adam, de eerste mens in de joodse bijbel, werd 930 jaar. We kunnen uit het boek Genesis evenwel afleiden dat Adam oorspronkelijk onsterfelijk was, evenals zijn



Aubrey de Grey, een man met een baard en een missie.

partner Eva. Maar door de zondeval werden ze uit het paradijs verdreven en door God veroordeeld tot een eindig, sterfelijk bestaan. In de katholieke traditie zijn alle nakomelingen van Adam en Eva, dus alle mensen die ooit leefden tot nu toe, belast met de erfzonde (behalve Maria, die “onbevlekt ontvangen” is, en haar zoon Jezus). Door het ritueel van het doopsel, en vooral door het geloof in Jezus als de verlosser, kan de mens evenwel opnieuw eeuwig leven, zij het niet op aarde maar in de hemel, nadat men biologisch overleden is.

Een geloof in een leven na de dood is eigen aan vele religies en ongetwijfeld zeer oud. Reeds in het Zoroastrisme was er een hemel en hel; de Egyptenaren kenden het dodenrijk; de Grieken en Romeinen het schimmenrijk, ook wel de Hades genoemd; de Vikings die sneuvelde gingen na de dood naar het Walhalla, enzovoort. In de oosterse tradities gelooft men in reïncarnatie: na de biologische dood zou de ziel, die onsterfelijk is, op zoek gaan naar

1. www.mfoundation.org



Aubrey De Grey vindt het een schande dat bomen die niet eens beseffen dat ze bestaan, duizenden jaren ouder worden dan mensen.

De levensverwachting van soorten is ongelijk verdeeld. Honden worden gemiddeld tien à dertien jaar oud.



een ander organisme, mens of dier, om in verder te leven.

De schier eindeloze reeks van geloofsopvattingen over zogenaamd leven na de dood getuigen vooral van de enorme creativiteit eigen aan de menselijke fantasie. Overtuigend bewijs voor een of andere vorm van leven na de dood is immers onbestaande. Er zijn weliswaar zogenaamde mediums of *channelers*, mensen die beweren dat ze in staat zijn om contact te leggen met de doden, maar wanneer men hun beweringen ernstig wetenschappelijk onderzoekt, blijken ze geen stand te houden. Iedereen kan overigens met de doden praten. Het probleem is dat ze blijkbaar niet geneigd zijn om te antwoorden.

Transhumanisme

Maar los van mythologische, religieuze en paranormale opvattingen, is er enige wetenschappelijke grond voor de hoop op drastische levensverlenging of onsterfelijkheid? Aubrey de Grey is er alvast van overtuigd en hij is lang niet de enige. Misschien klinkt wat de Grey beoogt erg vergezocht, verouderingsprocessen stopzetten of zelfs alle cellen aanzetten tot verjonging, maar andere onderzoekers en futuristen die tot de brede stroming van het transhumanisme of posthumanisme behoren hebben nog extremere toekomstvisioenen. Transhumanisten delen

de overtuiging dat de mens zoals we die kennen, een product van een blind en ongericht proces van evolutie door selectie, in grote mate vatbaar is voor verbetering. We verouderen, zijn kwetsbaar voor allerlei ziektes, zijn lichamelijk niet zo sterk, denken en handelen vaak irrationeel en bijgelovig en gaan veel te vroeg dood. Dat kan beter, zelfs veel beter. We moeten drastisch ingrijpen in het natuurlijke evolutionaire proces en alle wetenschappelijke en technologische middelen aanwenden om zo snel mogelijk een sterk verbeterde versie van onszelf te creëren, een *Homo sapiens 2.0*. De toekomstige generaties zullen er ons dankbaar voor zijn, net zoals wij nu dankbaar zijn voor de eerdere generaties ontdekkingsreizigers, wetenschappers en onderzoekers allerhande die ervoor zorgden dat onze levenskwaliteit nu zoveel beter is dan die van onze voorouders. Het transhumanisme valt uiteen in een waaier aan opvattingen over hoe we veroudering en de dood kunnen verslaan. We bespreken er een vijftal.

“Andere onderzoekers en futuristen die tot de brede stroming van het transhumanisme of posthumanisme behoren hebben nog extremere toekomstvisioenen.”

De **cryonisten** laten zich zo snel mogelijk na hun dood invriezen, wat cryopreservatie wordt genoemd. Eventueel het hele lichaam, maar in principe is het voldoende om enkel de hersenen in te vriezen. (Dat is bovendien ook goedkoper, want het neemt minder plaats in.) Wie ingevroren is, wordt een cryonaut genoemd. Lichamen of hersenen worden ingevroren in vloeibare stikstof, bij een temperatuur van -196° Celcius. De eerste cryonaut dateert al van 1967, met name de Californische professor psychologie James Bedford. Zijn lichaam wordt tot op heden bewaard door de cryonisme-firma *Alcor Life Extension Foundation*, gevestigd in de Amerikaanse staat Arizona. De basisteksten van het cryonisme, waaronder Robert Ettingers boek *The Prospect of Immortality* (1962) en Eric Drexlers boek *Engines of Creation* (1986), klinken bijzonder optimistisch. We zijn nu meerdere decennia verder en er zijn ondertussen honderden mensen ingevroren, in een zevental bedrijven. Maar tot op heden is niemand terug tot leven gebracht. Er is dus voorlopig geen enkele zekerheid dat dit ooit zal lukken. Ook dierproeven geven niet de resultaten die nodig zijn om het optimisme van de cryonisten te rechtvaardigen. Zelfs al zou men ingevroren menselijke lichamen terug tot leven kunnen wekken, is het afwachten of de informatie in het brein intact zal zijn. Tenslotte is het dat wat ons daadwerkelijk interesseert: het overleven van onze

herinneringen en van onze psychologische identiteit, van het gevoel een unieke persoon te zijn, een subject. Als ik me laat invriezen doe ik dat met de bedoeling ooit opnieuw te kunnen leven als *mezelf*. Het is irrelevant voor me dat mijn lichaam blijft bestaan, maar mijn persoonlijkheid verdwijnt. Louter lichamelijke onsterfelijkheid is even oninteressant als onsterfelijk worden door wat men nalaat. Zoals Woody Allen zei: "Ik wil niet onsterfelijk worden door mijn werk, maar door niet dood te gaan."

Misschien valt er meer te verwachten van de **extropians**? Het woord *extropy* dateert van 1988 en wil een soort tegenhanger zijn van het thermodynamische begrip *entropie*. De filosoof Max More (echte naam: Max T. O'Connor) schreef de basistekst van de beweging: *The Principles of Extropy* (2003). Extropians geloven in continue vooruitgang op het vlak van intelligentie, wijsheid, levenskwaliteit en alle positieve waarden, en menen dat dit uiteindelijk zal leiden tot drastische levensverlenging, dankzij toekomstige, superieure wetenschappelijke kennis en technische mogelijkheden. Hoe dit precies in zijn werk zal gaan is niet meteen duidelijk. Hoewel er nog veel wetenschappelijke onzekerheid bestaat, lijken veroudering en sterfelijkheid toch diep te zijn verankerend in onze biologie, zowel genetisch, cellulair, immunologisch als organisch. We zijn er in de loop van de twintigste eeuw wel in geslaagd om de gemiddelde levensverwachting sterk te laten stijgen, maar dat is te danken aan betere leefomstandigheden en medicatie, in het bijzonder antibiotica, niet aan het terugschroeven van biologische verouderingsverschijnselen.

Een derde groep staat bekend als de **Omega Point Theorists**. Hun voornaamste vertegenwoordiger is de Amerikaanse fysicus en zeer overtuigende christen Frank J. Tipler, die in twee hoogst merkwaardige boeken tracht aan te tonen dat de moderne wetenschappen en de bijbel elkaar volkomen ondersteunen. Zijn boeken zijn getiteld *The Physics of Immortality* (1994) en *The Physics of Christianity* (2007).

“Ik wil niet onsterfelijk worden door mijn werk, maar door niet dood te gaan.”
Woody Allen

De meeste transhumanisten zijn ongelovig, of behoren in elk geval niet expliciet tot een of andere religieuze stroming, maar Tipler is een christen die het werk van de Franse jezuïet en paleontoloog Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) tracht te moderniseren. De Chardin dacht dat het hele universum evolueerde naar het "Punt Omega", een toestand van volmaakt bewustzijn, waarbij de mens zal versmelten met God. Tipler argumenteert dat we onvermijdelijk evolueren richting Punt Omega omdat computers steeds beter en krachtiger worden, tot ze uiteindelijk versmelten tot een supercomputer die alle mogelijke informatie die bestaat en kan bestaan zal bezitten en kan verwerken. De energie die hiervoor nodig is, komt voort uit het kosmologisch noodwendige proces van het in elkaar storten van het universum, aldus Tipler. Aangezien die supercomputer alwetend en almachtig zal zijn, is hij eigenlijk God. Die digitale godheid is ook ethisch volmaakt, en zal daarom elke mens die ooit heeft bestaan digitaal recreëren. Hij kan dat, omdat hij over alle informatie beschikt die daarvoor nodig is. De hele mensheid leeft van dan af aan in een soort virtuele realiteit, een digitale hemel, geschapen door God. Het is evident dat de Omega Punt Theorie bijzonder onaannemelijk klinkt. Niet alleen zijn de natuurkundige opvattingen van Tipler hoogst onwaarschijnlijk², maar zijn christelijke geloofsopvattingen brengen hem er ook toe om wetenschappelijk reeds lang achterhaalde opvattingen te ondersteunen, zoals bijvoorbeeld dat de ster van Betlehem een supernova was, of dat de lijkwade van Turijn authentiek is. Neen, Frank Tipler kan me er niet echt van overtuigen dat ik ooit opnieuw en voor eeuwig zal bestaan in een goddelijke computer.

Misschien zijn de opvattingen van de *Singulitarians* – aanhangers van het **singularitarianisme** – ernstiger te nemen? De bekendste vertegenwoordiger ervan, de Amerikaanse uitvinder, wetenschapper en ondernemer Ray Kurzweil (*1948), wordt in elk geval door behoorlijk wat mensen serieus genomen, waaronder de oprichters van Google, die hem sponsoren. Kurzweil deed enkele belangrijke uitvindingen, onder meer op het vlak van spraakherkenning en leestechnologie en kreeg meerdere eervolle prijzen en eredoctoraten. Niet meteen iemand die men kan wegzetten als een fantast. Toch klinken zijn futuristische opvattingen,

die hij uiteenzet in diverse boeken waarvan *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology* (2005) het meest bekend is, vaak fantaisistisch. Niet zo extreem als die van Frank Tipler, maar toch. Kurzweil publiceerde in 2001 een tekst waarin hij de "law of accelerating returns" uiteenzet. De wet van Kurzweil is een sterk opgefokte variant van de zogenaamde wet van Moore, een voorspelling uit 1965 over de kracht van computers. Volgens de ingenieur en ondernemer Gordon Moore zou die om de twee jaar verdubbelen. Ray Kurzweil stelt dat de versnelling van de toename zelf een versnelling kent, en dit niet enkel voor het vermogen van computers, maar voor de mogelijkheden van wetenschap en technologie in het algemeen. Dat leidt ertoe dat de wereld steeds sneller verandert, bijvoorbeeld in honderd jaar meer dan duizend eeuwen ervoor, waarna het moment komt dat de veranderingen in de laatste tien jaar sneller gaan dan in de voorbije eeuw, en daarna in een jaar sneller dan het voorbije decennium, tot we de "singulariteit" bereiken en het niveau van kunstmatige intelligentie zo groot wordt dat de problemen van veroudering en sterfelijkheid moeiteloos worden opgelost. Meer concreet zal dit gebeuren dankzij de perfectionering van technieken zoals stamceltherapie, weefselregeneratie, gentherapie, nanotechnologie die moleculaire fouten herstelt, enzovoort. Kurzweil zelf wacht evenwel niet op het moment dat de singulariteit aanbreekt, maar neemt reeds jaren een dagelijkse cocktail van 250 voedingssupplementen en spuit zichzelf wekelijks diverse stoffen in. Wie interesse heeft in de details, zie onder meer zijn boek (met co-auteur Terry Grossman) *Fantastic Voyage: Live Long Enough to Live Forever* (2004). Het is niet zo eenvoudig om zin en onzin van elkaar te onderscheiden, in het leven en werk van Ray Kurzweil. Misschien moeten we gewoon even afwachten hoe het hem de komende tien à twintig jaar zal vergaan.

Tot slot bespreek ik een laatste transhumanistische optie om onsterfelijk te worden: **mind uploading of whole brain emulation**; het *uploaden* van alle informatie die het menselijk brein bevat. Het idee is niet zo moeilijk om te begrijpen. De essentie

2. Zie hiervoor Michaels Shermers boek *Why People Believe Weird Things*, waarin hij Tiplers boeken zorgvuldig analyseert.



van wie we zijn, kunnen we weergeven als informatie. Ik ben mijn herinneringen en gedachten, die op een of andere wijze vastliggen in mijn brein, in vele miljarden hersencellen en de verbindingen daartussen. De verzameling informatiepatronen die mijn “zelf” creëren, is uniek. Ook mijn kloon of identieke tweelingbroer zou uniek zijn, aangezien breinen plastisch en dynamisch zijn en er voortdurend nieuwe connecties worden aangelegd. Stel nu dat we een manier vinden om een brein zodanig gedetailleerd te scannen dat we alle informatie die erin vastligt in een computer kunnen overbrengen, dan zou die computer ook het subject, de persoon, het “zelf” bevatten dat samenvalt met het biologische brein. Het brein mag dan verouderen en afsterven, de persoon zelf blijft bestaan in de computer. De computer kan uiteraard ook een robot zijn die een verbeterde versie is van het menselijk lichaam. Een alternatieve mogelijkheid houdt in dat men letterlijk het brein zou namaken, met alles erop en eraan, dus inclusief de informatie die het bevat.

Theoretisch lijkt het niet onmogelijk: informatie kan zich op een kleitablet bevinden, maar evenzeer op papier, of vervat zitten in radiogolven of het internet. Wat precies de materiële of energetische drager is van de informatie is niet van fundamenteel belang: het kan een biologisch brein zijn, maar evengoed een netwerk van geïntegreerde schakelingen. De complexiteit van de hele onderneming is

“Het transhumanisme lijkt voorlopig veeleer een vreemd allegaartje van futuristische utopieën en abstracte theoretische bespiegelingen te zijn, maar de meer realistische sympathisanten ervan wijzen erop dat de evolutie van de biologische mens naar de verbeterde versie van zichzelf al volop aan de gang is.”

evenwel zo extreem dat *mind uploading* niet meteen voor overmorgen is. Los van de technische aspecten duiken er ook filosofische problemen op. Stel bijvoorbeeld dat alle informatie die mezelf tot mezelf maakt, gekopieerd wordt naar een robot, maar mijn biologische brein blijft bestaan. Wie ben ik dan? De organische versie, of de artificiële? Of allebei? Filosofen zoals Daniel Dennett en Derek Parfit schreven hierover boeiende teksten.

Tot slot

Het transhumanisme lijkt voorlopig veeleer een vreemd allegaartje van futuristische utopieën en abstracte theoretische bespiegelingen te zijn. Maar de meer realistische sympathisanten ervan wijzen erop dat de evolutie, dankzij wetenschap en technologie, van de biologische mens naar de verbeterde versie van zichzelf al volop aan de gang is. Artificiële intelligentie is in volle ontwikkeling en kan zowel extern bestaan als in het lichaam worden ingeplant. We hebben pillen die ons betere prestaties laten leveren en een gezonder en langer leven bieden; we hebben prothesen die falende lichaamsdelen vervangen; we planten elektrodes in die de breinfuncties verbeteren, ...

Geen enkele van die technieken is expliciet bedoeld om tot *Homo sapiens 2.0* te leiden, maar op langere termijn kunnen ze een vorm van trans- of posthumanisme als neveneffect hebben. Er wordt ontzettend veel geïnvesteerd in de verdere ontwikkeling van alle relevante technieken, ook in diegene die verouderingsprocessen moeten stopzetten of zelfs omkeren. De quasiereligieuze drijfveren van sommige transhumanisten lijken vaak bizar, maar veel aspecten van de technologie waarmee ze dwepen zijn zeer reëel.

Zoltan Istvan (°1973)³ reed in de aanloop naar de Amerikaanse presidentsverkiezingen in Amerika rond met een oude bus, die hij had omgedoopt tot een gigantische doodskist. De bus kreeg een naam: de “immortality bus”⁴ Istvan wou president worden, maar dat plan mislukte. Het werd Donald Trump. Desondanks slaagde

hij toch in de essentie van zijn missie: media-aandacht genereren voor de transhumanistische agenda. Geen enkele van de andere presidentskandidaten had het over de wetenschappelijke en technologische mogelijkheden die in volle ontwikkeling zijn, en die onmiskenbaar, ook al weten we nog niet precies hoe, de maatschappij en ons leven grondig zullen veranderen. Misschien dat voortplanting over enkele generaties vrijwel uitsluitend nog via embryo-selectie verloopt, zodat de kinderen die geboren worden een grote kans hebben om honderd jaar te worden? Wie weet zal de verdere robotisering tientallen miljoenen jobs, die nu door mensen worden uitgevoerd, elimineren? Zou het kunnen dat we over vijftig jaar mede dankzij 3D-printers kunstmatige organen maken, zodat we enkele decennia langer leven? Er wordt politiek niet echt grondig over nagedacht. Zoltan Istvan maakt misschien een clowneske indruk, maar hij heeft een missie die we niet kunnen negeren.

Johan Braeckman

is hoogleraar Wijsbegeerte aan de Universiteit Gent en redactielid van *Wonder* en is gheen *Wonder*.

Bronnen

Bartlett, Jamie: *Radicals. Outsiders changing the world* (met daarin een hoofdstuk over Zoltan Istvan en het transhumanisme). Windmill Books, 2017.

Minerva, Francesca: *The Ethics of Cryonics. It is Immoral to be Immortal?* Palgrave Macmillan, 2018.

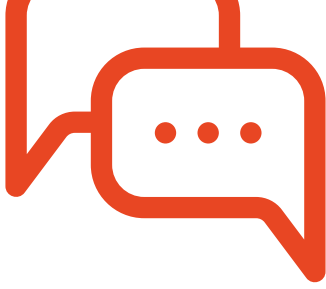
More, Max & Vita-More, Natasha, eds.: *Transhumanist Reader: Classical and Contemporary Essays on the Science, Technology, and Philosophy of the Human Future*. Wiley-Blackwell, 2013.

Shermer, Michael: *Heavens on Earth. The Scientific Search for the Afterlife, Immortality and Utopia*. Robinson, 2018.

3. www.zoltanistvan.com

4. www.immortalitybus.com

*Mensen worden ouder en ondergaan
noodgedwongen de verschijnselen die
daarbij horen: rimpels, verminderde
vruchtbaarheid, vertraagde reflexen,
aftakeling van vermogens.*



Kort

Samenstelling: Tim Trachet

SKEPSIS WINT PROCES TEGEN PSEUDOWETENSCHAPPER

De *Stichting Skepsis*, de Nederlandse zusterorganisatie van SKEPP, heeft een juridische strijd gewonnen tegen een Amerikaans-Italiaanse pseudowetenschapper. Maar het heeft de vereniging wel op de rand van de financiële afgrond gebracht.

Het begon toen Pepijn van Erp, een zeer actief bestuurslid van Skepsis, in 2016 op zijn persoonlijke blog een ironisch stukje schreef over de in Florida wonende fysicus Ruggero Santili. Die beweerde een telescoop met holle lenzen te hebben uitgevonden waarmee hij sterrenstelsels van antimaterie kon waarnemen, net als onzichtbare wezens die bezig waren Amerika te bespieden.

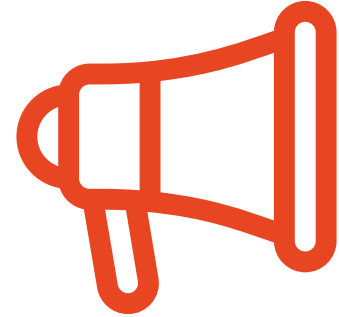
Van Erp schreef over die onzin een stukje met de titel *The continuing stupidity of Ruggero Santilli* en gebruikte daarin uitdrukkingen als 'mad professor' en 'fringe scientist'. Voldoende voor Santili om de Nederlander een dagvaarding te sturen en hem wegens laster te dagen voor een rechter in Florida. Santili stoorde er zich vooral aan dat het blog van Van Erp bovenaan de Google-resultaten stond als je op zijn naam zocht. Hij eiste 3 miljoen dollar schadevergoeding.

Ook de voorzitter van de *Stichting Skepsis*, de astronoom Frank Israel, ontving een dagvaarding, hoewel Skepsis en zeker Israel formeel niets met de blog van Van Erp te maken hebben.

De zaak leek belachelijk genoeg om zich er niets van aan te trekken, maar omdat professor Israel beroepshalve regelmatig de Verenigde Staten bezoekt, zou hij daar wel eens last kunnen krijgen. Skepsis wilde niet dat haar voorzitter enig risico zou lopen en besloot een Amerikaans advocaat onder de arm te nemen, ook al kost dit zo'n 400 dollar per uur.

Twee jaar nadien oordeelde de rechter in Florida dat professor Israel niets te maken heeft met de gewraakte blog. Over Van Erp viel er geen uitspraak, maar intussen is het tot een minnelijke schikking gekomen. Santili belooft geen proces meer aan te spannen aan medewerkers van Skepsis. Van Erp moet enkel de titel van het gewraakte stuk wijzigen (niet de inhoud).

De hele zaak heeft Skepsis een kwart miljoen euro gekost. Zowat de helft van dat bedrag kwam door giften van sympathisanten van Skepsis (waaronder ook SKEPP-leden), want de reserves van de stichting waren uitgeput. Santili was al eerder berucht door zijn kritiek op de relativiteitstheorie. Hij noemt zichzelf het slachtoffer van een complot van joodse wetenschappers. Vandaar ook zijn aanval op Frank Israel, hoewel die ondanks zijn familienaam, geen jood is.



CM BETALEN GEEN HOMEOPATHIE MEER TERUG

Het leek als een donderslag bij een (voor sommigen) heldere hemel. De Christelijke Mutualiteiten – althans aan Vlaamse kant – stoppen met terugbetaling van de homeopathie. "Wij vellen geen waardeoordeel over homeopathie", zo zei Steven Hermans, directeur Diensten en Verrichtingen van de CM. "We hebben onze leden bevestigd en daaruit bleek dat er gewoon ook minder vraag naar is. Zij liggen wakker van andere dingen, zoals tandzorg en geestelijke gezondheidszorg."

Of andere ziekenfondsen zullen volgen, is niet meteen duidelijk. De Socialistische Mutualiteiten hebben plannen in dezelfde richting. De Liberale Mutualiteiten roepen op tot een breed debat over deze kwestie, zodat iedereen hetzelfde standpunt zou innemen.

Voor alle duidelijkheid: homeopathie en andere alternatieve geneeswijzen zijn ondanks de pogingen in het kader van de twintig jaar oude wet-Colla nog altijd niet officieel erkend in ons land. Van een terugbetaling via de sociale zekerheid is dan ook geen sprake. Maar de ziekenfondsen bieden sinds een vijftiental jaar wel een tegemoetkoming voor bepaalde vormen van alterneuterij via hun systeem van vrije verzekering. Anders gezegd betaalt een mutualiteit die tegemoetkoming uit de eigen kas, gespijst door de bijdragen van haar leden, niet met geld van de overheid (RIZIV). Concreet worden homeopathische middelen binnen een beperkte mate terugbetaald.

Bij de CM komt daar op 1 januari 1919 een einde aan. Let wel dat de christelijke ziekenfondsen niet stoppen met soortgelijke terugbetalingen voor osteopathie en chiropraxie. Wie helemaal niet wenst bij te dragen aan onbewezen geneeswijzen, kan zich nog altijd niet aansluiten bij een mutualiteit. Alleen de door de Staat gerunde Hulpkas voor de ziekteverzekering doet er niet aan mee. De CM vrezen niet voor een massale leegloop, want minder dan een procent van de leden maakte gebruik van de terugbetaling. Uit een studie van 2009 bleek dat zes procent van de Belgische bevolking gedurende het jaar daarvoor een homeopathisch geneesmiddel had gebruikt.

Voor het raadplegen van een homeopathische arts verandert er niets. Die kan zich immers via het RIZIV laten terugbetalen, niet omdat hij homeopaat is, maar omdat hij arts is. Hoe dan ook lijkt de voortdurende kritiek op de homeopathie door organisaties als SKEPP op termijn vruchten af te werpen. Van zodra iemand durft te zeggen dat de keizer geen kleren aan heeft...

“Wie helemaal niet wenst bij te dragen aan onbewezen geneeswijzen, kan zich nog altijd niet aansluiten bij een mutualiteit. Alleen de door de Staat gerunde Hulpkas voor de ziekteverzekering doet er niet aan mee.”

HOMEOPATHIE TER DISCUSSIE IN FRANKRIJK

Dat homeopathie steeds meer ter discussie wordt gesteld, blijkt nu ook in Frankrijk, waar de geneeswijze van Hahnemann wél een officieel statuut heeft.

Homeopathische geneesmiddelen worden al lang door de Franse sociale zekerheid terugbetaald. Die moeten worden voorgeschreven door artsen die een erkende opleiding homeopathie hebben gevormd. Een aantal Franse universiteiten organiseren zulke opleiding en leveren daarvoor een diploma af. Vlak voor het begin van dit academiejaar besliste de faculteit geneeskunde in Rijsel om deze opleiding op te schorten. Dit in afwachting van een nationaal overleg over de homeopathie, dat er moet komen.

Er broeit inderdaad wat. In maart 2018 verscheen in de bekende krant *Le Figaro* een oproep van 124 artsen die de publieke opinie wilden sensibiliseren over de alternatieve geneeswijzen, in de eerste plaats de homeopathie, waarbij ze het woord "charlatanisme" niet schuwden. "Die praktijken zijn gebaseerd op het geloof op een miraculeuze en risicoloze genezing", aldus de tekst. Sommige media gaven die woorden als een soort heiligschennis weer.

De oproep was een steen in de kikkerpoel. De Franse minister van Gezondheid Agnès Buzyn noemde in een eerste reactie de homeopathie "een geneeswijze die waarschijnlijk een placebo-effect heeft" maar "geen kwaad doet" en dacht er niet aan de terugbetaling stop te zetten. Maar in mei kondigde ze aan dat het debat over de terugbetaling van niet-efficiënte geneesmiddelen geopend is.



ZIEKTEBEELDEN CHINESE GENEESKUNDE IN INTERNATIONAAL REFERENTIEWERK

Dit jaar is de elfde editie verschenen van de *International Classification of Diseases*. Een officieel overzicht van ziektebeelden en diagnoses, opgesteld onder hoede van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO).

Deze elfde editie (ICC-11) bevat voor het eerst een apart hoofdstuk van aandoeningen en ziektebeelden die bekend zijn in de traditionele Chinese geneeskunde. Alleen al het feit dat deze vergaarbak van oosterse vormen van kwakzalverij vermeld wordt in dit referentiewerk, doet heel wat medici de wenkbrauwen fronsen. Het laat zien hoe groot de invloed van China in de WGO is geworden.

De ICD zegt niets over behandelingen. Het gaat hier wel om ziektebeelden zoals die in de traditionele Chinese geneeskunde beschreven worden. De Chinese beoefenaars hebben er jaren over gedaan om alle diagnoses in het Engels om te zetten. Daaruit is een lijst met 3.106 ziektebeelden gekomen die nu in de ICC-11 is opgenomen.

Het bekende wetenschappelijke blad *Nature* heeft enkele voorbeelden gegeven van dergelijke ziektebeelden. Zo is er het *wasting thirst syndrome*: enorme honger en dorst gepaard met urineverlies. Dat zou het gevolg zijn van te weinig *yin* en te veel *yang* in longen, lever en milt. De wetenschappelijk geschoolde arts zal daar eerder diabetes in zien. Dit ziektebeeld wordt door de Chinese genezers behandeld met acupunctuur, het verbranden van kruiden dichtbij de huid van de patiënt en het innemen van "afkoelende" voeding zoals selderij en sojabonen.

Bron: De Standaard, 5 oktober

Ze erkende dat homeopathie tot nu toe niet wetenschappelijk is geëvalueerd en dat dit nu wel zal gebeuren. "Als ze nuttig is, zal ze worden terugbetaald. Als ze nutteloos is, zal dat ophouden."

Een maand later nam de Franse Orde van Geneesheren voor het eerst in haar bestaan een standpunt in over homeopathie. Diezelfde Orde, die wettelijk de opleidingen in de homeopathie moet erkennen (!), liet weten dat een voorgeschreven behandeling niet mag afwijken van "door de wetenschap verworven gegevens" en dat een dergelijke behandeling alleen mag worden voorgeschreven als de patiënt een "loyale, duidelijke en gepaste informatie" heeft gekregen. In feite zou elke arts die een homeopathisch middel voorschrijft er moeten aan toevoegen dat het hoogstens als een placebo werkt!

De beslissing van de Britse Nationale Gezondheidsdienst vorig jaar om geen homeopathische middelen terug te betalen heeft blijkbaar invloed gehad aan de overzijde van het Kanaal. In Groot-Brittannië ging het om een bedrag van amper 103.000 euro. Frankrijk telt zo'n 5000 erkende homeopaten-artsen en er wordt jaarlijks voor ca. 200 miljoen euro aan homeopathische medicamenten verkocht.

“De Franse Orde van Geneesheren nam onlangs voor het eerst in haar bestaan een standpunt in over homeopathie.”





Maken we de juiste
energietransitie?

Eerste hulp bij toekomstscenario's

Over de haalbaarheid van de energietransitie

► Marco Visscher

Duurzame energie leek mij altijd een kwestie van doen. Slechts belangen van de fossiele industrie en politieke onwil stonden een doorbraak in de weg, zo dacht ik. Immers, met bestaande technieken was al zoveel mogelijk. En waar die tekortschoten, zouden we met wat meer ondersteuning voor innovatie de noodzakelijke laatste stappen kunnen zetten. Maar is het wel zo eenvoudig?

Nu eens lijkt de energietransitie (de overgang van fossiele brandstoffen naar duurzame energiebronnen) een peulenschil, dan weer een onmogelijke opgave. De ene expert voorziet technische doorbraken in de nabije komst, de ander meldt droogjes dat die al tientallen jaren vruchteloos worden voorzien. Als er vandaag in de krant staat uitgelegd waarom het heel goed mogelijk is om zonder gas onze woningen te verwarmen, staat er morgen wel een ingezonden brief van een betweter die meldt dat deze expert een belemmering over het hoofd heeft gezien en dat het helemaal níét mogelijk is. Wie moeten we nu geloven?

Dit artikel besteedt aandacht aan de manieren waarop we energie uit zon en wind tijdelijk kunnen opslaan, zodat we die bij ongunstige weersomstandigheden kunnen aanwenden. Of moeten we vraag en aanbod gewoon slimmer op elkaar afstemmen? Zullen we bij het uitblijven van grootschalige opslag en slimme sturing moeten terugvallen op fossiele brandstoffen? Hoeveel ruimte gaan al die windparken en zonneweiden eigen-

lijk innemen? Hoeveel grondstoffen vereisen ze, en liggen al die windmolens en zonnepanelen aan het einde van hun leven niet op een enorme afvalberg?

Verder staan we stil bij de vraag hoe we al die toekomstscenario's voor de haalbaarheid van een fossielvrije toekomst moeten lezen. Welke aannames liggen aan die scenario's ten grondslag en hoe komen ze tot stand? We zullen enkele spraakmakende rapporten nader bekijken.

Superbatterijen

Wanneer het aandeel van zon en wind in de opwekking van elektriciteit groter wordt, is het essentieel dat die stroom tijdelijk wordt opgeslagen. Op die manier kunnen we het overschot aanwenden wanneer er meer vraag dan aanbod is. Een batterij is daarvoor een gangbare toepassing. Voor de opslag van thuis opgewekte groene stroom zijn er 'thuisbatterijen', onder meer vervaardigd door *Tesla* en *IKEA*. Hierin slaan we de stroom van zonnepanelen op. Ze zijn niet bedoeld om er de winter mee door te komen, maar om het verschil in stroomopbrengst tussen dag en nacht op te vangen.

Europa's grootste batterij voor de opslag van groene stroom bevindt zich in Jardelund, in het noorden van Duitsland, vlak bij de grens met Denemarken. Volgens een reportage in de Nederlandse krant *Trouw* staat het hier 'bomvol met windmolens, tussen de glooiende akkers en koolzaadvelden'. In een witte loods – 12 meter breed, 70 meter diep – staan wel 10.000 batterijen opgestapeld, elk 50

kilo. Het zijn de beste, meest compacte lithium-ion-batterijen, die bijvoorbeeld ook door *Tesla* worden gebruikt. Deze door *Eneco* en *Mitsubishi* ontwikkelde megabatterij kan voldoende stroom opslaan voor een dorp van zo'n 5000 huishoudens. Maar dat is alleen genoeg voor één dag. Zou je de weekbehoefte aan elektriciteit voor datzelfde dorp, of voor een heel land in batterijen willen opslaan, dan zou je dus vele malen grotere exemplaren nodig hebben, tegen enorme kosten.

Hoeveel groter en voor hoeveel geld? Een fictief rekenvoorbeeld op een bierkaartje. De *Tesla Powerwall* geldt als 'compact' en met 6500 euro als 'betaalbaar'. Hiermee kun je 14 kWh opslaan, ongeveer genoeg voor een dag stroomverbruik van een gemiddeld gezin in Nederland met drie kinderen. Het verbruik van elektriciteit in Nederland is de laatste jaren vrij stabiel, rond 120 miljard kWh. Een maand zonder enige opwekking van duurzame energie is onrealistisch, maar laten we ervan uitgaan dat je in de winter een maand stroomopslag nodig hebt, omdat álle stroom van zon en wind moet komen. Met wat opslag- en omzettingsverliezen kom je dan in het gunstige geval op ongeveer een miljard *Tesla Powerwalls*. De kosten voor een maand stroomopslag zijn dan 6500 miljard euro, exclusief btw. Zet al die batterijen voor Nederland achter elkaar en je hebt een rij van 1 miljoen kilometer: van de aarde tot aan de maan en weer terug.

Technologische innovatie kan daarin wellicht verandering brengen. De eerste

computers waren immers ook enorme wandkasten? Maar zo snel gaat dat niet. Generaties natuurkundigen weten dat het niet zo gemakkelijk is om een accu te maken die compact, licht, veilig, efficiënt, stabiel en goedkoop is, zonder giftig of brandbaar te zijn, en gemaakt van materialen die ruim voorhanden zijn. Al sinds de jaren negentig werken de beste batterijen op basis van lithium. Lithium wordt gewonnen in zoutmeren, zoals in Argentinië, Bolivia en Chili. Een probleem bij de winning van lithium is de uitputting van de bodem. Ook zijn er zorgen over de arbeidsomstandigheden, zoals die er ook zijn bij winning van andere metalen. Milieuorganisaties en experts, onder wie die van de Wereldbank, hebben al gewaarschuwd voor de gevolgen als er door de energietransitie steeds meer batterijen nodig zijn.

Een goed alternatief voor lithium is er helaas nog niet. Na de commercialisering van de lithium-ion-accu in de vroege jaren negentig zijn er geen noemenswaardige doorbraken geweest. De internationale branche voor energieopslag organiseert een jaarlijkse conferentie, waar 'toonaangevende onderzoekers en fabrikanten' alternatieven bespreken. De conferentie heet dan ook: *Beyond Lithium Ion*. In de zomer van 2018 werd alweer de elfde editie georganiseerd, na al die jaren onder dezelfde naam. De zoektocht naar betere batterijen is nog steeds hard nodig en wordt zelfs urgenter. Om die

reden is het nuttig om (nog) meer te investeren in onderzoek en ontwikkeling van batterijen met prestaties van een radicaal hoger niveau.

Innovaties komen af en toe even in het nieuws. Tijdens het schrijven van dit artikel verschenen her en der artikelen over een nieuwe batterij op basis van silicium, die tien keer meer opslagcapaciteit zou hebben en bovendien veel sneller kan worden opgeladen. Aan de universiteit van Kiel – toevallig vlak bij Jardelund – lieten de onderzoekers in het persbericht opnemen dat silicium het 'op een na meest voorkomende element op aarde' is. (Zuurstof is nummer 1.) Dat klinkt veelbelovend. Maar zoals we ook geduldig moeten zijn als we in de krant lezen over een nieuw medicijn voor kanker of alzheimer dat zich nog in een vroege onderzoeksfase bevindt, zullen we ook met een batterij op silicium geduldig moeten zijn voordat zo'n vondst zich vertaalt naar een succesvolle lancering op de markt. Overigens: *Eneco* en *Mitsubishi* bouwden de 'gigabatterij' in Jardelund niet zozeer om groene stroom grootschalig op te slaan, maar vooral om een ander probleem op te lossen. De zon en de wind gedragen zich tamelijk onvoorspelbaar, terwijl de netbeheerder behoefte heeft aan voorspelbaarheid. Al die onverwachte schommelingen in de productie veroorzaken een verandering in de netfrequentie van 50 hertz, de wisselspanning die op de stopcontacten in Europa staat.

De batterij in Jardelund biedt boven alles een geweldige uitkomst om de frequentie van het Europese elektriciteitsnet netjes op 50 hertz te houden.

Andere opslag-oplossingen

Terwijl overal hard gewerkt wordt aan het verbeteren van batterijen en accu's, vindt voorlopig de meeste opslag van stroom bij waterkrachtcentrales plaats. Helaas hebben we in Nederland bergen noch stuwmeren. Wel zijn er wellicht ondergronds mogelijkheden; de verlaten mijnschachten in Limburg zouden volgens onderzoekers geschikt kunnen zijn om water omhoog te pompen en daarna te laten vallen langs een turbine om stroom op te wekken. Ook wordt er al decennia gerekend aan plannen voor een valmeer van 40 meter diep voor de kust van Zeeland, bij de Brouwersdam. Dat alles is nog toekomstmuziek.

Een andere, veelbesproken opslagmethode is om met een overschot aan elektriciteit watermoleculen te splitsen in waterstof en zuurstof. Het proces waarbij waterstofatomen uit water worden gewonnen heet elektrolyse. De geproduceerde waterstof kan bijvoorbeeld worden toegevoegd aan aardgas, waardoor het mengsel minder CO₂ uitstoot dan pure aardgas. Dit is wat *Gasunie* en *Greenpeace Energy* gaan doen. De duurzaam geproduceerde waterstof zal worden geïnjecteerd in de gasinfrastructuur van *Gasunie* in Noord-Duitsland.



Met de energietransitie wordt de overgang bedoeld van fossiele brandstoffen naar duurzame energiebronnen, zoals zon en wind. Het doel is het terugdringen van de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂). Fossiele brandstoffen hebben een belangrijke rol gespeeld in zowel de industriële als de landbouwrevolutie, die voor grote delen van de wereldbevolking een hogere levensstandaard hebben gebracht. Al enkele tientallen jaren schommelt het aandeel fossiele brandstoffen in het totale energieverbruik in de wereld rond de 80 procent.



De Vidraru dam in Roemenië. Waterkracht is de tweede belangrijkste duurzame energiebron. Waterkrachtcentrales leveren bijna 4 procent van alle gebruikte energie in de wereld. Waterkracht kan nog altijd groeien, met name in Azië, maar in veel landen voeren milieugroepen verzet tegen deze vorm van energie omdat grootschalige stuwdammen de ecosystemen van riviergebieden aantasten.

Verder kan waterstof worden ingezet om elektriciteit op te wekken met behulp van een brandstofcel, zoals een generator of turbine dat kan. Die brandstofcel kan worden gebruikt voor de aandrijving van elektrische auto's. Aan het begin van deze eeuw ontwikkelde Japan zich tot een internationale koploper op dit gebied, met bedrijven als *Toshiba*, *Honda* en *Toyota*. Met die cel wordt de overtollige stroom wel zinvol gebruikt, maar het draagt niet bij aan de netstroomvoorziening als het niet waait en de zon niet schijnt. Dit is dus geen oplossing voor het probleem van de wisselvalligheid van duurzame bronnen.

Er zit zeker potentie in waterstof. Het voordeel is dat waterstof vrij eenvoudig kan worden omgezet in vloeistoffen als ammoniak, methanol of mierenzuur, die gemakkelijker en veel goedkoper zijn op te slaan dan elektriciteit. Ook in Nederland wordt veel verwacht van waterstof. Het nadeel is dat deze vorm van energieopwekking tot een groot verlies van rendement leidt als je er weer stroom van maakt: het kost relatief veel energie om waterstof te produceren. Daarna moet je het weer gaan verbranden om er elektriciteit van te maken, wat ook weer leidt tot een verlies van energetische waarde met ongeveer de helft. Dat

betekent dat we dus al twee derde tot driekwart van onze opgewekte duurzame stroom kwijt zijn bij het gebruik van waterstofgebonden opslag. Die verliezen zouden we wellicht voor lief nemen als de benodigde elektriciteit om waterstof te maken goedkoop en schoon is.

Al jaren wordt er hard gewerkt aan een zogeheten 'waterstofeconomie', waarin waterstof de centrale energiedrager is. Waterstof dient in die visie ook als vervanger van fossiele bronnen in bijvoorbeeld de chemie, landbouw en staalproductie. Dat zou een geweldige vooruitgang zijn. Om daar te komen, moeten nog veel technische en economische obstakels worden overwonnen. Zo zal nieuwe technologie de efficiëntie van elektrolyse ongetwijfeld verbeteren, maar op dit moment zijn de kosten nog extreem hoog, zeker wanneer waterstof moet worden gemaakt met groene stroom. Daarom is er voorlopig geen sprake van dat waterstof als opslag voor de productie van netstroom op grote schaal wordt toegepast.

Een andere oplossing voor de grilligheid van het weer is het smart grid. In zo'n slim elektriciteitsnetwerk worden vraag en aanbod nauw op elkaar afgestemd, zodat de gebrekkige mogelijkheden voor opslag niet zo'n probleem vormen.

In een slim netwerk wordt stroom efficiënter verdeeld en wel zodanig dat het risico op een lokaal tekort sterk wordt verminderd of zelfs wordt uitgesloten. In de praktijk gaat dat zo: u zet de wasmachine aan, maar het apparaat gaat pas echt uw was draaien wanneer er voldoende en liefst goedkope groene stroom beschikbaar is. Zulke slimme, flexibele sturing van de vraag is een prima oplossing voor huishoudens om de *Dunkelflaute* te omzeilen. *Dunkelflaute* is de weersituatie die de groene stroomproductie stillegt omdat het duister is en tegelijk de wind niet waait. *Dunkelflaute* is een samentrekking van *Dunkelheit* (duisternis) en *Windflaute* (windstilte), een donkere luwte dus. Huishoudens verbruiken echter slechts zo'n 20 procent van alle stroom in Nederland. De industrie, goed voor een veel groter aandeel in de elektriciteitsconsumptie, functioneert in de meeste gevallen alleen bij een betrouwbare, constante levering van stroom. Daarvoor lijkt zulke vergaande gestuurde rantsoenering vooralsnog geen wenselijke oplossing.

Een andere opslagmethode zit in de accu's van elektrische auto's. Wanneer die auto's stilstaan, kunnen ze de elektriciteit uit de accu's teruggeven aan het stroomnetwerk. Dat zorgt echter wel voor slij-



Zonneweides gaan ten koste van natuur en landschap, maar hebben als voordeel dat ze zonne-energie kunnen opschalen en goedkoper maken.

tage van de accu's, want die kennen een beperkt aantal laadcycli. Automobilisten zouden wel eens behoorlijk huiverig kunnen zijn als hun auto wordt aangesloten op de *smart grid*. Technisch kan het, maar misschien willen ze daarvoor dan wel een vergoeding terugzien. Bovendien gaat het hier opnieuw om een beperkte opslag, lang niet genoeg voor de stroombehoefte van meer dan een paar dagen.

China heeft een ander, ambitieus plan om de duurzaam opgewekte stroom volop te gebruiken. In 2016 ontvouwde het land zijn plannen voor een gigantisch wereldomspannend elektriciteitsnet, waarop alle bestaande en toekomstige centrales in Europa, Azië, Afrika en Noord- en Zuid-Amerika zouden zijn aangesloten. Kosten: 50.000 miljard dollar, oftewel het jaarlijkse bruto nationaal product van de Verenigde Staten, de Europese Unie en China bij elkaar. Nu is het de vraag of dat wereldnet er gaat komen, maar dat dit initiatief serieuze aandacht krijgt, lijkt te onderstrepen dat ze

in China niet geloven in een doorbraak op het gebied van opslag van duurzame energie.

Toch weer fossiel

Bovenstaande oplossingen zijn echter nog lang niet ver genoeg ontwikkeld om de grilligheid van zon en wind op te vangen. Daarom lijkt het erop dat we toch ook nog even verder moeten met fossiele brandstoffen. Immers, zolang we alleen nog maar kunnen dromen van volop beschikbare opslagmethodes, groot-schalige batterijen of voldoende betaalbare waterstof, blijven we voor een groot deel van de tijd afhankelijk van centrales op aardgas of steenkool. Die conventionele centrales kunnen namelijk wél tot op zekere hoogte worden bijgestuurd. Voor aardgas zijn er grofweg twee soorten centrales: de ene werkt in combinatie met stoom en de andere werkt met een gasmotor. Het eerste type is wel energie-efficiënt maar kostbaar om te bouwen en niet bijzonder geschikt om snel meer of minder te laten produceren.

Het tweede type is veel minder energie-efficiënt, maar goedkoop om te bouwen en juist ideaal om snel op te starten en af te schakelen. Dat leidt tot de ongelukkige situatie dat juist om zo goed mogelijk in te kunnen spelen op de grilligheid van duurzame energie, er moet worden gestookt in gascentrales, die tot zo'n 30 procent meer CO₂-uitstoot geven dan de zuinige centrales, die zich minder makkelijk laten bijstellen.

Kolencentrales zijn er in allerlei kwaliteitsklassen, maar de nieuwste en modernste centrales combineren flexibiliteit met een hogere energie-efficiëntie. Ze zorgen niet voor substantieel meer luchtvervuiling dan de moderne aardgascentrales, maar stoten wel twee keer zoveel CO₂ uit.

Dan is een aardgascentrale dus beter dan een kolencentrale, ook al omdat het open afschakelen van de eerste sneller en goedkoper is. Daarom zeggen internationale energie-experts al jaren dat aardgas een acceptabele tussenoplossing is, op weg naar een volledig duurzame energievoorziening. Met de beslissing

de eigen gasproductie stop te zetten, lijkt Nederland mondiaal een opmerkelijke keuze te maken. Vermoedelijk zal Nederland buitenlands aardgas moeten importeren. Dat is de prijs die we moeten betalen om de aardbevingen in Groningen te stoppen.

Centrales op biomassa zouden overigens ook onafgebroken kunnen produceren, weer of geen weer. Maar de volumes duurzaam geproduceerde biomassa die nodig zijn om deze bron serieus te nemen als back-up voor wind en zon zouden gigantisch zijn. Bovendien is de uitstoot van CO₂ per geleverde hoeveelheid energie hoger dan bij steenkool, zodat het klimaat er helemaal niets mee zou opschieten.

En dan zijn er nog de kerncentrales. Die zijn duur om te bouwen, maar ze stoten geen CO₂ uit of andere luchtverontreinigende stoffen. Wel is er de productie van radioactief afval, die veilig moet worden opgeborgen. Ook zijn kerncentrales flexibel genoeg om de stroomvraag te kunnen volgen.

Als kernenergie niet opnieuw op de agenda komt, zullen we fossiele centrales dus nog altijd nodig hebben wanneer de zon achter de wolken verdwijnt of als de wind stil komt te liggen. Sterker, we hebben ze óók nodig als de zon schijnt en als de wind waait. Hun functie is dan om bedrijfsklaar te staan, op een laag pitje, gereed om nog even extra, ahum, gas te geven als het moet.

Aardgas: dat is dus paradoxaal genoeg wat we in Nederland zullen moeten gebruiken, terwijl wij de eigen gaskraan dichtdraaien. Dat stelt bijvoorbeeld ook Machiel Mulder, hoogleraar regulering van energiemarkten aan de Rijksuniversiteit Groningen. Voor zijn modelstudie naar de elektrificatie van woningen en vervoer schetste hij drie toekomstscenario's, waarvoor hij zich onder meer baseerde op beleidsplannen, op consumptie en opwekking van energie, en op de toename van woningen en voertuigen. In alle gevallen zal er aanmerkelijk meer elektriciteit worden verbruikt. Zonnepanelen en windmolens zullen niet in die vraag kunnen voorzien, stelt Mulder. Omdat kolencentrales bij wet zullen worden gesloten en omdat het kabinet kernenergie afzweert, ligt het voor de hand dat gascentrales worden gebruikt om tekorten aan groene stroom

aan te vullen (net zoals men dat in België van plan is, nvdr). Dat zal vooral geïmporteerd gas zijn, zodra het Groningse gasveld met rust wordt gelaten. In 2050 zal dan 'bij volledige elektrificatie' ongeveer de helft minder CO₂ worden uitgestoten dan in 1990. Dat is niet niets, maar is nog ver verwijderd van het beleidsstreven van 95 procent. Het is een voorzichtige inschatting, benadrukt Mulder in een interview met *de Volkskrant*. Zijn studie gaat namelijk alleen over huishoudens (dus niet over industrie, kantoren en ziekenhuizen) en transport op de weg (dus niet over scheepvaart of vliegverkeer). 'Voor ik aan deze studie begon,' zei Mulder, 'had ik niet verwacht dat we nog zo lang zo veel gas nodig zouden hebben. De huidige beleidsambities op het gebied van duurzaamheid zijn onvoldoende om ervan af te stappen.'

Studies van onder meer het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en ECN geven aan dat het aandeel van gas beperkter kan zijn dan Mulder berekende. In deze studies wordt uitgegaan van nog meer windmolens en zonnepanelen, plus het aangepaste, flexibele energiesysteem van een *smart grid*. Maar zover zijn we nog lang niet.

Beslag op ruimte

De toenemende vraag naar windmolens en zonnepanelen roept ook vragen op over de ruimte die ze innemen. Alle energiesystemen nemen ruimte in, met soms een impact die niet direct voor de hand ligt. Al wordt er in Nederland geen steenkool gewonnen, toch neemt steenkool plaats in, voor de opslag en overslag in onze havens. Aardgas wordt (voorlopig) wel hier gewonnen en vrijwel alle woningen en bedrijven zijn op het gasnet aangesloten, maar het gassysteem neemt weinig zichtbare ruimte in. Aardolie kent juist weer een ruimtebeslag, met raffinaderijen, op- en overslag en grote veiligheidszones rondom benzinstations en transportroutes, waar ze soms zelfs stedelijke ontwikkeling blokkeren.

Zonnepanelen hoeven niet veel oppervlakte te vergen. Er zijn nog veel daken beschikbaar. Niet ieder dak is optimaal geschikt vanwege de ligging, zoals ik merkte bij mijn eigen woning, maar grofweg de helft van de huizen heeft een dak op het zuiden. De platte daken van flatgebouwen en fabrieken lenen zich er ook uitstekend voor. Voor de schuine

daken zijn er ook al dakpannen met pv-cellen, en er is veelbelovend 'zonnefolie' in de maak, dat op ramen kan worden geplakt. Je merkt er weinig tot niets van als je naar buiten kijkt. Er zijn ook plannen om het aantal zonneweides uit te breiden. Jaren geleden zagen we nog enorme terreinen voor ons in de Sahara of in het zuiden van de Verenigde Staten, maar in de ambitieuze plannen van het Nederlandse kabinet worden ze ook voorzien op onze velden en akkers. Dat kan voor matig renderende boerenbedrijven een uitkomst bieden, maar zulke plannen stuiten doorgaans lokaal op verzet. Zonneweides gaan dan wel ten koste van natuur en landschap, ze hebben als voordeel dat ze zonne-energie kunnen opschalen en goedkoper zullen maken. Bij windmolens speelt het probleem van ruimtebeslag wel degelijk. Het liefst zet je er een aantal bij elkaar, maar ook weer niet te dicht bij elkaar, want dan vangen ze elkaars wind af. Ons land mag dan klein en dichtbevolkt zijn, gelukkig beschikken we over een aanzienlijk deel van de Noordzee: een luxe die niet alle landen hebben.

Het is mogelijk om voor elke energiebron de vermogensdichtheid te berekenen, uitgedrukt in watt per vierkante meter. Energie-expert Vaclav Smil kwam op basis van eigen berekeningen met een lijstje, waarbij biomassa onderaan bungelde met ongeveer 0,5 watt per vierkante meter (W/m²). Voor windenergie zou dat de ondergrens zijn, met 1,5 W/m² als maximum. Zonnepanelen komen ergens uit tussen de 4 en 9 W/m². Critici vinden die cijfers te conservatief. Zij voeren aan dat de vermogensdichtheid bij een aantal windparken op zee al wel 3 W/m² is en dat je bij een zonneweide in de woestijn misschien wel op 20 W/m² kunt uitkomen.

Hoe het ook zij, de schattingen van Smil voor de vermogensdichtheid van fossiele brandstoffen blijven onbetwist: voor steenkool tussen de 100 en 1000 W/m² en voor aardgas tussen de 200 en 2000 W/m². (De enorme bandbreedte onderstreept het belang van een efficiënte centrale die volop kan draaien.) Dus ook al valt er best te discussiëren over verbeteringen in de vermogensdichtheid van duurzame bronnen, aan die van fossiele brandstoffen kunnen ze niet tippen. Het zal hoe dan ook het nodige land- en zeeoppervlak vergen om tegemoet te ko-



Bij windmolens speelt het probleem van ruimtebeslag wel degelijk. Het liefst zet je er een aantal bij elkaar, maar ook weer niet te dicht bij elkaar, want dan vangen ze elkaars wind af. Ons land mag dan klein en dichtbevolkt zijn, gelukkig beschikken we over een aanzienlijk deel van de Noordzee. Die luxe hebben niet alle landen.

men aan de wens om in 2030 ongeveer de helft van de *huidige* stroomvraag van Nederland via wind en zon op te wekken: een stroomvraag die zal groeien vanwege de elektrificatie. Op wereldschaal hebben we het in de komende decennia misschien wel over een flinke aanslag op de natuur.

Grondstoffen, materialen en afval

Windmolens en zonnepanelen groeien niet aan de boom. Ze moeten worden gemaakt, net als olieboorplatforms, kolentreinen en kerncentrales. Als we ze volop gaan inzetten, levert dat een nieuwe vraag op: zijn er wel genoeg grondstoffen en materialen om ze te bouwen? Wat vergt het om al die grondstoffen op een verantwoorde manier te delven en verwerken?

Op de lijst met grondstoffen en materialen voor zonnepanelen en windmolens staan uiteraard beton en staal, maar ook fosfor, borium, gallium, neodymium, germanium, indium, tellurium en titaandioxide. Sommige van deze grondstoffen zijn vrij zeldzaam. Bij een explosieve toename in de productie van zonnepanelen en windmolens zouden daarvoor alternatieven gevonden moeten worden. Met het delven van die grondstoffen vervuult je bodem, water en lucht. De eerste roep om 'fairtrade duurzame energie' is inmiddels al gehoord. Bovendien is er flink wat energie nodig om al die materialen te winnen, vervoeren en fabriceren. Die energie komt vooralsnog grotendeels van fossiele brandstoffen. Zware, olieslurpende machines prepareren de mijnbouwgronden, met aardgas gestookte ovens bakken het cement, en het staal voor de torens komt van hoogovens gestookt op steenkool. Alle energie die nodig is om ze te bouwen, wordt met de windmolens snel terugverdiend, maar vooralsnog zijn ze niet bepaald het toonbeeld van een CO₂-vrije toekomst.

Niets heeft het eeuwige leven, ook windmolens en zonnepanelen niet. Het *International Renewable Energy Agency* (IRENA, internationaal agentschap voor hernieuwbare energie) gaat bij windmolens en zonnepanelen uit van een levensduur van dertig jaar. Aan het einde van de levensduur moeten de windmolens en zonnepanelen worden ontmanteld. Hoe gaan we eigenlijk om met het afval van zonnepanelen en windmolens? In

Europa bestaan daarvoor goed functionerende inzamelingsprogramma's, onder verantwoordelijkheid van de producenten. Soms worden de afgedankte windmolens en zonnepanelen verscheept naar ontwikkelingslanden, waar ze nog jaren functioneren. Maar recycleprogramma's bestaan daar (nog) niet.

De noodzaak van een goede afvalinzameling is helder. Het Japanse ministerie van Milieu gaf in 2016 een waarschuwing af. De hoeveelheid afval van zonnepanelen die het land jaarlijks produceert zou stijgen van 10.000 naar 800.000 ton in 2040. Het werd, meldde het ministerie, hoog tijd voor een plan om dat afval te recyclen of netjes te verwerken. In Duitsland en Denemarken lopen de oude windmolens en zonnepanelen op hun einde. Vervanging zou sowieso verstandig zijn, omdat nieuwe modellen veel efficiënter zijn.

Wat gebeurt er als die materialen worden gedumpt in arme landen? Het is bekend dat in India, China en door heel Afrika complete gemeenschappen naast vuilstortplaatsen leven. Elektronica wordt daar verbrand om er de waardevolle koperdraden uit te halen die kunnen worden verkocht. Tijdens de verbranding van zonnepanelen smelt al het plastic en komen zware metalen als lood, chroom en cadmium vrij, waardoor drinkwater wordt vervuild. Ook komen er giftige dampen vrij die bij inademen de kans vergroten op problemen aan de luchtwegen, op vormen van kanker en op geboortefwijkingen.


Eén studie naar het afval van afgedankte zonnepanelen werd uitgevoerd door *Environmental Progress*, een Amerikaanse milieuactiegroep die pleit voor kernenergie als hét antwoord op de klimaatverandering. Het rapport van *Environmental Progress* presenteerde een tabel van de hoeveelheid afval van zonnepanelen ten opzichte van het kernafval, per opgebrachte eenheid energie. Wat blijkt? Zonne-energie zorgt per opgewekte kilowattuur voor 300 keer meer toxisch afval dan kernenergie. Terwijl kernafval onder permanent toezicht en controle staat en volgens gerenommeerde studies nooit een dodelijk slachtoffer heeft gemaakt, komt het afval van zonnepanelen terecht tussen al het andere elektronisch afval, waarover buiten Europa geen enkele regulering is. Maar je kunt het afvalprobleem van zonnepanelen ook anders bekijken. IRENA ziet vooral mogelijkhe-

den voor hergebruik. In een rapport over zonnepanelen die het einde van hun levenscyclus hebben bereikt, voorziet de organisatie tegen 2050 wereldwijd een geschatte hoeveelheid van '78 miljoen ton grondstoffen en andere waardevolle componenten', die bij hergebruik een 'waarde van meer dan 15 miljard dollar' vertegenwoordigt. Zo klinkt het opeens heel anders.

Kijken in de toekomst

De toekomst laat zich moeilijk voorspellen, zeker op een omvangrijk en complex terrein als de energievoorziening, die bovendien voortdurend in beweging is en steeds meer onderhevig is aan politieke besluiten. Voor een inschatting van hoe de energieproductie over vijf, vijftig of vijftig jaar zal zijn georganiseerd zul je je moeten baseren op een flink aantal ontwikkelingen die niet goed te overzien zijn. Daarom moeten we op onze hoede zijn als we lezen over het te verwachten verloop van de energietransitie. Een voorbeeld. Er is een befaamde studie van Mark Jacobsen, hoogleraar milieutechniek aan *Stanford University*. Hij toont aan dat alle energie in de Verenigde Staten binnen veertig jaar van duurzame bronnen afkomstig kan zijn. Diverse politici en klimaatactivisten, zoals Al Gore en Leonardo DiCaprio, haalden in de afgelopen jaren zijn onderzoek aan. Op basis van het werk van Jacobsen beweerden zij dat de energietransitie naar 100 procent duurzaam, snel en goedkoop kan. Later wees een studie op een onvolkomenheid in de studie van Jacobsen. Die studie werd gepubliceerd in PNAS, het officiële orgaan van de *National Academy of Sciences* van de Verenigde Staten, en was geschreven door meer dan twintig specialisten op het gebied van energie en klimaat. Jacobsen was er, zo bleek, in zijn studie van uitgegaan dat de productie van Amerikaanse waterkrachtcentrales zou vertienvoudigen. Die vertienvou-

“Wat is een aanname? Het is een veronderstelling. En wat is een veronderstelling? 'Hetgeen je als waar aanneemt.' Een aanname is dus iets wat je denkt of vindt, zonder het zeker te weten.”



Welke energiebron staat vandaag klaar om het over te nemen wanneer een kolencentrale wordt uitgezet? Als zon, wind, waterkracht of kernenergie het antwoord is, dan is dat met het oog op de klimaatverandering een uitstekende zaak. Is het een gascentrale? Dan is dat ook goed, want die stoot ongeveer de helft minder CO₂ uit. Maar wat gebeurt er als we een kerncentrale uitzetten? Als de energie dan niet volledig kan komen van zon en wind, maar voor een aanzienlijk deel moet komen uit steenkool, zoals in Duitsland gebeurt, of aardgas, zoals in België is besloten, dan is er helemaal geen sprake van CO₂-winst.

diging staat echter in schril contrast met de verwachtingen van het Amerikaanse ministerie van Energie en toonaangevende instellingen, die de verwachte toename uit waterkracht houden op maar 10 procent, oftewel maar 1 procent van Jacobsens vertienvoudiging. Dat is geen gering verschil. Zonder al die extra waterkracht valt het hele scenario van Jacobsen aan diggelen. Immers, buiten waterkrachtcentrales om is er momenteel geen andere manier om op die schaal overtollige stroom uit wind en zon op te slaan. De auteurs van het artikel in PNAS noemden het een 'vergissing', anderen spraken van een 'leugen'. In een reactie noemde Jacobsen, die aanvankelijk een rechtszaak aanspande tegen zijn critici en 10 miljoen dollar eiste, het zelf geen 'modellerfout', maar een 'aanname'.

Wat is een aanname? Het is een veronderstelling, meldt Van Dale. En wat is een veronderstelling? 'Hetgeen je als waar aanneemt.' Een aanname is dus iets wat je denkt of vindt, *zonder het zeker te weten*. Dat kan natuurlijk ook niet anders. Voor een inschatting van toekomstige ontwikkelingen móéten we ons baseren op aannames. Als we een huis kopen, doen we dat ook op basis van aannames. Aannames over ons toekomstige inkomen zijn bepalend voor de prijsklasse waarin we zoeken; aannames over de gezinssamenstelling zijn bepalend voor het aantal kamers. Zonder aannames kunnen we de toekomst niet lezen. Al die toekomstscenario's over de energievoorziening zijn gebaseerd op aannames. Op hoeveel efficiëntiewinst kunnen we jaarlijks rekenen? Blijven kerncentrales wel of niet open? Hoeveel energie zal worden verbruikt? Dergelijke vragen moet een onderzoeker of opdrachtgever beantwoorden op basis van veronderstellingen voordat conclusies kunnen worden getrokken.

Maar aannames komen niet uit de lucht vallen. Het maakt nogal uit welke aannames je maakt. Zo is het ook een keuze om de toename van energieproductie door waterkrachtcentrales te baseren op bestaande schattingen van gerenommeerde bronnen, of om die te baseren op... tja, op wat eigenlijk?

Mijn interpretatie van de studie van Jacobsen is dat een gedreven onderzoeker soms de verleiding niet kan weerstaan om een onrealistische aanname te doen, die het resultaat gunstig kleurt. Maar het zegt me ook iets anders: een

studie die een ideologie ondersteunt, kan met klakkeloze instemming worden aangehaald en fungeren als bewijs. Zo baseren steeds meer mensen zich op steeds meer mensen die zich baseren op een studie die is gebaseerd op een verkeerde aanname. Daarmee wordt die conclusie zelf een aanname. En hoe populairder de conclusie, des te sterker de aanname wordt. Een mythe houdt zich zo zelf in stand.

Eerste hulp bij toekomstscenario's

Een bekend scenario waaruit blijkt dat een duurzame energievoorziening in de nabije toekomst voor Nederland haalbaar is, komt van actiegroep *Urgenda*. In het rapport *Nederland 100% duurzame energie in 2030* schetsen de auteurs de mogelijkheden voor een snelle transitie. Een belangrijke aanname in dit rapport betreft de afname van het energieverbruik. *Urgenda* gaat ervan uit dat het energieverbruik in Nederland zal dalen met 48 procent. Hoe waarschijnlijk is die aanname? In de Nationale Energieverkenning van 2017, uitgevoerd in opdracht van enkele ministeries, is er sprake van een lichte afname. Ten opzichte van 2015 zou het 'bij voorgenomen beleid' in 2030 gaan om een verwachte daling van 8 procent. Daarmee is *Urgenda's* scenario niet ineens volstrekt nutteloos geworden. Het is soms nodig om door te rekenen waartoe uiterst ambitieuze plannen zouden kunnen leiden. Maar met een dergelijke aanname van een gehalveerd energieverbruik lijkt dat plan heel wat makkelijker haalbaar dan het in werkelijkheid zal zijn. De aanname over een laag energieverbruik blijkt een cruciaal element in meer scenario's waarin de omslag naar duurzame energie snel haalbaar is. De Verenigde Naties hebben voor hun programma voor 'universele toegang tot energie in 2030' bepaald dat het in ontwikkelingslanden genoeg is om een ventilator, twee gloeilampen en een radio van stroom te voorzien, voor vijf uur per dag. Dat lijkt mij niet alleen een grove miskennis van de energiebehoeften, maar ook een ernstige onderschatting van de toename van het energieverbruik in landen waar volgens alle experts zowel de bevolking als de economie zal groeien. Zullen de honderden miljoenen mensen in arme landen in 2030 echt geen wasmachine, computer en koelkast hebben?

In diverse scenario's die de *BP Energy Outlook 2018* schetst, is er niet één waarin het mondiale energieverbruik vermindert. In het 'overgangsscenario' tot 2040 zou de omvang van de wereld-economie meer dan verdubbelen, vooral dankzij toegenomen welvaart in de opkomende landen. Het energieverbruik zou toenemen met ongeveer een derde. Dat zou overigens een 'significant tragere groeisnelheid' zijn dan in de afgelopen 25 jaar.

Bij een studie naar zeventien scenario's voor een duurzame energievoorziening bleek dat alle scenario's voorzien in 'historisch ongekende verbeteringen' in de opbrengst van zon en wind. De auteurs, die hun studie publiceerden in *WIREs Climate Change*, een van de meest gerenommeerde vakbladen in de atmosferische wetenschap, constateerden dat de scenarioschrijvers stelselmatig overmatig optimistisch zijn over het tempo waarin deze energiebronnen kunnen worden geïmplementeerd, de opbrengst die ze leveren en de kosten die ermee zijn gemoeid.

Verder gaan sommige toekomstscenario's uit van technische oplossingen die nu nog niet bestaan of nog niet commercieel beschikbaar zijn. Zo rekenen ze bijvoorbeeld op een doorbraak in de opslag van groene stroom die nog niet is gerealiseerd. Wanneer je in een scenario aanneemt dat het probleem van de opslag is opgelost, komt een duurzame energievoorziening uiteraard dichterbij. Overigens heeft het eerdergenoemde rapport van *Urgenda* dat bewust niet gedaan. De auteurs melden expliciet dat het model werkt met 'bestaande technologieën' en dat innovaties die nog niet 'rijp' zijn niet zijn meegenomen in het scenario. Dat lijkt me een correcte benadering.

Een andere keer gaan scenario's wel uit van de huidige stand van de technologie, maar niet van de praktische of financiële haalbaarheid. Voor de opslag van stroom uit zon en wind zijn momenteel gigantische batterijen beschikbaar, maar die zijn onbetaalbaar. Niemand gaat er werkelijk van uit dat deze batterijen zullen worden geproduceerd en gebruikt, zeker niet voor opslag die de dagcyclus ruim overstijgt. Ook door de kosten buiten beschouwing te laten, kan een duurzame energievoorziening ineens nabij lijken, maar erg realistisch is het niet.

Onderzoek bij het lezen van scenario's

voor ons energielandschap daarom altijd wat de aannames waren, specifiek die over het energieverbruik en de stand van de technologie. Doorgaans zijn die aannames in het rapport terug te vinden. Het is ook raadzaam om te kijken wie de opdrachtgever of uitvoerder van het scenario is. Zoals ze bij WC-eend WC-eend adviseren, kunnen de VN of een klimaat-actiegroep als *Urgenda* of *Environmental Progress*, of een olieconcern als *BP* de aannames en uitkomsten zodanig sturen dat die de eigen doelstellingen ondersteunen. Daar lijkt ook sprake van in het onderzoek van *Environmental Progress* naar het afval van zonnepanelen dat eerder in dit artikel werd aangehaald. Voor het wetenschapstijdschrift *Eos* toonde redacteur Dieter De Cleene aan dat het onjuist is om te suggereren dat een zonnepaneel een vat vol elektronisch afval is en dat een 'afvalcrisis' aanstaande is. Ja, er zitten schadelijke stoffen in, maar slechts een klein beetje. Voor zeker 90 procent gaat het om onschuldige materialen als glas, aluminium en kunststof, die deels goed te recyclen zijn. Bovendien is het aannemelijk dat er ook buiten Europa bij een toenemende afvalstroom een vraag naar recycling komt, inclusief betere regelgeving voor de inzameling van deze materialen.

De vergelijking tussen de hoeveelheid toxisch afval van zonnepanelen en kerncentrales is bijvoorbeeld curieus, meldde

De Cleene. Volume zegt immers niets over de mate van toxiciteit, die echter relevant is om de risico's voor mens en milieu in te schatten. In het geval van zonnepanelen en kerncentrales gaat het om andere soorten toxiciteit. Zoals een Vlaamse expert in de circulaire economie het zegt in *Eos*: 'Ik zou liever een kubieke meter zonnepanelen in mijn tuin stockeren dan eenzelfde volume kernafval.'

Aan de andere kant... Herinnert u zich nog het omdenken van *IRENA*, dat het bij de afgedankte zonnepanelen had over tientallen miljoenen tonnen componenten met een 'waarde van meer dan 15 miljard dollar'? Zulk omdenken kun je ook toepassen op wat algemeen bekendstaat als 'kernafval', oftewel: het resterende uranium in de afgedankte splijtstofstaven, inclusief de zogeheten transurane elementen, die in een kernreactor zijn ontstaan uit het uranium. Die ene kubieke meter kernafval heeft dan een ongekende hoeveelheid CO₂-vrije energie in zich. Als je kernafval weet te gebruiken als splijtstofmateriaal, bijvoorbeeld in de nieuwe kernreactoren die Rusland op dit moment bouwt, zou je met die ene kubieke meter kunnen voorzien in de totale jaarlijkse stroomvraag van heel Nederland. Bij een kale stroomprijs van 5 cent per kilowattuur en 40 euro voor een ton CO₂-uitstoot heeft dat kernafval dus een economische waarde van zeker 8 miljard euro.

Ten slotte

Lange tijd dacht ik dat de omslag naar duurzame energie best mogelijk was, zolang we maar genoeg zonnepanelen en windmolens zouden neerzetten. Dat ligt toch wat gecompliceerder. Er moet een oplossing komen voor het simpele gegeven dat ze slechts onder bepaalde weersomstandigheden stroom produceren. Opslag in waterstof is veelbelovend, evenals goed 'energiemanagement', waarin vraag en aanbod slim op elkaar worden afgestemd. Dit lijken kansrijke oplossingen om het probleem van de grilligheid te omzeilen. Maar zolang deze technieken nog slechts op de tekentafel bestaan, hebben we, gezien de politieke weerstand tegen kernenergie, vooral fossiele centrales nodig. Om de negatieve bijdrage aan klimaatverandering en luchtvervuiling dan nog enigszins te beperken, kunnen die beter draaien op aardgas dan op steenkool.

Ook had ik me niet eerder gerealiseerd dat zonnepanelen en windmolens veel ruimte innemen. Er bestaat zoiets als 'energiedichtheid' en die ligt bij zon en wind al gauw een factor 100 lager dan bij de fossiele brandstoffen. Als we op wereldschaal substantieel meer stroom uit zon en wind willen opwekken, dan zullen we daar flink wat ruimte voor moeten maken. Dat vind ik problematisch. Het lijkt me beter in de menselijke behoeften te voorzien op een klein oppervlak, zodat er plaats overblijft voor natuur en een rijke biodiversiteit.

Nu kan ik niet anders concluderen dan dat mijn aanvankelijke optimisme over windmolens en zonnepanelen naïef is geweest. Ik vrees dat dit naïeve optimisme ook zit in veel van de scenario's voor een groene energievoorziening. De rooskleurige uitkomst blijkt dan vaak gebaseerd op onrealistische aannames, bijvoorbeeld over een spectaculaire afname van energieverbruik of een miraculeuze oplossing voor de opslag van groene stroom.

Marco Visscher

is journalist en curator van *tegengeluid.nl*. Hij volgde de energietransitie al voordat de term in zwang raakte.

Uit: De energietransitie. Naar een fossielvrije toekomst, maar hoe?





Referenties

Het artikel over de superbatterij in Jardelund: 'Deze gigabatterij moet de Duitse kolen- en gascentrales gaan verslaan', door Frank Straver, in Trouw, 13 mei 2018, www.trouw.nl/groen/deze-gigabatterij-moet-de-duitse-kolen-en-gascentrales-gaan-verslaan~a45c54b4/.

Over de batterij van silicium werd onder meer geschreven in het Algemeen Dagblad, onder de kop: 'Doorbraak: Duitse silicium accu met tien keer meer opslagcapaciteit', geschreven door Erik Kouwenhoven, verschenen op 30 april 2018, www.ad.nl/auto/doorbraak-duitse-silicium-accu-met-tien-keer-meer-opslagcapaciteit~a65a268d/.

De laatste update die ik vond over de Chinese plannen voor een wereldomspannend net vond ik in Financial Times, 7 juni 2018, onder de kop: 'China Eyes Role as World's Power Supplier', geschreven door James Kynge, www.ft.com/content/bdc31f94-68aa-11e8-b6eb-4acfcfb08c11.

Het onderzoek van Machiel Mulder heet 'Gas and the Electrification of Heating & Transport: Scenarios for 2050', www.cerre.eu/publications/gas-and-electrification-heating-transport-scenarios-2050. Het interview in de Volkskrant, geschreven door Niels Waarlo, verscheen op 4 juli 2018, onder de kop: 'Van het aardgas af met behulp van elektriciteit die wordt opgewekt met... aardgas', www.volkskrant.nl/economie/van-het-aardgas-af-met-behulp-van-elektriciteit-die-wordt-opgewekt-met-aardgas~bcdbab43/.

De studies waaruit blijkt dat het aandeel van aardgas beperkt zal zijn, komen van zowel het Planbureau voor de Leefomgeving ('Verkenning van klimaatdoelen', 9 oktober 2017, www.rijks-overheid.nl/documenten/rapporten/2017/10/09/verkenning-van-klimaatdoelen?_sp=cb775114-929a-4c45-b555-c8eb9f0219b8.1535015529739) als van ecn ('Demand and Supply of flexibility in the power system of the Netherlands, 2015-2050', november 2017, www.kivi.nl/uploads/media/5a25285f8e27f/e17053.pdf?_sp=cb775114-929a-4c45-b555-c8eb-9f0219b8.1535015531547).

Over het ruimtebeslag van energiesystemen in Nederland bracht het Planbureau voor de Leefomgeving in 2003 een rapport uit: 'Energie is ruimte', www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/Energie_is_ruimte.pdf. Overigens noemden de auteurs kernenergie 'vanuit ruimtelijk oogpunt verreweg het meest efficiënt'.

Over energiedichtheid schreef Vaclav Smil: 'Power Density Primer: Understanding the Spatial Dimension of the Unfolding Transition to Renewable Electricity Generation (Part 1: Definitions)', op 8 mei 2010 gepubliceerd op Master Resource, www.masterresource.org/smil-vaclav/smil-density-definitions-i/. Iets toegankelijker is 'The Future of Energy: Why Power Density Matters', geschreven door Robert Wilson, verschenen op The Energy Collective op 9 augustus 2013, www.energycentral.com/ec/future-energy-why-power-density-matters.

De roep om fairtrade-energie vond ik onder de kop: 'Fairtrade Renewable Energy: Shedding Light on Clean Energy's Dirty Secrets', geschreven door David Flynn en anderen, en op 3 augustus 2018 verschenen op The Conversation, www.theconversation.com/fairtrade-renewable-energy-shedding-light-on-clean-energys-dirty-secrets-100263.

Het onderzoek van irena over de grondstoffen, materialen en het afval van zonnepanelen heet 'End-of-life Management: Solar Photovoltaic Panels', uit juni 2016, www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels.

Over de studie van Environmental Progress over het afval van zonne-energie en kern-energie schreef de organisatie onder de kop: 'Are We Headed For a Solar Waste Crisis?', verschenen op 21 juni 2017, www.environmentalprogress.org/big-news/2017/6/21/are-we-headed-for-a-solar-waste-crisis.

De befaamde studie uit 2015 van hoofdauteur Mark Jacobsen luidt 'Low-cost Solution to the Grid Reliability Problem With 100% Penetration of Intermittent Wind, Water, and Solar For All

Purposes', in Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States, volume 112, nummer 49, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4679003/. De kritiek verscheen twee jaar later in dezelfde uitgave onder de kop 'Evaluation of a Proposal For Reliable Low-cost Grid Power With 100% Wind, Water, and Solar', door Christopher Clack en anderen, in volume 114, nummer 26, www.pnas.org/content/114/26/6722.

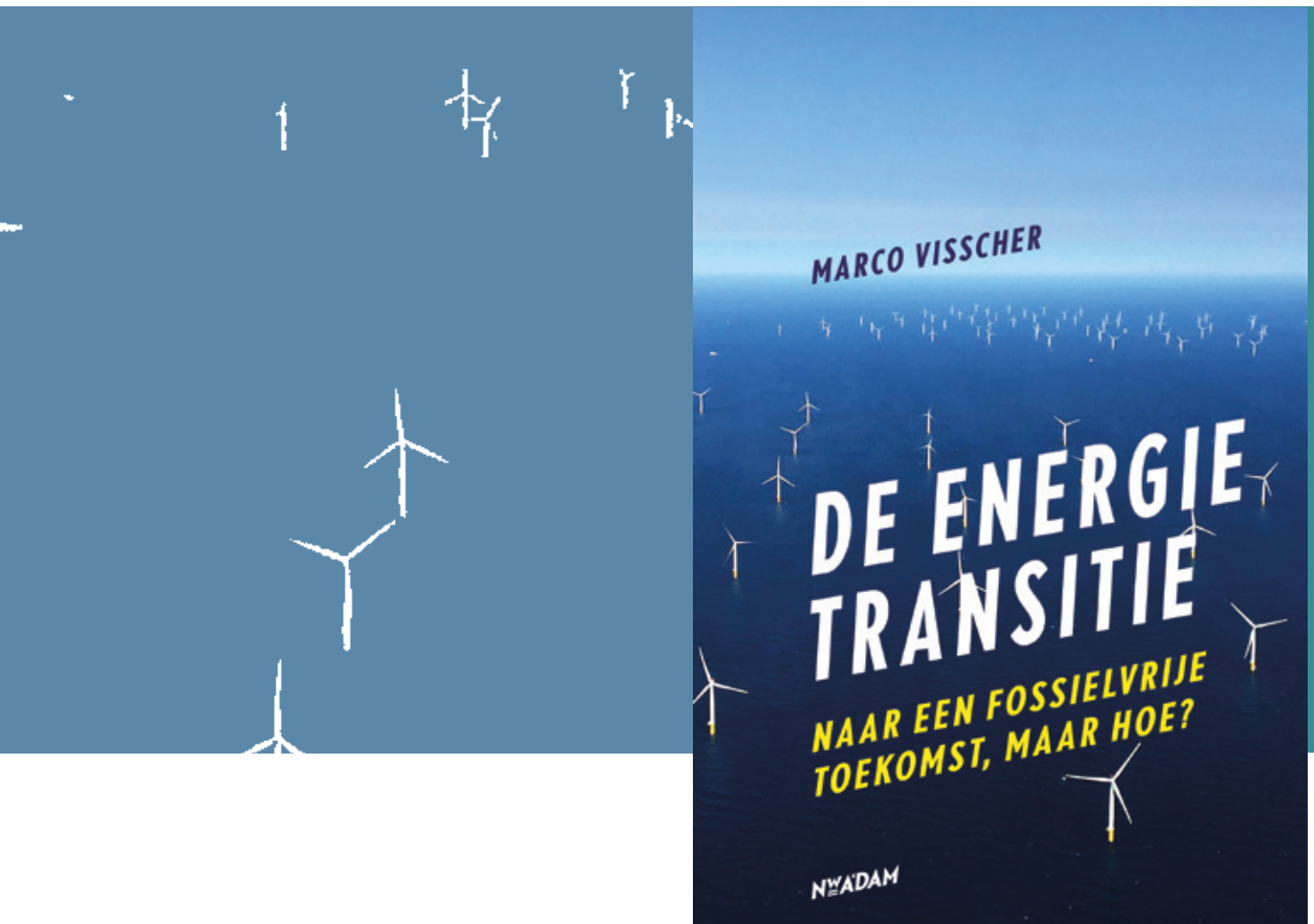
Het rapport van Urgenda, Nederland 100% duurzame energie in 2030: Het kan als je het wilt!, is te vinden op: www.urgenda.nl/wp-content/uploads/Urgenda-Rapport-Duurzame-Energie-in-2030-v2-2017.pdf.

De studie naar zeventien scenario's voor een duurzame energievoorziening, van Peter Loftus en anderen, heet 'A Critical Review of Global Decarbonization Scenarios: What do They Tell Us About Feasibility?', in wires Climate Change, volume 6, nummer 1, www.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcc.324. Een andere studie van groene scenario's luidt: 'Burden of Proof: A Comprehensive Review of the Feasibility of 100% Renewable-electricity Systems', door Ben Heard en anderen, in Renewable and Sustainable Energy

Reviews, uit april 2017, www.researchgate.net/publication/315745952_Burden_of_proof_A_comprehensive_review_of_the_feasibility_of_100_renewable-electricity_systems.

De kritische analyse in het tijdschrift Eos van Dieter De Cleene verscheen in de uitgave van september 2017: 'Hoe vervuilend zijn zonnepanelen?'. Een pdf is te downloaden via www.ebook-dl.com/downloadmag/31094.

“Elke politicus (of beter nog: Elke burger) zou dit beknopte boek van journalist en ecomodernist Marco Visscher over de energietransitie moeten lezen: helder, genuanceerd, nuchter, wars van dogma's en taboes. Zowel links als rechts zullen er veel van opsteken.”
Maarten Boudry



DE ENERGIETRANSITIE. NAAR EEN FOSSIELVRIJE TOEKOMST, MAAR HOE?

We staan voor een ongekende maatschappelijke verandering. Om de mondiale opwarming te stoppen, moet de uitstoot van CO₂ drastisch omlaag. Daarom sluiten we kolencentrales en draaien we zelfs de gaskraan dicht. Hoe komen we dan aan voldoende, duurzame energie? Kan het wel met windmolens, zonnepanelen en warmtepompen? Blijven we toch gewoon gas gebruiken? Of biedt kernenergie een onverwachte uitkomst? Hoe haalbaar en betaalbaar is een fossielvrije toekomst?

Dit boek beschrijft wat de transitie inhoudt en scheidt helderheid in een verhit debat vol vooringenomenheid, onjuiste argumentatie en preken voor eigen parochie. De energietransitie is een onmisbare bijdrage aan het denken over een van de grootste vraagstukken van de 21e eeuw.

Marco Visscher

Uitgeverij Nieuw Amsterdam, 2018. 144 p.

Isbn 9789046824733

€ 16,99 (ebook € 9,99).

BESTELLEN

Bestel dit boek door storting van € 16,99 op rekening BE98 0689 0077 7793 van Bart Coenen met vermelding van 'Energietransitie' en je postadres.

Stelling:

'Zonder kernenergie halen we de klimaatdoelen niet'

▶ Bart Coenen en Peer de Rijk

Naar aanleiding van een heropleving van het debat rond kernenergie bij onze noorderburen organiseerde de Nederlandse krant NRC in november een 'twistgesprek' via e-mail rond de stelling: 'zonder kernenergie halen we het niet.' Bart Coenen (als co-auteur van het boek 'Ecomodernisme') verdedigde de stelling terwijl klimaatactivist Peer de Rijk (WISE) de tegens vertolkte. De Spelregels? "Zie het als een *chat*, maximaal 50 woorden per e-mail en wees scherp naar elkaar." Het resultaat werd verkort gepubliceerd in de krant. Hier krijg je de ongekuste versie.

BART COENEN: "Op dit moment kijk ik als Vlaming een beetje jaloers naar Nederland. Kernenergie is er eindelijk weer bespreekbaar. Maar ook in België is er iets aan het veranderen. Een paar jaar geleden voelde ik me nog erg alleen wanneer ik zei dat we kernenergie nodig hebben om klimaatverandering tegen te gaan. Dat was al helemaal zo onder groenen. Wie pleit voor kernenergie moet wel een slecht karakter hebben, dacht men daar. Alsof je nooit van gedacht mag veranderen."

PEER DE RIJK: "Jaloezie is niet fraai en niet nodig. Of is het omdat onze kerncentrale het wel doet en bij jullie 5 van de 7 langdurig stilliggen door mankementen en ouderdom? Sorry, da's flauw. Over het zogenaamde taboe op discussie over kernenergie; heel raar frame. We debatteren er al decennia intensief over. Op de klimaatpact van 2000 in Den Haag waren er al tientallen nucleaire lobbyisten om te pleiten voor subsidie voor nucleair 'om het klimaat te redden'. Geen Calimero-gedrag alsjeblieft, dat helpt niet."

BART COENEN: "Dat is precies het tweede verwijt dat ik kreeg: ik moest dan wel een lob-

byist zijn, betaald door de industrie. Maar eigenlijk zit het zo: na bijna twintig jaar actief te zijn geweest binnen groene organisaties realiseerde ik me dat ik altijd gewoon de kudde gevolgd had zonder zelf na te denken over een standpunt. Om het kort te zeggen ben ik gegaan van idealist tot realist."

PEER DE RIJK: "Laten we uitgaan van ieders goede intenties en het over de inhoud gaan hebben. Na 50 jaar kernenergie, waarbij de eerste en tweede generatie reactoren (enige honderden) vrijwel allemaal in het zadel zijn geholpen met publiek geld, dragen kerncentrales voor 11% bij aan de mondiale stroomproductie. Die bijdrage is zowel in absolute als in relatieve termen aan het dalen. Niet zozeer omdat de milieubeweging zo invloedrijk is (was het maar waar!) maar omdat kernenergie een slechte track record heeft; te veel incidenten, te veel financiële tegenslagen, te veel vervuiling in de keten."

BART COENEN: "Nu ben je te bescheiden. Dat de groei van kernenergie na de snelle expansie in de jaren 1970 gestopt is, kan de milieubeweging wel degelijk op haar conto schrijven. Maar als je met dit soort argumenten komt, moet je weten dat ik de bal heel gemakkelijk kan terugkaatsen. Zag je de uitzending van Arjen Lubach* over kernenergie en dat miezerige spietje in het cirkeldiagram dat groene stroom representeerde? Ik denk dat vooral dat element bij het publiek insloeg."

PEER DE RIJK: "Bescheiden? Zeker. Ambitueus? Ook. Wij willen zo gauw mogelijk alle kerncentrales dicht. Aandacht voor, en investeringen in atoom vertraagt de doorbraak naar een werkelijk schone, veilige, einde-loze en betaalbare energievoorziening. Het plaatje van Lubach was heel informatief; we zijn pas zo'n 5 jaar serieus bezig om duur-

zame energie te stimuleren. We hebben nu 50 jaar kernenergie enorm gestimuleerd. Wist je dat kernenergie de enige energietechnologie is met een constante negatieve leercurve? Elke volgende centrale, ook van dezelfde soort, kost meer dan de vorige."

BART COENEN: "Nederland is al na amper één kerncentrale gestopt met bouwen. En ook in België zijn we het verleerd. Door geen kerncentrales meer te bouwen, dreigen heel wat landen essentiële kennis te verliezen. Gelukkig bouwen de Koreanen en de Chinezen wel nog kerncentrales en proberen de Russen ook de nodige know-how te bewaren. En in de VS zijn er een 50-tal initiatieven rond de ontwikkeling van moderne kleine en grote centrales. Daar word ik blij van."

PEER DE RIJK: "Hmmm... kennis is prachtig en die gaan we ook nog hard nodig hebben om de stralende erfenis van de nucleaire vergissing op te ruimen. Van China en Rusland word ik nooit zo blij; het is toch ook wel fijn als besluiten over zoiets ingrijpends als nucleaire technologie of überhaupt de energievoorziening democratisch tot stand komen, met een gezonde 'civil society' die mee kan praten. En voor het klimaat komen al die theoretische nieuwe soorten kerncentrales waarover gedroomd wordt hoe dan ook te laat."

BART COENEN: "Ja, ik vind het ook belangrijk dat beslissingen democratisch tot stand komen en zie dus met lede ogen aan hoe de politiek beslissingen rond het klimaat door-drukt, bij ons via het energiepact, bij jullie via het klimaatakkoord. Begrijp me niet verkeerd, ik word even blij van doorbraken binnen zonne- en windenergie, alleen denk ik dat het niet snel genoeg gaat. Laat ons dan in de eerste plaats beginnen met kijken of



Peer De Rijk (links) en Bart Coenen (rechts)

we de bestaande centrales langer kunnen openhouden. En gelukkig is er daar heel wat potentieel. Ik hoor over een levensduur van 60 tot zelfs 80 jaar voor goed onderhouden centrales."

PEER DE RIJK: "Klimaatbeleid gaat veel te traag, onder andere doordat we het steeds weer moeten hebben over perverse oplossingen. Tegelijk laten wind en zon spectaculaire cijfers zien; zowel qua opbrengst als qua prijsdaling. Ons land – als de fractievoorzitter van de grootste regeringspartij zich tenminste gehouden voelt aan zijn eigen afspraken – gaat in 2030 zo'n 70% van de dan sterk gestegen behoefte aan stroom halen uit duurzame bronnen. Dat kan ook makkelijk, als je maar durft te kiezen. Jullie energiebeleid is – sorry – hopeloos. Kerncentrales openhouden, daarom geen investeringen in duurzaam, stroomtekort en dat dan weer als reden opvoeren om kerncentrales open te houden. Dat rondje maken jullie al ruim 15 jaar. Die kerncentrales zijn oud en dat komt met steeds meer gebreken. Durf te kiezen voor een ander pad."

BART COENEN: "Komaan, België staat niet alleen in de wereld. Je kunt gerust op verschillende pistes werken en zien wat er van komt. Niemand kan immers voorspellen binnen welke technologie de grote doorbraken zullen plaatsvinden. Dat hangt af van de natuurwetten en vondsten van knappe koppen. Daarom pleit ik voor voldoende investeringen in wetenschap en kennisontwikkeling in het algemeen, zonder een technologie uit te sluiten. Voorstanders van hernieuwbaar praten al zo lang over doorbraken binnen opslag- en batterijtechnologie, maar wat als die er niet komen? Daarom

zeg ik: ook de bestaande kerncentrales zo veel mogelijk openhouden. Om tijd te winnen zeg maar."

PEER DE RIJK: "Nee, jullie staan niet alleen en moeten nu dus stroomboten uit Libië halen om de lichten aan te houden. Een robuust, schoon en goed betaalbare energievoorziening kan en moet zonder kernenergie. Stomweg omdat de risico's te groot zijn. Kleine kans, grote gevolgen. Wat hadden we niet kunnen doen met de 200 miljard euro die Fukushima tot nu al gekost heeft? Blijven investeren in onderzoek naar nieuwe kerntechnologie die het misschien op veiligheid, afval, vervuiling, proliferatiegevoeligheid beter zal doen is echt zonde. Atoom heeft zijn kansen gehad."

BART COENEN: "Dat groen gediscrimineer van het atoom begrijp ik niet. In België is de elektriciteitsmix voor driekwart koolstofarm. En dat hebben we grotendeels te danken aan onze kerncentrales. Belgische wetenschappers die de impact van een uitstap op het klimaat onderzochten – en dat zijn lang niet allemaal voorstanders van kernenergie – komen tot gelijkaardige conclusies: een kernuitstap zou de CO₂-uitstoot in ons land sterk doen toenemen, waardoor België zijn klimaatdoelstellingen niet zou halen. En als je denkt dat het in de zomer, toen onze kerncentrales nog niet stillager beter was, vergis je je ook, want in de zomermaanden kwam ook bijna de helft van onze koolstofarme elektriciteitsproductie van kernenergie. Zon leverde toen 6.5 %, wind nog minder: 4.5 %. Hernieuwbaar staat dus nog altijd zwak."

PEER DE RIJK: "Tijd om te investeren dus! Of je het leuk vindt of niet, de Belgische kern-

centrales gaan dicht. Dat kun je georganiseerd doen of je kunt steeds overvallen worden door incidenten en stijgende reparatiekosten. De uitstoot van CO₂ wordt geregeld door het Europese handelssysteem waarin een (dalend) plafond is vastgelegd. En in het verdrag van Parijs. Daar zal ook België aan moeten voldoen. Niemand zegt dat het makkelijk is. Een keuze om door te modderen met kernenergie maakt het zeker niet makkelijker."

Bart Coenen

is hoofdredacteur van *Wonder* en is gheen *wonder* en co-auteur van het boek *'Ecomodernisme. Het nieuwe denken over groen en groei.'* Hij werkt als wetenschapscommunicator aan het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

Peer de Rijk

is directeur van WISE, een internationaal opererende antikernenergie organisatie. Precies 40 jaar geleden liep hij als kind voor het eerst mee in een demonstratie tegen kernenergie (Almelo, 1978). Hij heeft tientallen acties en campagnes tegen kernenergie bedacht en uitgevoerd, in binnen- en buitenland. Sinds 1998 doet dat hij voor WISE.

* "We moeten snel minder CO₂ gaan uitstoten, want anders warmt de aarde te veel op. Het overstappen op windmolens en zonnepanelen gaat te langzaam. Er is nog een manier om energie op te wekken zonder CO₂-uitstoot: kernenergie. Maar omdat veel mensen kernenergie eng en stom vinden, moet het eerst de taboesfeer uit." Zo luidde de inleiding van de uitzending van 4 november bij het programma 'Zondag met Lubach' waarin Arjen Lubach elke week een actueel onderwerp ontleeft. De uitzending is te bekijken op <https://youtu.be/YjFWIMJdotM>



Vlees mijden helpt niet tegen klimaatverandering

Rol methaan waarschijnlijk minder groot dan gedacht

► Joost van Kasteren

KORT

- » *Veehouderij stoot in werkelijkheid veel minder broeikasgassen uit dan andere sectoren;*
- » *Stoppen met vlees eten vermindert de uitstoot van broeikasgassen met 2,6 procent;*
- » *Ook methaan is mogelijk minder schadelijk dan gedacht, vanwege een kortere verblijftijd in de lucht.*

Er zijn veel redenen te bedenken om geen of minder vlees te eten, maar de ongemakkelijke waarheid is dat klimaatverandering daar niet bij hoort, stelt een aantal buitenlandse hoogleraren. Temeer omdat de rol van methaan waarschijnlijk minder groot is dan gedacht.

We zijn alweer twaalf jaar en een aantal cruciale 'verbeteringen' verder, maar nog steeds werpt het FAO-rapport 'Livestocks long shadow'¹ zijn schaduw over de veehouderij en zijn rol in de klimaatverandering. In dat rapport rekenden Henning Steinfeld en zijn mede-auteurs uit dat de veehouderij verantwoordelijk is voor achttien procent van de wereldwijde uitstoot aan broeikasgassen, ruimschoots meer dan de transportsector.

De belangrijkste bronnen voor die uitstoot waren (en zijn) het opboeren en flatuleren van methaan (CH₄) door herkauwers, de vorming van lachgas (N₂O) uit dierlijke mest en de verandering van landgebruik - met name het kappen van oerwouden - voor de teelt van soja en maïs.

Het verschijnen van het FAO-rapport was voor Marianne Thieme van de Nederlandse Partij voor de Dieren aanleiding om te proberen in de voetsporen te treden van Al Gore met zijn film 'An Inconvenient Truth'. Bij de presentatie van haar film 'Meat the Truth'² kwam ze voorrijden in een *Hummer* met als argument dat een vegetariër in een *Hummer* beter is voor het milieu dan een vleeseter op de fiets.

1. <http://www.fao.org/3/a-a0701e.pdf>. De FAO is de Voedsel- en Landbouworganisatie (Food and Agriculture Organization) van de Verenigde Naties
2. <https://www.youtube.com/watch?v=PmRE9MTRPuQ>.



Appels met peren vergeleken

Thieme had er niet verder naast kunnen zitten. In 2010 al liet de Amerikaanse hoogleraar veeleert Frank Mitloehner zien dat het FAO-rapport een paar essentiële fouten bevatte³. Een ervan was dat ze de ontbossing in zijn geheel hadden toegeschreven aan de veeleert. Terwijl het bij ontbossing in eerste instantie gaat om hout en in tweede instantie over de productie van plantaardige oliën uit soja en palmolie voor cosmetica en voedingsmiddelen. Het verrekenen daarvan leidde ertoe dat de auteurs zelf het aandeel van de veehouderij in de uitstoot van broeikasgassen verlaagden van achttien naar veertien procent.

De andere fout was dat ze in de analyse van de transportsector een aantal zaken buiten beschouwing hadden gelaten zoals productie en onderhoud van voertuigen en infrastructuur. Terwijl ze in de analyse van de veehouderij wel alle mogelijke factoren hadden meegenomen, inclusief de uitstoot door de fabricage van kunstmest en verandering van landgebruik. Er waren weer eens appels met peren vergeleken, zoals ook de FAO ruiterlijk toegaf.

Omdat er van transport nooit zo'n integrale exercitie is gedaan, is het niet mogelijk om de uitstoot van veeleert een-op-een met die van vervoer te vergelijken. Dat is wel wat in het FAO-rapport gebeurt. Kijken we alleen naar de directe emissies, zo rekent Mitloehner voor, dan is de uitstoot van broeikasgassen door de veehouderij ongeveer vijf procent van het totaal en dat van de transportsector ruim veertien procent, bijna drie keer zoveel.

Minimaal effect klimaatverandering

Die verschillen worden min of meer bevestigd als we kijken naar de feitelijke uitstoot van broeikasgassen per sector op nationaal en Europees niveau. Daarbij neemt de landbouw als totaal (dus inclusief akker- en tuinbouw) rond de negen procent voor zijn rekening, waarvan ongeveer de helft is toe te schrijven aan de veehouderij. Diezelfde gegevens laten zien dat transport van mensen en goederen op vijftien procent zit en dan tellen we niet eens de luchtvaart mee. Mitloehner concludeert dan ook dat de veehouderij ongetwijfeld effecten heeft op het

“Mitloehner besluit dat de veehouderij ongetwijfeld effecten heeft op het milieu, maar dat klimaatverandering daar niet bij hoort.”

milieu, maar dat klimaatverandering daar niet bij hoort. Als alle Amerikanen zouden ophouden met het eten van vlees dan zou dat de uitstoot van broeikasgassen met 2,6 procent verminderen.

Verblijftijd methaan

Volgens de Belgische VUB-hoogleraar Frederic Leroy moeten we nog een andere factor in rekening brengen als het gaat om de klimaateffecten van de veehouderij en dat is de rol van methaan. In een twitterdraad⁴ laat hij zien dat de broeikasgassen die door de veehouderij worden uitgestoten voor een kleine veertig procent bestaan uit methaan. Het gas komt vrij in de vorm van boeren en winden door fermentatieprocessen in de koeienmaag.

Bij het registreren van broeikasgassen wordt een eenheid (1 Mol) methaan gelijk gesteld aan achtentwintig eenheden CO₂. Daarmee is methaan, gerekend in CO₂-equivalenten verantwoordelijk voor zo'n zestien procent van de totale uitstoot aan broeikasgassen. De veehouderij neemt daar een derde van voor zijn rekening. Volgens Leroy valt wel wat af te dingen op die vergelijking, omdat de verblijftijd van methaan in de atmosfeer veel korter is dan die van CO₂. Voor CO₂ is dat meer dan honderd jaar, terwijl methaan binnen tien jaar wordt afgebroken.

Als je rekening houdt met het verschil in verblijftijd, dan hoeft de uitstoot van methaan maar met dertig procent te verminderen om eventuele effecten op het klimaat te vermijden. De uitstoot van CO₂ moet daarentegen met tachtig en meer procent worden verminderd. Die dertig procent vermindering is volgens Leroy haalbaar zonder de productie van dierlijke eiwitten drastisch te verminderen.

Overschaduwd

Als je kijkt naar de verschillen in uitstoot tussen landen en tussen bedrijven dan is er nog enorm veel reductie mogelijk door een betere voersamenstelling, beter weidebeheer en meer aandacht voor diergezondheid - kortom door beter management. Op termijn biedt ook de fokkerij kansen om de hoeveelheid methaan per koe te verminderen. Een interdisciplinaire aanpak van de melkveesector in Kenia leidde ertoe dat de uitstoot van methaan daalde met zeven tot wel vijfenveertig procent, terwijl tegelijkertijd de productiviteit verbeterde met vier tot tachtig procent.

Goed beheer van weiden en graaslanden is ook belangrijk om uitputting van de bodem tegen te gaan en de opslag van koolstof in de bodem te bevorderen. Gras, zeker in combinatie met bomen en stikstofbindende planten, zoals klaver, heeft een enorme

potentie om koolstof vast te leggen. Die opslag is eindig, maar vooralsnog kan het verbeteren van het management de uitstoot van broeikasgassen door de veehouderij voor een groot deel compenseren.

Het zicht op dit soort oplossingen wordt echter overschaduwd door het idee dat potente broeikasgassen uit de veehouderij een belangrijke bijdrage leveren aan de klimaatverandering. Hoewel het allang is weerlegd, blijft het oude 'frame' dat veehouderij slechter scoort dan transport steeds weer opduiken. Terwijl in de afgelopen twaalf jaar het transport met name het vliegverkeer, enorm is toegenomen, en het aantal koeien juist is gedaald.

Nieuw-Zeeland doet het anders

Anders dan in Europa speelt het verschil in verblijftijd tussen methaan (CH₄) en CO₂ een belangrijke rol in de discussie over klimaat in Nieuw-Zeeland. Dankzij de enorme veestapel en het betrekkelijk geringe aantal inwoners is methaan het belangrijkste broeikasgas met meer dan de helft van het totaal aan CO₂-equivalenten. Ook Nieuw-Zeeland wil de uitstoot aan broeikasgassen vergaand reduceren, de vraag is alleen hoe.

Op dit moment zijn er drie opties⁵. De eerste is 'zero carbon' voor alle broeikasgassen - inclusief methaan - tegen 2050. Dat is vergelijkbaar met de Europese doelstelling. De tweede is een 'zero' uitstoot voor langlevende broeikasgassen zoals CO₂ en lachgas (N₂O) en stabiliseren van de methaanuitstoot op een bepaald niveau, zeg dertig procent beneden het huidige. De derde en laatste optie is om alleen de uitstoot van CO₂ naar nul terug te brengen en methaan en lachgas buiten beschouwing te laten. Daarmee zou de voor Nieuw-Zeeland zo belangrijke veehouderij buiten beschouwing blijven.

Joost van Kasteren

is opgeleid als moleculair wetenschapper en beweegt zich al vele jaren als journalist en commentator op het grensvlak van wetenschap, techniek en samenleving.

Dit artikel verscheen eerder in het tijdschrift Vork, een platform over en voor mensen die betrokken zijn bij de voedselketen – www.vork.org.

- <https://theconversation.com/yes-eating-meat-affects-the-environment-but-cows-are-not-killing-the-climate-94968>
- <https://twitter.com/fleroy1974/status/1053400290878201856>
- <https://www.stuff.co.nz/national/politics/105183668/explainer-what-is-the-zero-carbon-bill>

“Goed beheer van weiden en graslanden is ook belangrijk om uitputting van de bodem tegen te gaan en de opslag van koolstof in de bodem te bevorderen. Gras, zeker in combinatie met bomen en stikstofbindende planten, zoals klaver, heeft een enorme potentie om koolstof vast te leggen.”



NIEUW IN DE SKEPP REEKS

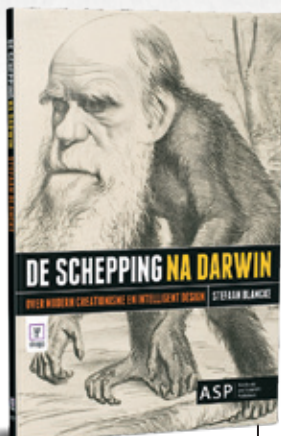
200 JAAR HOMEOPATHIE

Een onverdond kritische bespreking

Filip Van Beurden

ISBN 978 90 571 8798 8

Homeopathie keerde zich af van 18e-eeuwse geneeskundige praktijken, zoals aderlatingen. Maar zou de grondlegger van de homeopathie, na belangrijke doorbraken in de geneeskunde, nog steeds achter zijn theorie staan?



ISBN 978 90 571 8694 3

DE SCHEPPING NA DARWIN

Over modern creationisme en intelligent design

Stefaan Blancke

Meer dan 150 jaar geleden publiceerde Charles Darwin 'On the origin of species'. Waarom blijft het creationisme dan toch zo populair?



ISBN 978 90 571 8559 5

DE STER VAN BETHLEHEM

Wijst het licht nog steeds de weg?

Tim Trachet

Wat kan de ster van Bethlehem precies geweest zijn? En wat is de waarde van deze astronomische verklaringen?



ISBN 978 90 571 8523 6

ACHTERDOCHT TUSSEN FEIT EN FICTIE

Kritisch omgaan met complottheorieën

Brecht Decoene

Complottheorieën zijn alomtegenwoordig. Hoe kunnen we feit van fictie onderscheiden?

"Complottheorieën zijn fascinerend. En dat is het boek 'Achterdocht tussen feit en fictie' ook. Het boekje is kort en bondig, nuchter en bijzonder relevant." – Scientias.nl

Bestel via www.aspeditions.be