



Cursustekst over de energiesituatie
voor de studenten van het Departement Management en Technologie, UCLL
Augustus 2018

Onze energie ontketenen

- Rudy Dhont

Woord vooraf

Zonder energie vallen is een beangstigende realiteit voor een economisch groeimodel dat zo goed als helemaal draait op goedkope en makkelijk toegankelijke fossiele brandstoffen. Geconfronteerd met deze uitdaging zien de meeste mensen de oplossing in het zoeken naar energievangers. Het probleem voor hen is een energieprobleem. Een andere mogelijkheid is om het groeimodel als het werkelijke probleem te identificeren. Weinig mensen doen dit. Toch wint het inzicht veld dat groei deze keer niet langer de oplossing is, maar het probleem zelf: levensstijlen en (energie)consumptiepatronen zoals we die nu kennen, tasten de draagkracht van de planeet aan, en belasten de ecologie van het leven waar we met zijn allen deel van uitmaken. Het gebruik van fossiele brandstoffen en de klimaatverandering zijn per slot van rekening direct met elkaar verbonden. Een verhaal vol kwetsbaarheden. Volatile prijzen en energietekorten kunnen allerlei kettingreacties en schokgolven veroorzaken. Dat dingen uit de hand kunnen lopen is ineens verontrustend reëel: zeker als het geldsysteem begint te sputteren – nog iets wat onlosmakelijk samenhangt met fossiele brandstoffen. Tegenover het runnen van onze samenlevingen staan immers immense overheadkosten, zowel in termen van geld als in termen van energie.

Ik begon pas echt mijn tanden te zetten in het energievraagstuk nadat ik een nogal zakelijke presentatie had bijgewoond van één van de oude rotten in het olievak – een man die zichzelf omschreef als iemand die de helft van zijn beroepsleven in de olie-industrie had gewerkt en de rest als oliejournalist. Een man die ons uitnodigde om niet te gissen, te hopen of vooronderstellingen te maken, maar gewoon de cijfers te laten spreken. Om te observeren wat bedrijven doen. Niet wat ze zeggen.

Minder dan een uur en een paar duizelingwekkende cijfers later was ik sprakeloos. Het ziet er niet goed uit. Bijna van de ene op de andere dag begon ik me in de kwestie in te werken: wat is inderdaad de energiesituatie waarin onze wereld zich bevindt? Hoe zit het met onze natuurlijke rijkdommen? Er hing veel rook en mist. En heel wat informatie was duidelijk vervuild. Eigenlijk hoeft dat niet te verrassen, omdat fossiele brandstoffen het levenssap van onze moderne wereld zijn: vandaar de enorme financiële en strategische belangen en het machtsspel – en dus propaganda en informatievervuiling. Oorlog en vrede, als het ware. Maar van zodra de mist optrok rond de cijfers en grafieken, toonde zich een ontvullende realiteit: er stond inderdaad ontzettend veel op het spel, inclusief mijn toekomstig van alledag. Hoe dieper ik groef, hoe moeilijker het werd om het oude optimisme overeind te houden. Ergens moet toch iemand nog iets achter de hand hebben, niet?

Dit alles was zo'n tien jaar geleden, een jaar voor de herfst van 2008. Wat er die herfst gebeurde, sloeg om het hart. Een verwoestende dynamiek raasde via domino- en watervaleffecten doorheen de hele wereld: het hele systeem bleek besmet. Weinigen hadden de bijna totale ineenstorting van de financiële wereld zien aankomen. En weinigen hadden verwacht dat echte, reële economieën zo zwaar in de klappen zouden delen. Tien jaar later lijkt de wereld nog steeds haar wonden. En die wereld voelt anders aan dan vroeger – een gebouw waarvan de grondvesten aangetast zijn.

Als duurzaamheidsonderzoeker herinner ik me die jaren als bijzonder verwarrend. Bijna gekmakend: alsof ik vanuit duurzaamheids- en systeemperspectief iets anders waarnam dan wat de politici, de zakenmensen, de kranten en de financiële experts zagen. Voor mij waren diepe mankementen in het systeem overduidelijk – de weeffouten toonden zich overal waar het beton kraakte. Als je grondig kijkt naar het materie-energie systeem (hoe materie en energie werken in deze wereld) en naar het geldsysteem (hoe geld werkt in deze wereld) dan was één en ander niet onlogisch of verrassend: in zekere zin moest het er vroeg of laat van komen. Omdat elke crisis ook een kans betekent – en dit was er één van formaat – deed de situatie ons dromen: als we deze golf kunnen nemen, dan maken we misschien een begin met een andere toekomst. Terwijl sommigen van de surfers al half in die nieuwe wereld zaten, bleven opinie- en beleidsmakers stevig in het verleden verankerd, en was het hen bloedernst om de doden te laten herrijzen. Financiële technocraten liepen ineens voorop – fluitspelend, en politieke ratten verzamelend.

We dronken een glas, we pisten een plas, en *basically* bleef alles gelijk het was. Onze wereld veegt een traan weg. Hoe kunnen realiteiten zo koppig zijn? Waarom is het zo moeilijk om te veranderen?

Als onderzoeker duwde het mij dieper met mijn neus in een aantal vragen, en het bracht me bij een minder gewaardeerd aspect van de duurzaamheidsuitdaging: de vergeten kunst van het loslaten, van het afscheid nemen. Alles gaat immers dood, niets blijft voor eeuwig – dat is

de diepe wet van het leven zelf. Hier is de paradox: om te kunnen behouden, moet je loslaten. Om te leven, moet je kunnen sterven. Kan het zijn dat we, terwijl we ons vasthouden aan het verleden alsof ons leven ervan afhangt, we daarmee precies dat leven ondermijnen dat ons een toekomst biedt? Ik zie ondertussen dat mijn onderzoek naar de energiesituatie en de natuurlijke rijkdommen van de wereld me naar iets heel anders heeft gebracht. Een niveau waar het herontdekken van onze plek op deze aarde de sleutel is. Dat is energie van een ander niveau. Daarover elders meer.

Ik wil graag alle mensen bedanken die ik heb ontmoet, gelezen en gesproken in mijn blijvend onderzoek naar energiekwesties. Bedankt voor het delen van jullie woorden en jullie gedachten. Het is best wel een rit geweest.

Energie is belangrijk, allesbepalend. Maar alleen op één niveau van de werkelijkheid is dat een uitspraak over brandstoffen.

Rudy Dhont, augustus 2018

“When you find yourself stuck in a hole, rule number 1 is to stop digging.”

Matt Simmons

“All truth passes through three stages. First, it is ridiculed. Second, it is violently opposed.

Third, it is accepted as being self-evident.”

Arthur Schopenhauer

Inleiding

Alles draait op energie en energie is de bron van alle leven. Je hebt energie nodig om trappen op te lopen, aan maatschappelijke verandering te werken, te groeien en eten te bereiden, treinen te laten rijden, mensen bij elkaar te brengen of berichten te checken. Zonder energie gebeurt er niets.

Energie is de bron van complexiteit en groei in een samenleving.¹ Dat is vooral duidelijk als ze in ongekende hoeveelheden van elders komt als een machtig surplus voor onze spier- en dierkracht. Dat is de positie waarin we ons bevinden met onze fossiele brandstoffen: ze hebben ons technisch-industrieel groeimodel en de ermee samenhangende levensstijl en totaaleconomie mogelijk gemaakt. In welgestelde delen van de wereld realiseren we ons dit niet echt, maar de beschikbare energie bepaalt in grote mate hoe dingen eruitzien: ons voedsel en hoe we eraan geraken, onze mobiliteit en hoe we die organiseren, het soort jobs waarmee we de kost verdienen, wat we met onze vrije tijd doen, en hoe onze huizen, de omgeving en het landschap eruitzien. In dat opzicht is, omwille van het enorme versterkingseffect, onze fossiele energie aantoonbaar meer bepalend dan onze ideeën of creativiteit: zonder deze energiebasis zouden veel van die ideeën en creativiteit niet in realiteit omgezet zijn, en zouden we allicht niet in de werkelijkheid leven die we nu rondom ons zien. Fossiele brandstoffen, in combinatie met de wetenschap en de technologie die er op een bepaalde manier ook uit voortkomen, vormen de basis van de wonderen van de moderne wereld.

Wonderen? Het lijkt geen twijfel: fossiele brandstof als krachtige *add-on* voor energie – en de enorme hoeveelheid talent en tijd die ze heeft vrijgemaakt – in combinatie met de vindingrijkheid van de mens, heeft prachtige en verbluffende resultaten opgeleverd. Maar ook het omgekeerde lijkt geen twijfel: dit alles gaat gepaard met schaduwkanten die ondertussen enge proporties aannemen. Op planetaire schaal brengen fossiele brandstoffen de normale koolstofcyclus in de war en verstoren ze de stabiliteit van het klimaat door het broeikaseffect aanzienlijk op te drijven. En voor onze moderne, energie- en technologie-intensieve samenlevingen is er het probleem van de uitputting: olie, steenkool en gas zijn eindige, niet-hernieuwbare energiebronnen. Op een gegeven moment houden deze fossiele brandstoffen dus gewoon op met het aandrijven van de werkelijkheid zoals we haar ondertussen gewoon zijn. Een ernstige inkrimping van onze energiebasis kan de werkelijkheid om ons heen op haar fundamenten laten daveren. En de waarschuwingssignalen zijn er: het heeft er alle schijn van dat wij het begin van dat bijzonder hobbelige moment en de consequenties ervan meemaken.

¹ De idee dat energie de bron is van alle groei en complexiteit is één van de basisprincipes in het werk van Richard Heinberg. Zie bijvoorbeeld (Heinberg, 2007c), hoofdstukken 1 en 2, en (Heinberg, 2007a), het stuk *“On Technology, Agriculture and Arts”*.

De overgang naar een wereld die er anders uitziet? De keuze lijkt deze te zijn: verandering kiezen of verandering ondergaan. Fossiele brandstoffen zitten diep in onze wereld geweven, op veel meer manieren dan we beseffen. De kunst zal zijn om een doortastend programma voor energievermindering en -vervanging te organiseren voordat we geconfronteerd worden met de al te harde grenzen van onze voorraad. Of in meer technische termen: om op het gebied van fossiele brandstoffen de piekvraag te organiseren voordat we de piekproductie bereiken.

Een goed begrip van de fundamenteën van het energie-materiesysteem helpt ons te zien dat de taak die voor ons ligt veel verder reikt dan het zoeken naar hernieuwbare alternatieven. Natuurlijk is hernieuwbare, alternatieve energie van levensbelang. Maar misschien ligt de belangrijkste vraag een statie dieper: welke wereld willen we draaiende houden? Want het systeem dat we nu draaien – in tandem met de fossiele energie die het aandrijft – brengt ons in de problemen: het gaat niet goed met onze planeet en met haar bewoners. Dat horen we uit allerlei hoeken, dat weten we, en straks vinden we het nog gewoon normaal ook. Misschien zal de toekomst uitwijzen dat het een veel slimmere zet bleek om het systeem zelf te veranderen eerder dan er een alternatieve brandstof voor te vinden: weg van de groei. Weg van het "steeds meer": steeds meer spullen, BBP, geld, behoeften en wensen. Inderdaad, groeidyndieken zoals we die nu rondom ons zien, eindigen meestal met een systeemcrash of burn-out. Dus moeten we misschien niet alleen praten over technische oplossingen, maar vooral ook over adaptieve veranderingen. Want ongeacht de brandstof, geen enkel systeem kan eindeloos doorgaan met groeien op een eindige planeet. Dat is een heel eenvoudige, ecologische waarheid. Wat we nu doen, en wat we de komende jaren en decennia zullen doen, is bepalend voor de langetermijntoekomst van de enige thuis die we hebben: planeet Aarde. De moeder van alles. (En voor economen, voor het geval we het vergeten: onder dat "alles" vallen ook economieën.)

Een omslagpunt

Aan een haast letterlijk verschroeiend tempo holt onze samenleving door. Blijkbaar is er geen houden aan. Zelfs nu het financieel en economisch even hapert, blijven de meesten ervan uitgaan dat we straks gewoon kunnen en zullen terugkeren naar onze oude, vertrouwde werkelijkheid: de rush vooruit, met de *sky as the limit*. Inderdaad, waarom niet teruggrijpen naar de oude truc: we groeien ons er wel uit – dat hebben we eerder ook al gedaan. Volgens sommigen – vooral in de financiële sector, en in de politiek – is dat gewoon een kwestie van vertrouwen, en van het mobiliseren van geld. Vanuit het oogpunt van het metabolisme van onze samenleving ligt dat anders, en is het een kwestie van energie (en materie/grondstoffen). Bijna letterlijk een brandend vraagstuk: heel wat natuurlijke rijkdommen, en vooral de energie die ons heeft aangedreven, raken of opgebruikt of uitgeput. Er zijn grenzen aan wat we als samenleving uit de aarde kunnen halen, gebruiken en dumpen.

De dringende waarschuwingen over een inkrimpde olie- en energieproductie waren al een tijdje niet meer van de lucht.² Het idee dat piekolie nabij was – het moment waarop

² Vroege waarschuwingen over piekolie en olietekorten, evenals de informatie om ze te onderbouwen, waren afkomstig van mensen met tonnen ervaring in de olie-industrie, of van onafhankelijke aardolie-geologen. Enkele van

olieproductie haar piek bereikt en dan onvermijdelijk gaat dalen – werd een ernstige wake-up call aan het begin van deze eeuw. Er is geen hooggespecialiseerde acrobatenwetenschap of diepe overdenking nodig om de fundamentele wetten van fossiele energie te begrijpen: als er niets anders is dat eerder roet in het eten gooit, zal op een dag de olieproductie wereldwijd een soort piek bereiken en beginnen te dalen. Dat is wat alle niet-hernieuwbare, eindige energiebronnen doen. Eenvoudige vaststellingen op zich. Toch zijn voorspellingen en berekeningen over hoeveel we nog hebben en wanneer we piek bereiken een heel andere zaak³: samenlevingen en economieën met hun grillige markten en prijsmechanismen bewegen zich op complexe en moeilijk te voorspellen manieren. En betrouwbare cijfers en gegevens zijn, om redenen van zakelijke en overheidsbelangen, niet altijd gemakkelijk te vinden. Toch wijzen de meeste piekoliesignalen in de richting van het heden, of zelfs het recente verleden – vooral als we kijken naar conventionele, makkelijke olie.

Een gewaarschuwd man telt voor twee: een samenleving die zich bewust is van de piek en de uitputting van fossiele brandstoffen, die de dynamiek eromheen begrijpt en de systeemconsequenties doorheeft, is beter voorbereid om zich een weg te banen naar de toekomst. Hoe kun je op een schappelijke en niet al te gewelddadige manier ongeveer 80% van je energiebasis verliezen – wat het huidige aandeel is van fossiele brandstoffen in de primaire-energiemix wereldwijd? Is dat zelfs überhaupt mogelijk voor een geïndustrialiseerde wereld die als geglobaliseerde economie opereert – daarvoor is héél veel energie nodig? Een economie bovendien, waarin alles afhangt van groei – daarvoor is steeds meer energie nodig? Wat is dat voor een situatie eigenlijk, waarin *keep going* zo ongeveer samenvalt met *keep growing*?

Een duidelijk signaal dat zo'n groeimodel niet samengaat met stokkende olieproductie, kwam er in 2008 met olieprijsen die de pan uit rezen. De economische recessie in de nasleep van een ei-zo-na financiële melt-down, heeft de kaarten ondertussen grondig geschud: in termen van olieprijsen en zelfs in termen van maximale productie. Maar het is nog steeds hetzelfde pak kaarten. Weinigen keken toen – voor wat de oorzaken betreft – in de richting van de energiesituatie. En het is waar: het dereguleren van de financiële sector is een pijnlijke vergissing gebleken, en onverantwoorde financiële speculatie is de meest voor de hand liggende boosdoener, maar piekolie en stijgende olieprijsen – met een absoluut hoogtepunt in juli 2008 – liggen mee aan de basis van het feit dat hypotheeklen niet terugbetaald werden. Hoge olieprijsen vertalen zich namelijk in hoge prijzen tout court: de olie zit overal. Een vernietigende tsunami raasde over de wereld, eerst in de financiële sector, daarna ook volop in de reële economie waar mensen jobs hebben en hun boterham moeten verdienen. Begrijpelijkerwijs daalde de vraag naar olie een tijd lang – recessie, je weet wel – en stortten de prijzen ineen. Verwarring alom bij wie het wil begrijpen: hoe kan het dat nadat we de

de belangrijke namen zijn Marion King Hubbert – een eerste opstoot van interesse in piekolie en mogelijke olietekorten kwam in de jaren 1970 en vroege jaren 1980 – en later, met hun 1998-publicatie "*The End of Cheap Oil*", Colin Campbell en Jean Laherrère. Het echte belang van deze mensen ligt in het feit dat ze op een nuchtere manier keken naar realiteiten waar ze echt van op de hoogte waren: ze waarschuwden voor een ernstig probleem dat eraan zat te komen terwijl ze tegelijkertijd zeiden dat "met voldoende voorbereiding, de overgang naar de post-olie economie niet traumatisch hoeft te zijn". Zie ook (Hall & Ramírez-Pascualli, 2013).

³ Hoewel ze misschien niet meteen duidelijk zijn, zijn er goede redenen om de timing in de gaten te houden. Zoals uit de rest van de tekst zal blijken, zijn piekolie en de wereldwijde piek van fossiele brandstoffen een kantelmoment waarvan heel weinig mensen de impact begrijpen. Voorbereid zijn is geen overbodige luxe.

productiepiek hebben bereikt (wat een probleem is van schaarste), er plots meer is dan nodig, en tegen een prijs waar je zelfs geen spuitwater voor koopt? Maar zo werken markten nu eenmaal, en die hebben al vreemdere dingen gedaan. Dit soort hobbelig parcours, met energieprijzen die als vervaarlijke jojo's ravage aanrichten in reële economieën en onder meer de voedselvoorziening in het gedrang kunnen brengen, is nu net wat piekolie inhoudt: een ernstig – en mogelijks ruw – kantelmoment voor zo ongeveer alles waar we in een geglobaliseerde en geïndustrialiseerde samenleving mee te maken hebben.

Piekolie en andere grenzen in het energie-materiesysteem

Om onze energiesituatie beter te begrijpen, richten we ons in deze tekst vooral op olie en de impact van olieschaarste of piekolie – waarbij het aanbod niet langer aan de (stijgende) vraag kan voldoen. Het is niet de enige fossiele brandstofpiek. Maar het lijkt alvast de eerste, en daarom een *game changer*. Inzichten moeten dan helpen een enigszins andere maar vergelijkbare dynamiek te begrijpen voor de piek van steenkool en aardgas – en bij uitbreiding ook van delf- of grondstoffen. Aan de hand van het piekolieverhaal kunnen we veel leren over de wereld waarin we leven. Olie is tenslotte het levenssap van onze economie en van het soort wereld waarin we leven. En olie is onlosmakelijk verbonden met wat misschien wel kan doorgaan voor hét symbool van onze cultuur: de auto. Velen van ons kunnen zich niet eens meer een leven zonder voorstellen.

Piekolie, technisch gezien, is het moment waarop de maximaal mogelijke oliewinning bereikt wordt. Het betekent niet dat de olie opraakt, wel dat vanaf dat moment de geproduceerde hoeveelheden dalen en bijgevolg de toevoer en beschikbaarheid van olie- en olieproducten afnemen. Elk olieveld, elke regio, elk olieproducerend land kent vroeg of laat een productiepiek, maar de term 'piekolie' verwijst doorgaans naar het moment waarop de olieproductie wereldwijd haar hoogtepunt bereikt. Al met al is het een makkelijk te begrijpen fenomeen: olie is eindig, en exploitatie wordt steeds moeilijker en duurder, waardoor de productie vertraagt, en uiteindelijk helemaal stopt. Het is de waarneming die al werd gemaakt door M.K. Hubbert halverwege de vorige eeuw: lang voordat de olie opraakt, daalt de productie. Na het vergelijken van de productiecurves bij het proces van olieontginning, realiseerde hij zich dat de olieproductie onder normale omstandigheden een klokvormige curve volgt: van zodra olie aangeboord wordt, begint de productie; eerst langzaam, dan gestaag, tot ze ongeveer halverwege een piekmoment kent; daarna daalt ze onvermijdelijk en vlakkt ze af, tot het punt dat ze helemaal stopt. Het is belangrijk om te zien dat dit niet een hypothese of theorie is, die eventueel zou kunnen ontkracht worden; het is een loutere vaststelling: zo verloopt olieproductie.

Op basis van zijn waarnemingen en berekeningen voorspelde Hubbert in 1956 dat het piekoliemoment voor de *lower 48 states* van de VS (de VS zonder Alaska en Hawaï) tussen 1966 en 1972 zou vallen – het onzekerheidsinterval had betrekking op de grootte van de geschatte reserves.⁴ De productie piekte effectief in 1970. Voor talloze andere velden en regio's is de productiecurve van Hubbert keer op keer bevestigd. Hoe snel de productie na de piek daalt – dit wordt de afnamesnelheid genoemd – is afhankelijk van diverse factoren en

⁴ (Hubbert, 1956)

verschilt van veld tot veld. Grootte van het olieveld is daarbij erg belangrijk. De gemiddelde dalingspercentages na piek zijn aanzienlijk: de *giants* – de echt grote olievelden – dalen jaarlijks met 4-8%.⁵ Als we dat vergelijken met de groeipercentages die we in onze economieën verwachten, of het rendement waarvan we dromen voor spaargeld of investeringen, dan kunnen we niet anders dan de waarschuwing op de achtergrond horen: *mind the gap, mind the gap*.

Om de oliesituatie waarin we ons bevinden ten volle te kunnen inschatten, is het goed om naar wereldwijde piekolie te kijken, en naar hoe de impact ervan kan verschillen van 'lokale' piekolie. Wereldpiekolie is immers een verhaal apart. Wanneer productie in het ene veld afneemt, maar gecompenseerd wordt door meer olie uit een ander veld, merken we misschien niet eens een probleem: het kan ons niet schelen waar onze olie vandaan komt. De situatie waarin we ons bevinden wanneer wereldwijd de productie daalt, is andere koek: als er niet genoeg is om te vervangen wat we verliezen, staan we op een omslagpunt.⁶ Colin Campbell identificeert twee helften van het olietijdperk, waarbij piekolie het einde markeert van de periode van overvloedige, goedkope en makkelijke olie ('eerste helft van het olietijdperk') en het moment dat de hoeveelheid olie die beschikbaar is voor de samenleving begint af te nemen ('tweede helft van het olietijdperk').⁷ Meestal zien mensen de ernst van de situatie niet in: het lijkt erop dat we gewoon wat minder olie zullen hebben, misschien tegen een hogere prijs – *so what?* En bovendien: de prijzen daalden opnieuw na de prijs- en productiepiek van 2008. Klopt niet, toch?⁸ Maar er is alle reden om aan te nemen dat het om een echt keerpunt gaat. Eén met ernstige gevolgen voor de wereld waarin we leven, en van een grootteorde die niet zo vaak voorkomt: olie heeft onze wereld gevormd. Daar kijken we later naar; eerste even terug naar de *basics*.

Olie en olieproductie

Net als andere fossiele brandstoffen vindt olie zijn oorsprong in sedimenten die rijk zijn aan organisch materiaal, voornamelijk planten en dieren van miljoenen jaren geleden. Voor ruwe olie betreft het niet volledig afgebroken organisch materiaal dat zich op de zeebodem had afgezet, zo'n 90 en 150 miljoen jaar geleden. Bij dit proces werd kerogeen, een vorm van koolwaterstof, gevormd. Kerogeenhoudende sedimenten konden begraven of ingesloten geraken onder andere sedimenten. Als de temperatuur steeg, werd door chemische reacties kerogeen omgezet in ruwe olie. Bij nog hogere temperaturen werd deze olie omgezet in aardgas.

⁵ (Höök, Davidsson, Johansson, & Tang, 2014). Een sterke daling van de olietoevoer na de piek is ook een belangrijke bevinding van de Energy Watch Group (Schindler & Zittel, 2008). En de fundamentele intuïtie dat hoe hoger de piek wordt gepusht, hoe steiler de afname zal zijn, lijkt ook bevestigd door Michaelides' conclusies (Michaelides, 2017).

⁶ Natuurlijk, als het gewoon een kwestie was van het vervangen van deze afnemende olie (steenkool, aardgas) door andere energiebronnen, zou dit argument niet gelden. Maar zoals we zullen zien, is het geen simpele vervangingskwestie. Daarom is het idee dat oliepiek (of fossiele brandstofpiek) een kantelpunt is, nog steeds geldig.

⁷ ('The End of Cheap Oil, by Colin J. Campbell, Jean Laherrere', n.d.)

⁸ Wat eruitziet als een geleidelijke daling in een grafiek die probeert een indicatie te geven van hoeveel energie we in de toekomst nog hebben, kan een echte schok zijn wanneer reële (en misschien vooral ook financiële) economieën geraakt worden. Op een vergelijkbare manier gaat de ernst van de 2°C-grens in het klimaatdebat aan veel mensen voorbij. Kantelpunten worden vaak gevolgd door fundamenteel andere werkelijkheden.

Omdat olie en gas een lagere dichtheid hebben dan het grondwater en het omringende gesteente, zijn ze uit dat gesteente gaan migreren naar omliggende poreuze, doordringbare rotslagen. Uiteindelijk werden ze tegengehouden door een ondoordringbare barrière gevormd door afsluitend gesteente. Op deze manier ontstonden reservoirs of velden. Soms bereikte de olieachtige substantie de oppervlakte als ze niet door afdekkingen afgestopt werd – denk aan teerzanden. Het is niet moeilijk om te zien hoe aardolie eigenlijk een opgeslagen vorm van antieke zonne-energie is: inkomende straling van de zon werd opgevangen en omgezet, en voedde vervolgens planten en dieren, waarvan de organische resten, onder de juiste omstandigheden, uiteindelijk werden omgezet in steenkool, olie of gas.

Het is belangrijk om op te merken dat dit proces van olievorming en de omstandigheden waarin dat gebeurt, door geologen al lange tijd voldoende begrepen wordt. Ze wisten dus ook waar ze moesten zoeken, met als resultaat dat grote verrassingen en nieuwe ontdekkingen er niet echt meer zitten aan te komen⁹, althans niet in 'toegankelijk' terrein. De wereld is grondig afgeschuimd: een olie-rush die best begrijpelijk is als we zien hoe lucratief de olie-industrie is, en hoe groot het belang voor overheden in termen van strategische hulpbronnen en machtsverhoudingen. Dat oliewinning zich de laatste tijd verplaatst heeft naar steeds moeilijker terrein (diepzee-olie, polaire olie, ...) is alvast de sterkste aanwijzing dat de makkelijke olie aan het opraken is. Het beeld wordt bevestigd door statistieken die tonen dat de piek in olie-ontdekking wereldwijd lag rond 1965, meer dan 50 jaar geleden.

Een olieveld staat onder natuurlijke druk van onderliggende waterlagen of bovenliggend gas. Vandaar dat de eerste olie er ook uitspuit zodra men het veld aanboort. Bij dit soort primaire oliewinning wordt olie simpelweg naar de oppervlakte gestuwd. Met een eenvoudig systeem van putmonden met kleppen en pijpen wordt de olie vrij moeiteloos gewonnen. Deze goedkope en makkelijke olie betreft hooguit (en meestal minder dan) 20% van de olie in een veld. Hoe meer olieputmonden op hetzelfde veld, hoe hoger de olieproductie. Het betekent dat je de olie sneller wint, maar niet dat je uiteindelijk meer olie wint.

Van zodra de druk afneemt, komt er meer energie en techniek aan te pas – wat de fase van secundaire oliewinning genoemd wordt. Via pompen en andere technieken, zoals waterinjectie of injectie met natuurlijk gas, kan nog eens 5 tot 15% van de olie uit het veld gehaald worden. Economisch gezien wordt de olie minder interessant: het oliewinningsproces wordt geleidelijk duurder. Ook in termen van energie wordt de olie minder interessant om de zeer eenvoudige reden dat het energie gaat kosten om energie te winnen. EROEI (energie rendement op geïnvesteerde energie) of de netto energieratio daalt. Nog meer geld en energie zijn nodig wanneer we met tertiaire oliewinning (of EOR – *Enhanced Oil Recovery*) de viscositeit van de olie proberen te verlagen door bv. stoominjectie, in-situ verbranding of injectie van koolstofdioxide. Nog eens 5 tot 15% kan op deze manier gewonnen worden.

Het is in ieder geval een onvermijdelijke vaststelling dat op een bepaald punt de productie piekt, en dan begint te dalen. Uiteindelijk kan in een succesverhaal ongeveer de helft van de olie gewonnen worden. Empirische cijfers die wereldgemiddelde oliewinning laten zien, zijn lager: ongeveer een derde van de olie wordt gewonnen, oftewel 'tussen 20 en 40%'.¹⁰ Volgens sommigen laat dit nog wat extra marge voor nog betere technieken van oliewinning, maar

⁹ (Schindler & Zittel, 2008, p. 20)

¹⁰ (Koppelaar, 2009) (Höök et al., 2014)

daar speelt vooral ook economische haalbaarheid: als olieprijsen hoog zijn, houdt het steek om duurdere technieken, apparatuur en logistiek in te zetten. Als de prijzen (te) laag zijn, blijft de olie waar ze zit. Als de netto energieratio's onder 1:1 dalen – wat betekent dat het meer energie kost dan wat het aan energie oplevert – wordt oliewinning absurd. Dat doe je dan alleen als je die olie echt nodig hebt (voor dingen bijvoorbeeld waar geen energiealternatief voor bestaat). Economische haalbaarheid begint bij ongeveer 3:1. Maar om complexe samenlevingen als de onze draaiende te houden, heb je netto energiefactoren nodig die veel hoger zijn, boven 7:1 of zelfs 11:1, anders zou een samenleving alleen energie kunnen uitgeven om energie te krijgen.¹¹

Misleidende oliereserves

Er zal altijd nog olie in de grond zitten. Zelfs behoorlijk wat. Daaraan zal het niet gelegen zijn. De cruciale vraag is ondertussen duidelijk: kan die olie bovengehaald en omgezet worden in olieproducten die gemakkelijk beschikbaar zijn in de vormen die onze samenleving nodig heeft? Productie kan immers fysiek of technisch onmogelijk worden, of ze kan in termen van netto-energie geen zin meer hebben. Of de hele onderneming is misschien niet langer winstgevend. Reserves, en olie in de grond zijn van belang: alleen als er olie in de grond zit, is er een kans dat ze gewonnen kan worden. Maar het werkt niet andersom: het is niet omdat ze daar zit, dát ze kan gewonnen worden. In absolute cijfers over oliereserves praten is misleidend vanwege de vele beperkende factoren die aan de productie- en distributiekant zitten. De uitputting van olie gaat niet over absolute reserves: wat 'uitgeput' raakt is niet de olie, wel de toevoer ervan naar onze samenleving.

Bovenop deze courante misvatting is er ook het verwarrende concept van (olie)reserves zelf. Vanuit een zekere naïviteit zou men verwachten dat dit eenvoudigweg aangeeft hoeveel olie er (nog) is (in de grond). Technisch gezien zou het beter zijn om in dat geval te spreken van natuurlijke rijkdommen. Maar uit de discussie over oliewinning is het duidelijk dat het een verschil maakt of er een redelijke kans bestaat dat olie gewonnen kan worden of niet. Enkel olie die winbaar is, wordt in de (technische) categorie van de 'reserves' opgenomen. En er worden daarbij doorgaans drie soorten reserves onderscheiden. De eerste zijn de bewezen reserves (1P - *proven*), die 'zo goed als zeker' zullen ontgonnen worden. Deze categorie wordt ook P90 genoemd, omdat ze met 90% zekerheid geproduceerd zullen worden. Soms is deze categorie opgesplitst in een *Proved Developed* en een *Proved Undeveloped*-subcategorie. Waarschijnlijke reserves (2P - *probable*), de tweede categorie, zullen 'redelijk waarschijnlijk' in productie worden gebracht. Hier wordt een 50% kans gehanteerd, vandaar P50. Mogelijke reserves (3P - *possible*) hebben een 'kans te worden ontwikkeld onder gunstige

¹¹ (Lambert, Hall, Balogh, Gupta, & Arnold, 2014) (Hall, Lambert, & Balogh, 2014) (Fizaine & Court, 2016) (Heinberg & Fridley, 2016) EROEI (*energy return on energy invested*) en EROI (*energy return on investment*) zijn als concepten een beetje ingewikkelder dan ze lijken. Welke kosten zijn gedekt: alleen die van het produceren, of ook het transporteren en raffineren? Betreft het ook de energie die nodig is om de energie te gebruiken? Of gaat het zelfs om een soort van maatschappelijke EROI die alle winsten en kosten bekijkt? Zie ook Richard Heinberg, *MuseLetter* maart 2009 (www.richardheinberg.com): EROEI-verhoudingen voor overleven lijken rond 10:1 te liggen (schatting van archeoloog Lynn White voor samenlevingen van jager-verzamelaars), voor industriële samenlevingen met veel grotere niveaus van complexiteit en specialisatie, moet EROEI aanzienlijk hoger liggen.

omstandigheden'. De categorie wordt aangeduid als P10, met een zekerheid van 10% om geproduceerd te worden.¹²

Voorop papier en in de grafieken van rapporten lijkt dit onderscheid helder. Maar dit zijn inschattingen van fysieke werkelijkheden die niet altijd gemakkelijk in te schatten zijn. En zelfs dan zijn de gegevens op zijn zachtst gezegd 'gevoelige materie': het gaat immers om financiële activa en strategische hulpbronnen. Er is ook geen transparante, gecontroleerde of uniforme procedure van rapporteren. Soms wordt er opzettelijk verwarring gecreëerd of een rookgordijn opgetrokken waarbij data 'vergeten' te vermelden wat voor soort reserves zij dekken. Of wanneer iemand weer een andere definitie van mogelijke reserves gaat gebruiken, die de voorraden drastisch kan doen oplopen: bv. door 5% kans te hanteren, in plaats van de gangbare 10% voor *possible reserves* (zoals de *US Geological Survey* dat op een gegeven moment deed).¹³

Er zijn ook de beruchte, misleidende cijfers van de OPEC-landen. Tussen 1983 en 1990 verhoogden het éne na het andere van de grote olieproducerende landen hun reservecijfers – en dat zonder nieuwe olie-ontdekkingen. Het mechanisme achter deze zogenaamde quota-oorlogen werd blootgelegd door Colin Campbell en Jean Laherrère: omdat productie- en exportquota onder OPEC-landen afhankelijk waren van reserves, begonnen landen hogere reserves aan te geven om hun productie en export te verhogen, om zo hun inkomsten te verhogen. Schattingen zijn dat de wereldwijde spookreserves – *phantom reserves* – die op deze manier gecreëerd werden 300 miljard vaten kunnen bedragen. Op een totaal van om en bij de 1250 miljard vaten, betekent dit dat ruwweg een kwart van de oliereserves gewoonweg niet bestaat.¹⁴ Hoewel het hier om een ernstige verdraaiing van de realiteit gaat, worden deze cijfers vaak om diplomatieke redenen geaccepteerd. Ook in economische kringen.

En er bestaat nog meer virtuele olie. Rapporteringsregels voor oliemaatschappijen leiden tot een voortdurende herinschatting van bewezen reserves. Het systeem nodigt immers uit tot aanvankelijk onderrapporteren – wat de illusie van systematisch groeiende reserves creëert.¹⁵ Cijfers die circuleren in financiële en aandeelhoudersmiddelen zijn daarom op zijn zachtst gezegd misleidend. Alsof er niet echt iets is om je zorgen over te maken; of niet op de korte termijn – het soort termijn waarmee financiële markten werken. Financiële markten en een boel vogelvrij geld op zoek naar investeringsmogelijkheden in de reële economie (na het uiteenspatten van de vastgoedbubbel), verstoren het beeld van de fossiele brandstofreserves nog verder, terwijl ze tegelijkertijd een mogelijke koolstofzeepbel voor de toekomst creëren.¹⁶

Als er (opzettelijke) verwarring bestaat over het concept van de oliereserves, laat het dan niet als een verrassing komen dat er zelfs (opzettelijke) verwarring bestaat over het begrip 'olie' zelf. Bevatten de grafieken en de gerapporteerde gegevens bijvoorbeeld de zeer controversiële teerzanden in Canada, of in de Orinoco Belt in Venezuela, of de nog niet aangesneden

¹² ('Petroleum Reserves Definitions | Society of Petroleum Engineers', 1997)

¹³ (Schindler & Zittel, 2008, pp. 37–38).

¹⁴ (Colin Joseph Campbell & Laherrère, 1998) Het *International Energy Agency* zelf stelt de officiële reservecijfers van de OPEC in vraag in haar *World Energy Outlook* van 1998, p. 91-92: "Between 1985 and 1989, worldwide oil reserves increased by 43% or 304 billion barrels. (...) Given the above, it is clear that official oil reserve estimates cannot be considered reliable indicators of remaining oil reserves."

¹⁵ Zie bv. (Colin Joseph Campbell, 2007) Het betreft rapporteringsregels voor private oliemaatschappijen.

¹⁶ (Carbon Tracker Initiative, 2011) (Carbon Tracker & The Grantham & Research Institute, LSE, 2013)

voorraden daarvan in Siberië? En hoe zit het met aardgasvloeistoffen en diepzee- en polaire olie? En met schalieolie en de hele *fracking business*? En met biobrandstoffen – op sommige plaatsen worden die zelfs in de cijfers opgenomen? Als we ‘olie’ in grafiektitels en databases vervangen door ‘alle koolwaterstofvloeistoffen’ (*all hydrocarbon liquids*) – of ‘elke vloeistof die brandbaar is’ – dan verdoezelen we een reëel probleem.¹⁷

Dit onderscheid tussen conventionele en niet-conventionele olie is erg belangrijk. Er is olie en er is olie. De vroege olie, met een netto energieverhouding die oploopt tot zelfs 100:1, verschilt van niet-conventionele olie zoals bijvoorbeeld die uit oliehoudende leisteen, teerzanden of steenkool (*coal-to-liquids*). Deze niet-conventionele olie brengt niet alleen ernstiger klimaateffecten met zich mee (schalieolie en CTL stoten dubbel zoveel broeikasgassen uit), het probleem ervan is dat ze een veel lagere netto-energieeratio heeft. Dus, vervanging van de ‘schonere’ – gevaarlijke term! – en energierijke reguliere conventionele olie door dit soort lastiger olie kan mooi ogen in de productiestatistieken, maar de eerlijkheid gebiedt om naar uiteindelijke netto-energie te kijken. Wat heeft de wereld aan 15 miljard vaten per jaar als het grootste deel volledig wordt verbruikt voor het produceren van 15 miljard vaten (of de equivalente energie daarvan)? En wat hebben we eraan als dat proces ecosystemen vernietigt waar gezond en goed leven van afhankelijk zijn? *When all is said and done, the nature of our future will be greatly determined by the future of our nature*. Cijfers ogen dan misschien mooi, maar hoe zit het met de realiteit die ze maskeren: hoe fraai is die?

De impact van piekolie – wat we eigenlijk niet willen weten

Dat de gevolgen van piekolie, en uitputting van natuurlijke rijkdommen in het algemeen, veel ernstiger zijn dan we gewoonlijk aannemen, blijkt duidelijk uit Richard Heinbergs ruwe ontgoocheling: “zelfs voor wie al jaren bezig is met het bestuderen van het opraken van energiebronnen, begint het nu pas te dagen wat de enorme consequenties ervan zijn”.¹⁸ Het gaat niet (alleen) om de olie zelf: de prijs en, nog belangrijker, de beschikbaarheid van alles wat afhangt van olie zal beïnvloed worden. We runnen complexe samenlevingen die veel energie vergen en hoge overheadkosten hebben. De volle draagwijdte van onze situatie wordt ook alleen duidelijk als we ons realiseren dat we geen echte, mature, en schaalbare alternatieven op de reservebank zitten hebben – spelers die we onmiddellijk in de strijd kunnen gooien. Dat is iets waar we op terug moeten komen wanneer we onze situatie in verband met alternatieve energiebronnen bekijken.

Het opstellen van een lijst met dingen die onze olie-afhankelijkheid toont, om niet te zeggen onze olie-verslaving, is een verontrustende bezigheid.¹⁹ Olie is de belangrijkste bron van primaire energie op onze planeet, goed voor 31,7% van alle energie. Als we de andere fossiele brandstoffen toevoegen aan de berekening (steenkool: 28,1% en aardgas: 21,6%), komen we

¹⁷ In een commentaar op hun eigen publicatie "*The End of Cheap Oil*" uit 1998, zei Jean Laherrère in 2008 dat hun zwakke punt was geweest dat ze alleen conventionele oliereserves en -productie hadden bekeken: het maakt natuurlijk een verschil wanneer je ‘olie’ vervangt door "elke vloeistof die kan branden". (Laherrère, 2008)

¹⁸ (Heinberg, 2007a, p. 23)

¹⁹ Cijfers en items in dit gedeelte zijn afkomstig uit een aantal bronnen, met inspiratie voor dit soort lijst uit een presentatie door Chris Skrebowski. Skrebowski bracht de helft van zijn beroepsleven door in de olie-industrie en de rest als oliejournalist. (Skrebowski, 2007) Ook (Heinberg, 2007c) (Heinberg, 2007a) (Heinberg & Fridley, 2016)

uit op meer dan 80%.²⁰ Dat betekent dat ruim vier vijfde van de energie die gebruikt wordt om onze economieën en levensstijlen van brandstof te voorzien, afkomstig is van niet-hernieuwbare en snel uitputtende bronnen. Hoeft er nog een tekeningetje bij onze kwetsbaarheid en afhankelijkheid?

Het is niet zo moeilijk om de aspecten van onze economieën en samenlevingen te lokaliseren die ernstig bedreigd worden wanneer de olietoevoer hapert. Transport wordt zo goed als helemaal aangedreven door olie: olieproducten drijven 80-95% van al het transport aan, en 50-75% van alle olie wordt gebruikt voor transport. Bij 95% van de goederen komt er olie aan te pas om ze in de winkelrekken te krijgen. In een autosamenleving rekenen veel mensen op olie om op hun werk te geraken, of waar ze ook heen moeten (school, winkels, vrienden en familie, recreatiegelegenheden).

Massaconsumptie en massaproductie – en daarmee de huidige westerse levensstandaard – worden via mechanisatie en industriële processen gevoed met olie (gas, steenkool), die in hoge mate menselijke arbeid vervangen. Als menselijke arbeid nog steeds in het plaatje past, dan betreft het meestal de goedkope arbeidskracht ver weg (in lagelonenlanden), wat goedkoop massatransport vereist voor grondstoffen, onderdelen en/of eindproducten. Er zijn verschillende berekeningen te maken die de enorme kracht illustreren van de energie die we gebruiken: een Amerikaanse gallon benzine (ongeveer 3,8 liter) in een verbrandingsmotor om een auto van energie te voorzien, is te vergelijken met verschillende weken menselijke arbeid. Of, met behulp van Buckminster Fuller's concept van een energieslaaf (het energie-equivalent van een gezonde, jonge mens, maar dan uitgevoerd door machines): de gemiddelde Amerikaanse burger verbruikt voor zijn levensstijl het energie-equivalent van 147 slaven die 24/7 werken.²¹ Een simpel sommetje leidt Heinberg tot de conclusie dat als het wereldwijde energieverbruik door handmatige arbeid zou moeten worden gegenereerd, we 734,4 miljard mensen nodig zouden hebben om dat te doen.²² Of nog: één vat olie (159 liter) staat gelijk met ongeveer 11 jaar menselijke arbeid (in werkdagen van 8-9 uur, en gerekend met 250 werkdagen per jaar).²³

Ook voedselvoorziening en voedselzekerheid zijn ernstige zorgen voor de toekomst. En dat is ook weer een oliekwestie (en een fossiele brandstoffenkwestie in het algemeen). Olie, vooral in de laatste halve eeuw, heeft de manier waarop we voedsel produceren en verdelen drastisch veranderd. De zogenaamde 'groene revolutie' (of derde landbouwrevolutie) waarbij we de voedselproductie aanzienlijk konden verhogen, maskeert eigenlijk een aardoliereductie. Onze agro-industrie draait op fossiele brandstoffen en in het bijzonder op olie. 99% van ons voedsel gebruikt olie of aardgas als meststoffen, in agrochemische producten (pesticiden, herbiciden), voor het bewerken, irrigeren of cultiveren van het land, en voor het transporteren, opslaan, bewaren (koelen) en verwerken van het voedsel. Stikstofmeststof is een gasproduct; herbiciden en pesticiden zijn olieproducten. Misschien heb je al eerder de *carbon footprint* gemeten van wat je eet, maar voor de meesten van ons staat

²⁰ De cijfers zijn die van het in Parijs gevestigde *International Energy Agency* (IEA), uit hun *Key World Energy Statistics 2017* (cijfers 2015). Ze worden over het algemeen beschouwd als de autoriteit voor dit soort gegevens. (International Energy Agency, 2016a) Voor iemand met interessante observaties over hun cijfers: (MacLeod, 2014).

²¹ ('Energy slave - Hmolpedia', n.d.) ('How Many Energy Slaves Do We Employ?', n.d.)

²² (Heinberg & Fridley, 2016, p. 35)

²³ (Heinberg & Fridley, 2016, p. 81)

voedsel zowat gelijk met olie. In onze agro-industriële wereld, kunnen we het ons blijkbaar veroorloven tien calorieën aan energie uit te geven voor elke calorie aan voeding die we innemen.²⁴ Hoe olie, transport, voedseldistributie en uiteindelijk voedselzekerheid met elkaar verbonden zijn, werd bijvoorbeeld duidelijk in 2000 toen in het Verenigd Koninkrijk landbouwers en vrachtwagenchauffeurs brandstofdepots blokkeerden: in drie dagen tijd zagen voedselrekken in supermarkten er alarmerend uit. De titel van het rapport van de *New Economics Foundation* over olie-afhankelijkheid spreekt boekdelen: "Negen maaltijden verwijderd van de anarchie".²⁵ Extreme voedselkwetsbaarheid inderdaad.

En de lijst gaat door. Alle petrochemicaliën – zoals het woord zegt – worden uit olie geproduceerd. Meer producten dan we denken, zijn olieproducten: asfalt, allerlei chemische en farmaceutische producten, veel textiel, plastics en kunststoffen, en allerlei bouwmaterialen. En olieproducten zorgen voor 99% van alle smering – niet te verwaarlozen in die zwaar gemechaniseerde wereld van ons. Olie zit overal. En zelfs als ze niet direct van olie gemaakt zijn, lijkt olie onmisbaar bij de productie van sommige dingen die we om ons heen zien en waarzonder we moeilijk kunnen. Cement, bijvoorbeeld, en gietijzer, dat gebruikt wordt in de staalproductie, zouden heel moeilijk te produceren zijn zonder de zeer hoge temperaturen die we makkelijk bereiken via verbranding van fossiele brandstoffen.²⁶

In feite is een volledige infrastructuur, en de manier waarop maatschappijen (in veel van hun functies) zijn georganiseerd, afgestemd op olie, gaande van de manier waarop we ons onderwijs inrichten tot de manier waarop we werkgelegenheid en banen scheppen. Het meest in het oog springend daarbij is natuurlijk alles wat met de auto- en transportinfrastructuur te maken heeft: de wegen, de benzinestations, de garages, de parkeerterreinen. En omdat onze automobilititeit lang goed, snel en goedkoop was, maakte ze de weg vrij voor centralisatie: denk aan de enorme winkelcentra en commerciële centra, grote onderwijsinstellingen, of recreatieve voorzieningen. Het simpele gedachte-experiment om je het leven zonder auto voor te stellen, is in dit opzicht behoorlijk veelzeggend. Olie en auto's hebben van alles en nog wat mogelijk gemaakt, en nu kunnen we nauwelijks nog zonder dat van-alles-en-nog-wat: een ingeslagen weg waarvan je moeilijk kan terugkeren. Voor ons plezier – letterlijk: recreatie – hebben we er een hele toeristische infrastructuur bovenop ontwikkeld: toerisme is per definitie 'zich verplaatsen'... Olie heeft de mentale en fysieke landschappen van onze samenleving inderdaad drastisch hertekend.

En nog gaat de lijst verder. Net omdat we ze zo vanzelfsprekend vinden, vergeten we dat veel economische concepten en realiteiten, zoals groei en globalisering, gebaseerd zijn op goedkope en makkelijk toegankelijke energie. Maar hoe kan bijvoorbeeld een stijging van 30% of zelfs 48% van de primaire energievraag tegen 2040²⁷ (103 miljoen vaten olie per dag in 2040, vergeleken met 96 miljoen per dag in 2016²⁸) verzoend worden met het feit dat we de

²⁴ Professor David Pimentel, *College of Agriculture and Life Sciences*, Cornell University, geciteerd in (The Oil Depletion Analysis Center & and Post Carbon Institute, 2008, blz. 11). Ook (Pfeiffer, 2006, blz. 19). Pfeiffer noemt ook een onderzoek waaruit blijkt dat bijna de helft van de energie die in het voedselsysteem verbruikt wordt, gaat naar bewaring en bereiding thuis. Daar zit nog niet eens de rit in naar de supermarkt. (Pfeiffer, 2006, blz. 21)

²⁵ (Simms, 2008)

²⁶ (Heinberg & Fridley, 2016, p. 95)

²⁷ Cijfers komen respectievelijk van (International Energy Agency, 2016b) en (US Energy Administration Information, 2016).

²⁸ (International Energy Agency, 2016b)

piek van makkelijke olie nu al in de achteruitkijkspiegel zien? Niet-conventionele olieproductie wordt steeds moeilijker, en er zitten wat ongemakkelijke waarheden aan vast. Hogere prijzen kunnen leiden tot een hogere productie omdat ze niet-conventionele bronnen produceerbaar maken. Maar te hoge prijzen kunnen en zullen ook de vraag vernietigen. Wat de stuiptrekkingen ook mogen zijn van onze op olie gebaseerde wereld, het essentiële punt is dat eindige hulpbronnen nooit oneindig zullen zijn: geen enkele markt kan meer olie toveren dan er is. Het is vrij veelzeggend in dit opzicht dat voorspellingen over toekomstige olieproductie door IEA (mee)gebaseerd zijn op een economisch model dat zegt dat het aanbod aan de vraag zal voldoen, wat erop neer komt dat als we olie nodig hebben, er olie zal zijn.²⁹ Of hoe onnaards en 'weg-van-de-wereld' economische modellen toch kunnen zijn...

Ook zijn de geopolitieke effecten van energiepieken en -tekorten potentieel ernstig³⁰, hoewel het moeilijk kan zijn om te voorspellen hoe de machtsverhoudingen hertekend zullen worden. In theorie verschuift de macht naar landen of regio's die rijk zijn aan energie/fossiele brandstoffen, of naar die spelers die macht en controle over energiebronnen kunnen uitoefenen. Maar de zaken liggen vaak een pak complexer, en er zijn talloze andere factoren die spelen. Conflicten over schaarsere olie en andere fossiele brandstoffen (en over alternatieven) liggen voor de hand. Zwakkere economieën zullen waarschijnlijk tot de eerste slachtoffers behoren: het aflossen van leningen zal voor sommigen moeilijker worden, of zelfs onmogelijk. Maar ook landen die voor hun welvaart steunen op de verkoop van hun natuurlijke rijkdommen, kunnen in de problemen komen wanneer de inkomsten uit energie-export tegenvallen (vanwege ineensstortende prijzen en economieën in recessie). Het potentieel voor conflicten stijgt en dat brengt ons bij een andere tentakel van de olie-octopus: militaire macht, machtsverhoudingen, en dus ook vrede en politieke stabiliteit hebben veel met olie te maken. Militaire troepen en hoogtechnologische wapens hebben petroleum nodig ... en worden ingezet om de petroleumbevoorrading te verzekeren die ze van doen hebben.³¹

Wat velen niet zien, is hoe diep en onlosmakelijk goedkope fossiele brandstoffen, het idee van economische groei, en ons geldsysteem zelf met elkaar verweven zijn. Ons geldsysteem en onze financiën zijn gebaseerd op schulden, en veronderstellen als zodanig constante groei om die schulden te kunnen afbetalen in hoofdsom en rente. Deze groei werd tot nu toe gevoed door een toenemende toevoer van goedkope energie (in de vorm van fossiele brandstof). Het

²⁹ "De WEO's van het *International Energy Agency* zijn op vraag gebaseerde voorspellingen. Op basis van economische ontwikkelingen en geopolitieke aannames wordt de energievraag voorspeld. Resourcebeperkingen zijn niet inbegrepen omdat natuurlijke hulpbronnen per definitie als kostenvrij en praktisch "onbeperkt" worden beschouwd. Alleen de kosten voor winning, raffinering, transport en distributie komen in de berekeningen."
(Schindler & Zittel, 2008, blz. 84)

³⁰ Zie bv. (Klare, 2008).

³¹ Amerikaanse militairen verbruikten bijvoorbeeld 16 gallon per soldaat per dag in Irak (tweede Golfoorlog) en Afghanistan, tegenover 1 gallon per soldaat per dag in de Tweede Wereldoorlog (Klare, 2008, blz. 11). Met olie als brandstof voor het militaire apparaat, en olietoevoer via slechts een handvol pijpleidingen en scheepvaartroutes, mag het niet als een verrassing komen dat het effect van een ongeluk of (terroristische) aanval dramatisch kan zijn – het aantal gekaapte olietankers toont de kwetsbaarheid. Op 'knelpunten' als de Straat van Hormuz (16 miljoen vaten per dag) en de Straat van Malakka (15 miljoen vaten per dag) passeert samen driekwart van alle over de wereld verscheepte olie elke dag. Pijpleidingen, meestal boven de grond, zijn even kwetsbaar (Cover Story Final Warning, *New Scientist*, 28 juni 2008).

lijkt erop dat er dus meer dan één limiet in het verschiet ligt: als onze energie ons in de steek laat, zal ook ons geld falen, waardoor onze economie in de touwen ligt.³²

Het zou duidelijk moeten zijn, alleen al uit dit korte overzicht, dat de uitputting van olie en van fossiele brandstoffen in het algemeen, serieuze stof tot nadenken biedt. We zien problemen van kwetsbaarheid, verschuivende machtsverhoudingen, en de levensgrote vraag hoe we al die energie in godsnaam gaan kunnen vervangen: hele sectoren en aspecten van onze samenleving zouden wel eens disfunctioneel kunnen worden. Het einde van fossiele brandstoffen kan het einde betekenen van de economie zoals wij die kennen – iets wat ook door Campbell en Laherrère onder woorden is gebracht.³³

Het einde van een wereld zoals we haar kennen

Gedurende heel wat jaren, terwijl de wereld zich goed en wel in de 21ste eeuw begon te nestelen, werd er gewaarschuwd voor het naderende moment van piekolie.³⁴ In de jaren voorafgaand aan 2008 was er een reëel gevoel van urgentie. Tien jaar later lijkt een goed deel van de urgentie rond de uitputting van fossiele brandstoffen vervaagd. Sommige van de voorspellingen worden nu tegengesproken door productiecijfers.³⁵ Op het oog kloppen de voorspellingen niet: de olieproductie in veel van de statistieken en grafieken stijgt nog steeds in 2016.³⁶ Tegelijkertijd kloppen echter behoorlijk wat van de meer alarmerende voorspellingen: conventionele olie – de goedkope en makkelijke olie die onze geglobaliseerde, industriële samenlevingen nodig hebben – heeft een piek bereikt, of bevindt zich al ongeveer tien jaar op een nogal hobbelig plateau.³⁷ Wat ter vervanging is aangerukt, komt van niet-conventionele olie: teerzanden en andere zware en extra zware olie, *gas to liquids*, leesteenolie of schalieolie (uit *fracking*), diepzee- en polaire olie, en zelfs olie op basis van biomassa – wat een verdraaiing van de cijfers is. Met al deze extra's op de tabellen lijkt de daling nog niet ingezet, en dat is voornamelijk op het conto van de VS te schrijven.³⁸

³² In zekere zin is dit wat we in 2008 zagen. M.K. Hubbert zag deze link: onze handicap is het naast elkaar bestaan van twee parallele systemen – het materie-energiesysteem en het monetaire systeem. Beide groeien exponentieel. Maar hoewel geldgroei geen inherente beperking kent (integendeel: het moet groeien door samengestelde rente), heeft het materie-energiesysteem duidelijke, fysieke grenzen. Het resultaat: grootschalige financiële instabiliteit. (Hubbert, 1981) Campbell waarschuwt op een gelijkaardige manier voor het gevaar van de daling van de olievoorziening en het feit dat de in het verleden opgelopen schuld op dat moment zijn tegenwaarde verliest. (C. J. Campbell & Wöstmann, 2013, blz. 385)

³³ (Colin Joseph Campbell & Laherrère, 1998) (Colin Joseph Campbell, 2007)

³⁴ (C. J. Campbell, 1999) (Colin J. Campbell, 2005) (Simmons, 2005) (Heinberg, 2007b) (Heinberg, 2007c) (Heinberg, 2006) (Heinberg, 2007a) (Deffeyes, 2006) (Deffeyes, 2009) (Kunstler, 2006), en anderen.

³⁵ Zoals vaak het geval is, deden de mensen die het probleem oversimplificeerden, en het gebruikten voor hun eigen einde-van-de-wereld agenda, meer kwaad dan goed. De kwestie is te ernstig om er maar wat mee rond te klooiën.

³⁶ WEO heeft 96 miljoen vaten per dag in haar rapport van 2016 vergeleken met 85 miljoen vaten per dag in de *factsheets* van 2007 en 2008.

³⁷ Zowel Campbell als Laherrère spraken over de mogelijkheid van verschillende pieken voorafgaand aan een langetermijndaling. Laherrère vond een hobbelig plateau waarschijnlijker dan een scherpe piek. (Hall & Ramírez-Pascualli, 2013, blz. 121)

³⁸ Het is moeilijk om een bepaald patroon te ontkennen: toen de olie piekte in de *lower 48 states* van de VS (rond 1970), en de olieschokken in 1973 en 1979 de wereld wakker maakten, was er een gevoel van urgentie, evenals een groeiende bewustwording van energietekorten en de noodzaak om van koers te veranderen. Maar toen Prudhoe Bay online kwam, en de olie in de Noordzee, veranderde de teneur opnieuw: niet nodig om te handelen, we hebben genoeg olie. Iets dergelijks lijkt nu opnieuw te gebeuren: wereldwijd daalt de productie van gemakkelijke en

Piekolie-waarschuwingen hadden (en hebben nog steeds) hun verdienste. Ze informeren ons over een heel eenvoudige waarheid: die van de uitputting van natuurlijke rijkbronnen in een groeiende, geïndustrialiseerde en geglobaliseerde samenleving die steeds meer van deze hulpbronnen nodig heeft. Planeet Aarde is niet ongelimiteerd wat haar energie en haar rijkdommen betreft. Met deze basiswaarheid in het achterhoofd, hebben nogal wat mensen die waarschuwden voor een komende oliepiek er inderdaad naar gekeken als naar een heel eenvoudig voorraad-stroommodel uit het systeemdenken: hoeveel voorraad hebben we, en hoe maken we die beschikbaar? (En indien nodig: waarmee kunnen we vervangen?) Helaas zijn energiekwesties in onze wereld veel complexer. Wat betreft de produceerbaarheid kunnen machtsproblemen en geld de productie opdrijven – en dat hebben ze gedaan in het geval van de VS. Een belangrijke factor was de wil van de VS om energie-onafhankelijk te worden. Maar er was ook gewoon de enorme hoeveelheid investeringskapitaal die werd aangetrokken door niet-conventionele olie na het debacle van de vastgoed- en hypotheekzeepbel. En het spel van machtsverhoudingen op het wereldtoneel. Maar zelfs aan dit niet-conventionele sprookje komt een eind – vanwege fysieke grenzen. Of, voordat we die muur raken, vanwege piekvraag en te hoge prijzen. Of vanwege de volgende financiële zeepbel.

Het zou goed nieuws voor de wereld zijn mocht het tijdperk van fossiele brandstoffen kunnen aflopen door prijzen voor zonne- en windenergie die onder die voor fossiele energie duiken – waardoor klimaatvriendelijke fossiele brandstof oneconomisch wordt. Dat zo iets het simpele gevolg zou kunnen zijn van vrije marktwerking (die eenvoudigweg productiekosten zou weerspiegelen), is moeilijk aan te nemen. Natuurlijk zijn productie- of projectkosten van belang, maar vaak verdwijnen die in het niet door andere geldstromen, zoals die van vogelvrij en zeer speculatief investeringskapitaal (dat de gewoonte heeft om met de opbrengsten weg te lopen terwijl anderen de kosten moeten dragen), of van geld dat voortvloeit uit beleidsbeslissingen en subsidies.³⁹ Bovendien is het punt dat het niet om een simpele substitutie-operatie gaat waarbij fossiele brandstoffen door iets anders vervangen worden. Of wat nauwkeuriger: die vervanging is lang niet zo eenvoudig als gehoopt, vooral niet als we onvoorbereid zijn. Het is niet alleen de energiebron die moet vervangen worden, het gaat om aanpassing of vervanging van complete (onder)delen van de systemen die nu op olie, gas en steenkool draaien. Een militair-industrieel complex dat draait op windenergie? Full-on elektrische mobiliteit en een uitgebreid netwerk van oplaadpunten? Alternatieven voor cement- en staalproductie, voor meststoffen en pesticiden, voor ethyleen, propyleen, benzeen, toluen en xyleenisomeren? Alle vliegtuigen die vliegen op ... ja, wat precies? Het is goed om herinnerd te worden aan recente succesverhalen in termen van hoeveel van onze elektriciteit uit hernieuwbare bronnen kan komen: denk aan de vaak geciteerde Duitse *Energiewende*, of aan Spanje. Het wereldwijde cijfer voor elektriciteitsproductie uit

goedkope olie, en toch komt iemand ergens weer met iets onverwachts op de proppen. De vraag is echter hoe vaak zo'n truc kan werken – nu we weten dat een deel van de truc deze keer al in vervormde cijfers zit.

³⁹ De meeste subsidies gaan nog steeds naar de fossiele brandstoffenindustrie. WEO-rapporten geven 523 miljard dollar aan voor fossiele brandstoffen tegenover 88 miljard voor hernieuwbare energie voor het jaar 2011; en nog steeds 325 miljard dollar versus 150 miljard voor het jaar 2015. Naomi Klein in *No Time* schat dat fossiele brandstofbedrijven jaarlijks 775 miljard tot 1 biljoen dollar ontvangen (Klein & Elskamp, 2014, blz. 88). De bedragen worden nog hallucinanter als de werkelijke en volledige kost zou aangerekend worden aan de consument; dus ook die voor "de levering, milieukosten en algemene verbruiksbelastingen". Dan bedragen de wereldwijde energiesubsidies 5.3 biljoen dollar voor 2015, of 6,5% van het wereldwijde BBP volgens (Coady, Parry, Sears, & Shang, 2017).

hernieuwbare energie bedraagt iets meer dan 1/5 (22,5%).⁴⁰ Maar, laten we ook dit zien: elektriciteit maakt slechts ongeveer 1/5 uit van de totale verbruikte energie. Dus: ongeveer 1/5 van 1/5. Dat is 4%. Er is met andere woorden nog een heel eind weg te gaan.

En stel. Stel dat we genoeg energie hebben om de fossiele brandstoffen te vervangen, en dat we veronderstellen dat deze energie dezelfde dichtheid en transporteerbaarheid heeft, en dezelfde mogelijkheden tot opslag, dan nog kan een wereld zoals wij die kennen niet doorgaan: niet met haar infrastructuur, niet met de groeicijfers die ze nodig heeft, niet met haar geld en financieel systeem.

Hoe je het ook bekijkt: de piek van goedkope en gemakkelijke fossiele brandstoffen is een keerpunt, en leidt een periode in van diepe verandering. Systeemverandering. Zoiets doet onze realiteit op haar grondvesten wankelen, zoals in 2008 al enigszins gebeurde: de kwetsbaarheid van een zeer speculatief groeisysteem werd duidelijk toen – omwille van schaarste in goedkope brandstof – energieprijzen uiteindelijk hele economieën deden struikelen. Maar ook de robuustheid en hardnekkigheid van ons systeem werd duidelijk in de nasleep: het beeld is dat van een gigantisch, verwoestend vliegwiel dat geen enkel obstakel op dit moment lijkt te kunnen stoppen. Door zijn eigen beweging en gewicht weigert het gewoon om te gaan liggen. Hoewel dat misschien niet door veel mensen direct zo wordt gevoeld, is de wereld waarin we nu leven ‘anders’. Toegegeven: de meesten hopen dat we snel weer ‘normaal’ zullen draaien, dat we kunnen terugkeren naar het oude, vertrouwde. Daarmee zouden we echter onze kans om iets nieuws te bouwen inruilen voor een terugkeer naar het land van de levende doden. Het materie-energiesysteem (met zijn wetten, grenzen en limieten) dat ten grondslag ligt aan onze realiteit, smeekt ons om de dingen anders te doen. In de hoop het verleden herop te bouwen, missen we kans na kans – een rits *windows of opportunity* lijkt zich te sluiten. En iets dat zeker onze blik op de werkelijkheid om ons heen vertroebelt, is dat we momenteel in financiële economieën leven in plaats van in reële economieën. De markt- en ideologische signalen die we vanuit die hoek krijgen zijn erg complex, en ze zijn meestal geen goede indicatoren van welke weg je in de toekomst wil nemen. Financiële economieën zijn op een bepaalde manier immers niet langer gebaseerd op de realiteit.⁴¹ In dat soort wereld lijkt het erop dat prijzen, lonen, koopkracht, schulden en vooral aandelen, en het rendement op een boel nauwelijks te begrijpen financiële producten, bepalen wat er aan de hand is; niet de fysieke realiteit. Reuzen op lemen voeten zijn overigens nooit een goed idee geweest.

Wat we meemaken op dit moment, is het einde van een wereld zoals wij die kennen. Hier en nu, in ons leven. En als dat wat bang aanvoelt, denk er dan zo over: dat is precies wat de wereld en het leven altijd al heeft gedaan, elke minuut van elk uur van elke dag. In elk leven. Verandering. Aanpassing. De overgang naar iets anders is op veel plaatsen reeds begonnen.

⁴⁰ (Heinberg & Fridley, 2016, p. 187)

⁴¹ Op de ASPO-conferentie in Brussel in 2011 zei één van de sprekers uit de financiële wereld eenvoudigweg dat er geen piekolie was, om de simpele reden dat de financiële markten besloten hadden dat er geen piekolie was. Het is echter verkeerd om het verhaal van piekolie te baseren op wat de oliepunten en markten doen. Tussen die twee is er een complexe relatie waarin niet alleen de situatie van reële economieën en energiebronnen een rol spelen, maar ook allerlei verwachtingen (en financiële speculatie) over de toekomst.

Gas, steenkool, en kernenergie

Om eerdergenoemde redenen hebben we ons vooral gericht op het verhaal van olie. Maar voor de andere niet-hernieuwbare energiebronnen – aardgas en steenkool – is een vergelijkbare dynamiek aan het werk. Toch is het goed om een paar aspecten in wat meer detail te bekijken, vooral omdat er wel eens gezegd wordt dat we in tijden van olietekort moeten overschakelen op gas of steenkool. Eerst en vooral: ze vormen onmogelijk oplossingen voor de lange termijn. Aardgas en steenkool zijn zo eindig als olie, ze zijn beperkt en kennen hun eigen pieken. Hoewel er aanvankelijk de overtuiging leefde dat steenkoolreserves zo goed als onuitputtelijk zijn, kwamen voorspellingen over piekool – vooral in *business as usual*-scenario's waarbij we gewoon verder doen zoals we bezig zijn – neer op één of twee decennia na piekolie.⁴² En soortgelijke problemen als bij de olieproductie beginnen zich ook voor steenkool voor te doen: steeds moeilijker te winnen, minder interessant omdat ze van mindere kwaliteit is, en dus blijven we achter met steeds minder netto energie. Het transport van steenkool is ook energie-intensiever, en vanuit ecologisch oogpunt is het gebruik ervan een nachtmerrie vanwege versterking van het broeikaseffect, de zure regen die het met zich meebrengt en problemen met de luchtkwaliteit. Vooral daarom zijn de laatste jaren sommige economieën begonnen met het uitfaseren van steenkool. Voor de allereerste keer, en veel eerder dan verwacht, zien we signalen van pieksteenool.⁴³ De piek – als die er al is – lijkt er eerder te komen omwille van *above-the-ground rather than below-the-ground* redenen (dus niet omwille van fysieke limieten of uitputting van voorraden), en verschijnt als piekvraag en niet als piekaanbod. De *gamechanger* hier zou China kunnen zijn. Momenteel is steenkool goed voor ongeveer 29% van het wereldwijde primaire energieverbruik.⁴⁴

In vergelijking met de andere twee fossiele brandstoffen is het aardopwarmingspotentieel van aardgas lager, en dus is het de meer 'milieuvriendelijke' van de fossiele brandstoffen. Als samenlevingen besluiten om fossiele brandstoffen geleidelijk af te bouwen, is aardgas begrijpelijkerwijze vaak de laatste die richting uitgang begeleid wordt. Maar een met olie vergelijkbaar uitputtingsverhaal speelt zich sowieso ook hier af: steeds meer aardgas is moeilijk te ontginnen – gestrand gas, ingesloten methaan, methaanhydraten. De netto energie neemt af, en het einde van de productie is vaak veel abrupter. Transport van aardgas is ook moeilijker en kwetsbaarder: ofwel pijpleidingen, ofwel vloeibaar aardgas dat speciale tankers en terminals nodig heeft – ze vormen gemakkelijke doelwitten in tijden van conflict. Ook aardgas is, omwille van het simpele feit dat het een fossiele brandstof is, niet het alternatief waar we op de lange termijn naar op zoek zijn. En ook hier pikken we de eerste verhalen op van (lokale) overheden die beslissen om gas uit te faseren. Aardgas is goed voor ongeveer 22% van de wereldenergie.⁴⁵

Een ietwat aparte plaats onder de niet-hernieuwbare energiebronnen wordt ingenomen door kernenergie, momenteel tussen 4 en 5% van de primaire energie wereldwijd. De meeste mensen lijken zich bewust van de problemen en kwesties hier, vooral die omtrent veiligheid en radioactief afval. Maar er zijn ook de hoge kosten door subsidies en het feit dat kernenergie niet zo milieuvriendelijk blijkt als we naar de hele keten kijken, van uraniumwinning tot opslag

⁴² (Schindler & Zittel, 2008)

⁴³ Zie bv. (BP, 2016)

⁴⁴ 28.6% is het cijfer van IEA (2016 report, 2014 data); 29.2% is het cijfer van BP (2016 report, 2015 data).

⁴⁵ 21.2% is het cijfer van IEA (2016 report, 2014 data); 23.8% is het cijfer van BP (2016 report, 2015 data).

van nucleair afval. Er zijn ook zorgen over de uraniumvoorraad (geen eindeloze bron) en mogelijke watertekorten (water wordt gebruikt als koelvloeistof). De nucleaire industrie, ondanks de verschillende generaties kernreactoren en de ultieme droom van kernfusie, boekt niet echt vooruitgang: de langverwachte doorbraken lijken voor altijd 'langverwacht' te blijven. En het nucleaire ongeval in Fukushima Daiichi in 2011 bleek een heuse stok in het hoenderhok in termen van publieke verontwaardiging en energiebeleid. Nucleaire ongevallen – met hun direct zichtbare effecten – vormen voor de meeste mensen een grotere nachtmerrie dan klimaatverandering, waarvan de effecten veel minder duidelijk zijn, en lang niet zo onmiddellijk. Langs de andere kant hoeft het dan weer geen verrassing te zijn dat sommige wetenschappers die de gevaren van klimaatverandering bestuderen, pleiten voor kernenergie. Ze zeggen dat we beter de overstap kunnen maken van fossiele brandstoffen naar nucleaire energie (en duimen daarbij dat er een oplossing gevonden wordt voor het radioactieve afval): volgens hen moeten we nu af van fossiele brandstoffen als we de kans nog willen behouden op het afwenden van ernstige klimaatverstoring (met haar ronduit desastreuze gevolgen).⁴⁶ Maar, heel geruststellend is die overgang naar nucleaire energie anders ook niet...

Hernieuwbare alternatieven

Jarenlang al gaat een groot deel van het (publieke) duurzaamheidsdebat over de zoektocht en overgang naar alternatieve, hernieuwbare vormen van energie – soms 'groene energie' genoemd. (Dat aspect lijkt soms alle gesprekken over maatregelen ter bestrijding van klimaatverandering te monopoliseren.) Die overschakeling naar hernieuwbare energiebronnen is natuurlijk meer dan gerechtvaardigd: we moeten zowel om klimaatredenen, als om redenen van uitputting, af van de fossiele brandstoffen. In het bredere spectrum van hernieuwbare energiebronnen treden wind- en zonne-energie op de voorgrond als de meest veelbelovende. Andere vormen van groene energie zijn meer betwist.

Biomassa (vooral hout, vaak ook gebruikt in de vorm van houtskool, chips of pellets) lijkt een goed idee als het om afvalproducten gaat. Maar het gevaar is dat het ontbossing kan veroorzaken (en dat ook doet). Vaak ligt de nadruk in minder welgestelde regio's van de wereld op snelle winsten door commerciële, niet-duurzame houtkap. Hout en houtskool worden ook vaak (opnieuw) gebruikt als brandstof om te koken of verwarmen door mensen wiens inkomen en levensonderhoud is vernietigd door natuurrampen, klimaatverandering of grote ondernemingen. In de wereld waarin we leven, is het opschalingspotentieel van biomassa-energieopwekking alvast heel laag. Biobrandstoffen dan, zoals biodiesel en ethanol, werden ingehaald als een veelbelovend alternatief voor fossiele brandstoffen, en ze hebben hun plaats veroverd in het nieuwe energieverhaal via overheidsbeleid. Maar ze blijven controversieel: ze staan vaak in concurrentie met natuurlijke ecosystemen en met landbouw (verstoring van voedselmarkten en voedselprijzen), en bovendien heeft de netto-energie nooit echt aan de hoge verwachtingen voldaan. Zelfs hun klimaatneutraliteit wordt betwist – al lijkt dat sterk af te hangen van wat ze precies vervangen. Als ze een zinvol alternatief blijken, dan lijkt het vooral een zeer specifiek en lokaal verhaal te zijn – suikerriet bijvoorbeeld, in Brazilië. De zoektocht naar biobrandstoffen die opgeschaald zouden kunnen worden om een

⁴⁶ Denk aan James Lovelock en James Hansen.

aanzienlijk deel van de fossiele brandstoffen te vervangen, is nog steeds aan de gang. Bovendien moeten deze brandstoffen, om echt hernieuwbaar te zijn, ook duurzaam worden geteeld, verwerkt en beheerd. Ze moeten afkomstig zijn van bodems die in goede, vruchtbare toestand worden gehouden – en de vraag is legitiem: misschien hebben die bodems hun eigen ‘afvalproducten’ wel nodig. Hoe dan ook, we kunnen niet blijven nemen zonder terug te geven. En we kunnen niet sneller afnemen dan de groei- en vernieuwingscycli van de natuur toestaan, als we het land niet willen uitputten.

Hoewel de algemene indruk voor biomassa en biobrandstoffen nauwelijks reden tot optimisme geeft, is het idee dat de meeste mensen hebben over zonne- en windenergie, dat het om iets eindeloos of oneindigs gaat. In zekere zin is dat zo: er zullen altijd momenten zijn dat de zon schijnt en de wind waait, ook al zijn er tijdelijke onderbrekingen – het zogenaamde probleem van intermittentie. Maar als energiebron moeten wind- en zonne-energie ook bruikbaar gemaakt (en dus omgezet) worden, en opgeslagen, en getransporteerd. Of, als ze niet opgeslagen kan worden, hebben we back up-energie nodig om de onderbrekingen te overbruggen. Er is ondertussen aanzienlijke technologische vooruitgang geboekt met verschillende soorten windturbines, en met de verschillende manieren waarop zonlicht en warmte benut worden: fotovoltaïsche zonne-energie, thermische zonne-energie (zonneboilers, geconcentreerde zonne-energie via spiegels, zonnetorens), en passieve zonne-energie in de woningbouw. Netto energiefactoren beginnen echt acceptabel te worden; en soms duiken ongesubsidieerde prijzen voor zonne- of windenergieprojecten onder olie- en aardgasprijzen. Dat betekent dat wind en zonne-energie het op de een of andere manier redden, ondanks de wispelturige prijzen van fossiele brandstoffen en het instabiele investeringsklimaat door een gebrek aan langetermijnregelgeving en -beleid. Wind- en zonne-energie blijken zeer hoopvolle verhalen te zijn en lijken wereldwijd te worden opgepikt. Toch past het om een niet onbelangrijke kanttekening te maken: de daarbij benodigde en gebruikte technologie en infrastructuur kennen hun eigen grenzen en beperkingen. Hoe zit het met het materiaal dat we daarbij nodig hebben? De technologie die aangewend wordt bij de overgang naar koolstofarme energiesystemen maakt op dit moment gebruik van een aantal materialen waarvan het aanbod voor de toekomst onzeker is – ze worden niet voor niets zeldzame aardmaterialen genoemd. Dus, opschaling van deze technologieën kan onderworpen zijn aan materiële knelpunten en beperkingen: hoe hernieuwbaar zijn de turbines en panelen die we gebruiken om de energie op te vangen?

Er is nog meer alternatieve energie. Water, bijvoorbeeld, wordt al heel lang als energiebron aangewend via watermolens en stuwdammen. Waterkracht is momenteel goed voor ongeveer 6% van de totale primaire energie in de wereld.⁴⁷ Bij water als energiebron denken de meeste mensen aan grote hydro-elektrische dammen, maar het kan ook kleinschaliger via rivierwaterkracht met nauwelijks opslag en zonder dammen. Er bestaan ook mogelijkheden om getijden- en golfkracht te gebruiken. Er is zelfs thermische energie uit de oceaan te halen door de temperatuurverschillen tussen diepzee- en oppervlaktewater te gebruiken. Een vergelijkbare technologie wordt overigens gebruikt in warmtepompen (die temperatuurverschillen in grond, water of lucht benutten). En er is de mogelijkheid om de

⁴⁷ Landen die in de totale elektriciteitsproductie erg hoog scoren in termen van percentage van hernieuwbare energiebronnen (Noorwegen, Brazilië, Canada, Venezuela, ...), halen meestal het meeste uit waterkracht – wereldwijd is bijna 80% van de hernieuwbare elektriciteit afkomstig van waterkracht.

warmte te gebruiken die wordt opgeslagen in of geproduceerd door de aarde: aardwarmte, heet water of stoom. En in onze zoektocht naar alternatieven, worden nog meer energiepaden verkend.

Uiteindelijk lijkt het bij elk alternatief altijd een kwestie te zijn van het afwegen van voor- en nadelen in termen van dichtheid, betrouwbaarheid, transporteerbaarheid, opslag of back-up, hernieuwbaarheid, opschaalbaarheid ... En een kwestie van het uitvoeren van een grondige netto energieanalyse (NEA). Ook van het afwegen van de kosten ten opzichte van de baten: en dat zijn niet alleen de financiële kosten, maar ook de sociale, milieu- en energiekosten. Sommige technologieën worden ontwikkeld in hoogtechnologische laboratoria, andere zijn verrassend eenvoudig en getuigen van gezond boerenverstand, maar de echte test gebeurt altijd in zeer specifieke, lokale omstandigheden. Geen *one size fits all*, zo lijkt het. En de hindernissen en moeilijkheden gaan verder dan louter technische kwesties: het is één ding om te weten hoe een windturbine te bouwen, het is een totaal ander ding om een gemeenschap zover te krijgen om dat ook echt te doen.

Energie, opnieuw en anders

Er zijn tekenen van hoop, maar het algemene beeld blijft dat van een enorme uitdaging: er is geen echte indicatie dat we binnenkort de alternatieve, hernieuwbare energie zullen hebben om fossiele brandstoffen te vervangen op de schaal die we nodig hebben – niet als het ons doel blijft om de ons vertrouwde wereld draaiende (en daarom groeiende) te houden. Dat is vooral zo, als we ons ook realiseren dat wat voorligt iets heel anders is dan een simpele vervangtruc: grote brokken van onze realiteit willen niet gewoon (veel) energie, ze willen (veel) olie omdat ze helemaal afgestemd zijn op die olie – via verbrandingsmotoren bijvoorbeeld.

Zelfs als we die stukken realiteit konden omzetten in nieuwe netwerken en systemen die bijvoorbeeld op elektriciteit werken, of waterstof, of een andere energiedrager, dan zouden we ons nog realiseren dat waar we mee te maken hebben niet alleen maar een brandstofkwestie of energievraagstuk is. Het probleem overstijgt het materiële aspect en de zichtbare, fysieke infrastructuur van onze samenlevingen: het gaat om het idee zelf van groei, om een globalisering die we zogenaamd niet meer achteruit kunnen draaien, om een geldsysteem waaraan elke inherente begrenzing ontbreekt. Het gaat om dit alles en nog veel meer dat schatplichtig is aan de bonanza van fossiele brandstoffen waar we op geleefd hebben. Zelfs met energievervanging en energiebesparing door efficiëntiewinsten blijft een groeisysteem een groeisysteem. De droom dat op een bepaald punt van ontwikkeling welvaart vanzelf loskoppelt van grondstof- en energievraag lijkt niets anders dan dat: een droom. Als materiaal- en energieverbruik al dalen in zagezegd ontwikkelde landen, dan betekent dit vaak gewoon dat veel van de (energieverslindende, grondstofbelastende en milieuvervuilende) productie geoutsourcet is naar verre, andere plekken.

Natuurlijk hebben we alternatieven nodig voor de fossiele brandstoffen waarmee we hoog en gevaarlijk spel spelen met onze planeet. Maar al met al is het niet (alleen) een brandstofprobleem: het is een maatschappelijk probleem. We hebben dringend behoefte aan een ander en nieuw sociaaleconomisch verhaal waarin die alternatieve energie haar rol kan spelen, een verhaal waarvan de fundamenteen niet indruisen tegen duurzaamheid op de lange

termijn. Verschillende groepen en mensen hebben die alternatieve, sociaal-economische systemen verkend. Ze bestaan. Je kunt erover lezen, en ermee kennismaken. Soms zelfs verrassend dicht bij huis. Hun ideeën en suggesties dragen verschillende namen, waarbij de naam vaak één of ander aspect in de verf zet van wat hen allemaal verbindt: het verlangen om duurzaam te leven op deze planeet, ruim binnen haar draagkracht, met minder dan we nu hebben en eerlijker verdeeld, en op zo'n manier dat we geen hypotheek leggen op toekomstige generaties. Iets anders dan dat doen is kortzichtig, geeft geen blijk van begrip van de fundamentele regels van de ecologie, en mist elk inzicht in het materie-energiesysteem. Ideeën voor de toekomst zijn te vinden onder: ecologische economie, *steady-state* economie, *commons* denken, welvaart zonder groei, post-koolstof samenlevingen, bioregionale oplossingen, transitie-initiatieven, *degrowth* economie, *local futures*, ...

Niet alleen onze energiesituatie, maar ook het DNA van het sociaaleconomische leven dat we kiezen, stelt ons voor de keuze: veranderen of verandering ondergaan. Wat de meesten van ons als 'normaal' zijn gaan beschouwen – ons leven hier en nu in het westen – is eerder uitzonderlijk vanuit een breder perspectief en gezien op een langere tijdschaal. De toekomst kan en mag geen voortzetting zijn van het heden. Kan het zijn dat piekolie een voorafschaduw is van een soort piek-alles, een soort piek-van-de-meeste-dingen-die-we-kennen? Het klinkt misschien ongemakkelijk, maar er is een goede reden om te hopen dat wat we nu zien 'piekgroei' is (het definitieve einde van groei, en niet alleen een tijdelijke recessie), want als dat niet het geval is, zal piekgroei een stuk erger zijn. Dat is een bijna ondenkbaar moedige wens. En jammergenoeg valt zo iets niet te rijmen met de enorme zucht van opluchting die onze wereld slaakt telkens wanneer nieuwe, positieve groeicijfers aangekondigd worden, of wanneer de beurzen een dag van handel afsluiten in juichstemming en onder luid applaus.⁴⁸

Op een dag zal piekgroei feilloos aantonen dat onze energiebasis een bepalende factor is: het ding dat in het verleden een revolutie teweegbracht (de industriële revolutie) ontketent ook een revolutie in de toekomst. Energie is de bron van alle complexiteit en groei, maar het is ook wat de grenzen ervan bepaalt.⁴⁹ Van overvloed naar inkrimping. Nogmaals: een vrij ongemakkelijke waarheid voor een wereld waar de exponentiële groei lijn het referentiescenario is, en de ultieme toetssteen.

⁴⁸ De absurditeit van een door economen gehanteerd concept als 'negatieve groei', laat zien hoe groei inderdaad het onbetwiste 'normaal' is geworden.

⁴⁹ (Heinberg, 2007a) Hoofdstuk 1 – *Tools with a Life of Their Own* – helpt deze realiteit te begrijpen. We denken zo graag dat alles wat we bereiken hebben, voortkomt uit onze prachtige eigen ideeën, intellect en creativiteit. Volgens Richard Heinberg lijken we een heel eenvoudige maar nuchtere observatie te vergeten: om samenlevingen te begrijpen, moeten we hun energiebasis begrijpen: energie is de bepalende factor in sociale revolutie, eerder dan technologie per se, of ideeën of politieke strijd. De exponentiële groei zoals we die kennen, is alleen mogelijk geweest door een tijdelijke (en gigantische) uitbreiding van de draagkracht van onze omgeving door massale consumptie van niet-hernieuwbare fossiele brandstoffen. Samenlevingen en beschavingen gebouwd op de beperkte energie van spierkracht, dieren en (in sommige gevallen ook) slavenarbeid zijn behoorlijk verschillend van wat petro-beschavingen genoemd zouden kunnen worden.

De toekomst aandrijven, de weg vooruit

Het is dus verandering of verandering ondergaan – en hoogstwaarschijnlijk een onvermijdelijke mix van beide. De contouren wat energie betreft zijn duidelijk, en ze zijn drievoudig. Ten eerste moeten we stoppen met het gebruik van koolstofbrandstoffen: de energie die we gebruiken mag niet langer een bedreiging vormen voor het ecosysteem en het klimaat. Het heeft geen zin om het huishouden (onze economie) te beheren wanneer dat betekent dat we het huis (onze ecologie) vernietigen. Ten tweede moeten we ons voorbereiden op minder: dat betekent dat we ons verbruik van energie moeten verminderen, de verspilling ervan moeten stoppen, en de efficiëntie opdrijven. Minder hoeft echter niet te betekenen: minder geluk, minder gezondheid, of minder van wat er echt toe doet. Ten derde, als we duurzaamheid op de lange termijn willen verzekeren, moet alles waar we fossiele brandstoffen mee vervangen zelf hernieuwbaar zijn – ook in de technologieën en systemen waarmee we die energie gebruiken, opslaan en distribueren. De contouren in termen van de sociaaleconomische systemen die we bouwen voor onze samenlevingen zijn ook vrij duidelijk: afscheid van de groei-fetisj, en focus op welzijn, op rechtvaardigheid en op een duurzaam bestaan voor iedereen, nu en later. Als het geheel een nulsomspel is, dan is het zelfs in het eigen belang om ook aan anderen te denken: als de situatie voor iemand anders verandert, dan verandert meestal ook de eigen situatie.⁵⁰

Maar wat kan dat allemaal betekenen? Hoe zou de weg voor de toekomst er kunnen uitzien? Heel wat van de oplossingen, en dus van de wegen naar een nieuwe toekomst, liggen voor de hand als we kijken naar de energiegegevens. Maar de uitvoering of implementatie ervan is vaak veel minder vanzelfsprekend. De meeste mensen denken meteen aan transport en mobiliteit, omdat olie de belangrijkste transportbrandstof is. Het elektrificeren van onze mobiliteit, met zonne- en windenergie als basis, zou natuurlijk aantrekkelijk zijn. Maar onze beste zet, en waarschijnlijk ook het ding dat in de loop van de tijd onvermijdelijk zal zijn, is om minder transport en minder (fysieke) globalisering te organiseren. De 'globalisering in omgekeerde richting' vertaalt zich als herlokalisering: productie, diensten, consumptie, economieën als zodanig, zowat alles eigenlijk, moet in zekere mate geherlokaliseerd worden wanneer de transportmotor begint te sputteren. Slimme economieën produceren lokaal voor lokale consumptie: het zijn bioregionale economieën in plaats van wereldeconomieën. Is het zinvol om te blijven investeren in de uitbreiding van de wegeninfrastructuur? Of zullen we later deze verzonken kosten en energieverliezen betreuren? Logistiek zou in de toekomst wel eens een heel nieuwe betekenis kunnen krijgen, werkend met een soort achterstevoren principe of omgekeerde infrastructuur.

Geïndustrialiseerde, wereldwijde productie is niet alleen energievervlindend in termen van transport van grondstoffen en producten, ze is energie- en materiaalintensief op zich. De technologie in mechanisering, industrialisering, automatisering, robotisering en computerisering slurpt enorme hoeveelheden energie. Finaal zit technologie aan de probleemkant in plaats van aan de oplossingskant: technologische oplossingen lijken het energieprobleem vaak te verdoezelen, opzettelijk of uit onwetendheid. Technologie kan efficiëntiewinst opleveren, maar technologie gebruikt uiteindelijk altijd energie, ze produceert

⁵⁰ Zie voor de gevaren van ongelijkheid in welvaart bijvoorbeeld het werk van Thomas Piketty.

nooit energie – al kan ze cruciaal zijn bij het vangen van energie. Technofixing, in nogal wat gevallen, zal technofictie blijken te zijn.

Het is al eerder gezegd – alles is gekoppeld aan elk ander ding – maar voedsel en landbouw verdienen speciale aandacht bij het nadenken over de toekomst. Ze moeten altijd hoog op de agenda staan omdat voedsel uiteindelijk energie is – de energie die we tot ons nemen? Je kan het op vele manieren uitdrukken, maar of je het nu hebt over joule, kilowattuur, olie-equivalent, paardenkracht of calorieën, energie is energie en betekent voedsel – en je kan al die eenheden van arbeid, energie of vermogen naar elkaar herrekenen. Dus, hoe zien onze voedselsystemen er voor de toekomst uit? We zullen zeker moeten mikken op een veel betere verhouding tussen energie-input en calorie-output: de verhouding van 10 tot 1 (10 calorieën energie-input voor elke geleverde voedselcalorie) die werd berekend voor het Amerikaanse voedselsysteem, is onhoudbaar. Het agro-industriële systeem mag dan al de voedselproductie voor een exponentieel groeiende wereldbevolking een boost gegeven hebben, in essentie ging het om een fossiele brandstoffen-revolutie en niet echt om een ‘groene revolutie’ zoals ze normaal wordt genoemd. En energetisch gezien is ze – zoals nu uit de cijfers blijkt – een nachtmerrie. En dan worden nog niet eens de sociale en ecologische schade, of de pure uitbuiting, in rekening gebracht: waarom hebben 800 miljoen boeren in deze wereld honger? Waarom verdwijnt de vruchtbare bovenlaag van de aarde op veel plaatsen aan een ijzingwekkend tempo? Voor de toekomst moeten en zullen lokale en seizoensgebonden gerechten waarschijnlijk de norm worden. Veel minder olie- en gasafhankelijke manieren om het land te bewerken en voedsel te produceren, worden een noodzaak; agro-ecologische principes moeten de weg vooruit aangeven. Herstel van de (vruchtbaarheid van de) bovengrond⁵¹, die als rijk ecologisch weefsel werd vernietigd door monocultuurgewassen met hun intensieve gebruik van gasgebaseerde stikstofmeststoffen en op olie gebaseerde herbiciden en pesticiden, zal een prioriteit zijn. Kleinschalige, familiale landbouw, biologische technieken, gemengde veeteeltsystemen, door de gemeenschap gesteunde landbouw, conserveringslandbouw ... zijn slechts enkele van de paden naar duurzamere voedseltoekomst⁵². Een verandering in wat we eten lijkt de sleutel te zijn: veel minder vlees, veel lokaler, en seizoensgebonden. En we zullen het ons niet langer kunnen permitteren om massa's voedsel weg te gooien. Niet als consument, en niet in de voedingsindustrie of in het voedseldistributiesysteem.

Behoud van energie, energie-efficiëntie en energie spenderen alleen waar en als het echt nodig is, kunnen de ontwerpprincipes zijn als het gaat om producten, gebouwen en infrastructuur. Het geplande verouderingsprincipe (*planned obsolescence*) dat we kennen uit onze huidige economieën is geen goed idee. Een al evenmin goed idee is dat van een lineaire of doorstroomeconomie waar steeds grotere hoeveelheden grondstoffen nodig zijn, en steeds grotere hoeveelheden afval worden gedumpt. En als het gaat om infrastructurele werken, en

⁵¹ *Radical scientist* en milieuactivist Vandana Shiva maakt dit punt: *soil, not oil*. (Shiva, 2008) Olie verliezen, tot daaraan toe, maar als we onze vruchtbare grond verliezen, dan zijn we pas echt ver van huis.

⁵² Of genetisch gemodificeerde gewassen deel moeten uitmaken van deze voedseltoekomst, staat open voor veel discussie, waarbij de laatste tijd in beide kampen openheid lijkt te groeien voor argumenten van de andere kant. Maar in elke discussie over deze vraag moet verder gekeken worden dan alleen de biotechnische aspecten: de veel bredere, socio-economische context verdient alle aandacht (met octrooien, schuldslavnij, monopolies en juridische kwesties). En, Vandana Shiva opnieuw: waarom zouden we kunstmatig willen creëren wat we al hebben? (persoonlijke communicatie)

regionale en stadsplanning – dingen die tijd vergen en tot ver in de toekomst bepalend zijn – moeten we ons bewust zijn van het gevaar van een andere, niet-geplande veroudering. Als we niet twee keer nadenken en gewoon de toekomst nastreven door het verleden voort te zetten, is wat we nu bouwen (aan wegen, kantoren en huizen) misschien wel een verspilling van kostbare tijd, geld en energie. Het investeren van energie, tijd en creativiteit in slimme, langetermijnplanning voor wijken, steden en regio's zal van vitaal belang zijn. Wijken, dorpen en steden moeten zo ontworpen worden dat alle belangrijke functies en diensten binnen fiets- of wandelafstand liggen: onderwijs, voeding, werkgelegenheid, recreatieve voorzieningen, kinderopvang en diensten voor ouderen. Geëlektrificeerde lightrail en andere betrouwbare openbaarvervoersystemen kunnen plaatsen verbinden die te ver uit elkaar liggen om te wandelen of te fietsen. Gedecentraliseerd, lokaal, coöperatief en op mensenmaat zijn hoogstwaarschijnlijk de principes die aan dit ontwerp ten grondslag liggen. Diezelfde principes kunnen gelden voor energieopwekking, distributienetwerken en elektriciteitsnetten.

En hoe zit het met de economie voor de toekomst? Economische denkmodellen en systemen zijn wat ze zijn: manieren van denken die uitmonden in manieren van doen. Manieren om dingen te organiseren – geen natuurwetten. Nu een deel van het levenssap van de huidige economieën verdwijnt, moeten ze ook opnieuw worden bekeken:⁵³ waarom niet kiezen voor volwassen en verantwoorde economieën die niet eenvoudig als kaartenhuisjes instorten als ze niet kunnen groeien? Economieën die voldoen aan de behoeften van mensen en gemeenschappen, op zo'n manier dat ze niet langer de energiebonanza nodig hebben waaraan toch sowieso een einde komt? Die heroverweging – letterlijk: het her-denken van onze economie – zou meteen ook mogen gelden voor het geldsysteem dat verweven is met onze huidige economie: een geldsysteem dat nauwelijks nog functioneert als het interessante ruilmiddel waarvoor het bedoeld was, maar nu vooral werkt als een soort turbocharger voor de groeihonger van die economie. Echter, out of the box denken over monetaire en economische systemen blijkt verrassend moeilijk. En dat toont eens te meer hoe veel van onze opvattingen rond economie, markt, management en geld zijn uitgegroeid tot de vanzelfsprekendheid zelve – 'vaststaand', 'gegeven'. Economie is onze cultuur en onze identiteit geworden: ze kleurt en bepaalt onze relaties, ons onderwijs, onze gezondheidszorg, ons milieubeleid, onze communicatie, onze solidariteit en ons onderzoek – om maar een paar gebieden te noemen. Economie overheerst onze samenlevingen, en economisch denken is de bepalende factor van onze cultuur: het her-denken van economie betekent dus ook het heroverwegen van culturele waarden. Heroverwegen wie we zijn, terwijl we onze plek in het web van leven herontdekken, betekent dat we een veel diepere energiebron aanboren waar de meesten van ons zich totaal niet van bewust zijn. Interessant genoeg was het econoom en filosoof E.F. Schumacher die zei dat de grootste rijkdom (*resource*) van alle het onderwijs is – dat wil zeggen: als het zich bezighoudt met de grote metafysische vragen over wie we zijn, en wat onze plaats is in het universum. Meer onderwijs kan ons alleen helpen als het meer

⁵³ Velen lijken te vergeten dat economie een sociale wetenschap is, en een afkorting voor 'politieke economie'. Het betreft ideologieën, geen realiteiten. Ideologieën kunnen worden getest en veranderd; werkelijkheden zijn waar je tegenaan loopt. In zekere zin lijken we van onze ideologie nu een heel eigenzinnige realiteit gemaakt te hebben. Maar de roep om hervormingen in de economie is groot. Zie bijvoorbeeld ook het studentenprotest onder *Rethinking Economics*, op www.rethinkeconomics.org en (International Student Initiative for Pluralism in Economics, n.d.)

wijsheid voortbrengt, en zich met de *know-what* bezighoudt, en niet alleen met de knowhow: wat zijn de levens die we willen leven?⁵⁴

Niemand die ernstig nadenkt over het alarmerende probleem van exponentiële en niet-duurzame groei op een eindige planeet met beperkte middelen, kan uiteindelijk het bevolkingsvraagstuk ontwijken – ook daar zien we onhoudbare, exponentiële groei. Het is een delicaat onderwerp en velen laten het onbehandeld links liggen, maar het lijkt de wijsheid van sommige culturen te zijn geweest (en de droevige les van andere) dat men op dat punt uiteindelijk niet te lang de draagkracht van het land kan overschrijden. En onze ecologische voetafdruk toont een wereldwijde overschrijding: vandaag gebruikt de mensheid het equivalent van 1.6 aardes om de natuurlijke rijkdommen te leveren die we gebruiken en om ons afval te absorberen. Earth Overshoot Day valt in 2018 op 1 augustus (in België valt die overigens al op 2 april, 14 dagen na de VS).⁵⁵ Met onze indicator voor de draagkracht nu al stevig in het rood, hoe kan de planeet een geschatte bevolking van 7,5 miljard mensen blijven 'dragen', laat staan de voor deze eeuw voorspelde 9, 10 of zelfs 11 miljard?⁵⁶ Zijn we niet gewoon met te veel? Laten we echter voorzichtig zijn: zoals het idee van de ecologische voetafdruk al aangeeft, is overbevolking geen kwestie van absolute cijfers, maar van relatief gewicht en impact (en energieverbruik) van mensen. Sommige mensen bewonen deze aarde omzichtig en bedachtzaam, terwijl de levensstijl van anderen vele malen hun rechtmatige deel verbruikt. In het geval iemand zich wil wagen aan het delicate onderwerp van de overbevolking: 'te veel mensen' betekent dan effectief te veel van een bepaald type of levensstijl.

Eén van de dingen die we al lang hadden moeten veranderen in onze kijk op de wereld, hangt samen met ons tijdsbesef en onze tijdshorizon. Ons ruimtebegrip is weids: de wereld is ons dorp geworden, we kunnen bijna elke plek op de planeet binnen een dag bereiken – en virtueel doen we dat zelfs met enkele muisklikken. We turen diep het universum in. In vergelijking daarmee lijkt onze tijdshorizon de omgekeerde beweging te maken: een krimp. We kijken nauwelijks vooruit en zijn steeds minder geïnteresseerd in ons verleden. We leven nu, en richten ons hooguit op morgen, het weekend, volgende week, de komende vakantie. Grote bedrijven en financiële economieën zijn kortzichtig: ze werken met nanoseconden, en de tijd wordt vooral gemarkeerd door kwartaalcijfers die winstverlies of groei weerspiegelen. Enkele maanden... Wie heeft de tijd? De situatie waarin de wereld zich bevindt, is ontegensprekelijk urgent, maar toch nodigt ze ons uit om opnieuw in veel langere tijdsbestekken en termijnen te gaan denken – de *time frames* die nodig zijn om elke vorm van aanpak te omzeilen die slechts symptomatisch is. We moeten leren kijken op bijvoorbeeld 100 jaar. Of zeven generaties vooruit. En waarom bekijken we de zaken gewoon niet 'voor altijd' – als we het dan toch ernstig menen met duurzaamheid en hernieuwbaarheid? Urgentie en

⁵⁴ (Schumacher, 1980) (Schumacher, 2011)

⁵⁵ De ecologische voetafdruk is een meeteenheid die aangeeft hoeveel we hebben en hoeveel we gebruiken. (www.footprintnetwork.org) Earth Overshoot Day markeert de datum waarop de vraag van de mens naar ecologische hulpbronnen en diensten in een bepaald jaar overschrijdt wat de aarde in dat jaar kan regenereren. (www.overshootday.org) Tegen 2020 overschrijden we mogelijks die grens met 75% voor een business as usual-scenario. Alle gegevens van het Global Footprint Network. Zie ook (World Wide Fund for Nature, 2016). Verlagen van de totale ecologische voetafdruk als gevolg van de economische recessie van 2008-2009 bleken slechts tijdelijk, en de voetafdruk is ondertussen terug aan het klimmen.

⁵⁶ Voor cijfers over bevolking en bevolkingsgroei: (Verenigde Naties, 2015)

voorzichtigheid sluiten elkaar niet uit, als we niet in situaties willen terechtkomen waarin deeloplossingen en tijdelijke redmiddeltjes (menselijke) energie opsorpen die we ons niet kunnen veroorloven te verspillen. Denken op langere termijn, is dus niet hetzelfde als denken dat we veel tijd hebben.

Een ander ding dat ons kan helpen om veerkracht op te bouwen voor de weg die voor ons ligt, is om de diversiteit opnieuw te versterken – en niet alleen op het gebied van energieoplossingen. We zouden ondertussen één en ander mogen geleerd hebben over grote, *one size fits all*-oplossingen: niet-diverse systemen – mono-culturen – hebben geen veerkracht en zijn uiterst kwetsbaar wanneer ze door een schok of crisis getroffen worden. Systemen met diversiteit kunnen meer klappen incasseren, en hebben meer mogelijkheden om op schokken te antwoorden. Dat is niet het geval bij de monocultuur van één geglobaliseerde markt aangedreven door fossiele brandstoffen en gerund met één geldsysteem. Dat is een les die we leren van levende ecologieën: ze stoppen nooit al hun eieren in één mand. Diversiteit, complementariteit en samenwerking (die ook vormen van concurrentie inhouden) zijn veiliger keuzes voor de toekomst dan uniformiteit, exclusiviteit en scheiding. Holistisch denken en een systeembenadering kunnen ons genezen van ons reductionisme en hokjesdenken. Dat is ook een les uit het energieverhaal: als alles gevaarlijk afhankelijk is van één ding – aan één draadje hangt – dan zitten we met de gebakken peren als dat ding weg is – het draadje knapt. Grote monoculturen, of ze nu verschijnen als economische modellen, geldsystemen, voedselmodellen of onderwijssystemen, zijn nooit een goed idee: ze maken ons kwetsbaar en leveren zelfs niet de schaalvoordelen op die ze beloven. Hun zogenaamde toegevoegde waarde of lagere kosten, zijn een zeer eenvoudige kwestie van roofofbouw op en exploitatie van energie, van ecosystemen en hun diensten, van mensen, hun arbeid, hun fatsoen en hun strijd om te overleven, van andere soorten ... Ze tonen uiteindelijk een dynamiek van *extraction and expulsion*. Monoculturen eroderen langzaam maar beslist veel van wat we nodig hebben. En dat is iets dat we ons misschien wel of niet zullen realiseren als het te laat is.

Thuiskomen

Een laatste opmerking over de weg die voor ons ligt. Misschien is het enige echt belangrijke aan die weg, dat hij ons terug thuis brengt. Dat hij ons brengt waar we thuishoren: in de biotopen, leefgemeenschappen of ecosystemen waar we deel van uitmaken. Van menselijk en ander-dan- menselijk leven. Lokale (economische) veerkracht en een sterk sociaal weefsel, ingebed in gezonde en bloeiende ecosystemen: dat is de sleutel voor de toekomst die we willen zien. Het echte brandpunt van ons doen en laten? Het goede leven. Die droom, en vooral die thuiskomst, zal ons de energie geven om te doen wat gedaan moet worden. Op een gegeven moment zullen we niet langer in het gefortuneerde verleden kunnen leven, in het land van overvloed. Een wereld die de overgrote meerderheid van mensen – laten we wel wezen – ook nooit heeft gekend. Maar hoe overvloedig was dat verleden precies, en hoe leven-gevend? Als het gaat om wat er echt toe doet, kunnen we beter.

Het zal wellicht niet eenvoudig zijn, en je krijgt niets voor niets. Het gaat in zekere zin ook niet om de bestemming, maar om de weg zelf. Het is een kwestie van het ontketenen van de juiste energie en het kiezen van een weg die zinvol is. Het zal *energy in progress* zijn, altijd en overal, leven en sterven, scheppen en herscheppen – omdat we mensen zijn.

Maar bezie ons! Een toekomst? Waarom ze niet de vorm geven van deze prachtige planeet
waarvan we allemaal kinderen zijn?

Rudy Dhont, augustus 2018

Bibliografie

- 2016 World Population Data Sheet. (n.d.). Retrieved 13 April 2017, from <http://www.prb.org/Publications/Datasheets/2016/2016-world-population-data-sheet.aspx>
- Abicht, L. (1993). *Goed leven is goed samenleven: inleiding in de ethiek* (1. druk). Leuven: Acco.
- Aertsen, C. (2009). *Designing Change. Social marketing voor duurzaamheidstransities*. Brussel: Change Designers.
- Alastair McIntosh. *Rekindling community: connecting people, environment and spirituality*. Place of publication not identified: Uit Cambridge Ltd. Retrieved from <http://www.myilibrary.com?id=828239>
- Algera, M. (Ed.). (1993). *Ethiek in bedrijf*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Altieri, M. A., & Funes-Monzote, F. R. (2012). The Paradox of Cuban Agriculture. *Monthly Review: An Independent Socialist Magazine*, 63(8), 23–33.
- Anckaert, L., Cassimon, D., & Opdebeeck, H. (Eds.). (2002). *Building towers: perspectives on globalisation*. Leuven, Belgium: Peeters.
- Assadourian, E., Starke, L., Mastny, L., & Worldwatch Institute (Eds.). (2010). *2010 STATE OF THE WORLD: Transforming Cultures: From Consumerism to Sustainability: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society* (First Edition). NEW YORK ; LONDON: W. W. NORTON & COMPANY.
- Bakan, J., & Nobel, J. (2005). *The corporation: het pathologische streven naar macht en winst*. Amsterdam [etc.: Business Contact.
- Barber, B., & Diderich, P. (2007). *De infantiele consument: hoe de markt kinderen bederft, volwassenen klein houdt en burgers vertrap*. Amsterdam: Ambo.
- Barrez, D. (2007). *Koe nummer 80 heeft een probleem: boer, consument, agro-industrie en grootdistributie*. Berchem: EPO.
- Bateson, G. (2002). *Mind and nature: a necessary unity*. Cresskill, N.J: Hampton Press.
- Bavel, B. J. P. van. (2016). *The invisible hand?: how market economies have emerged and declined since AD 500*. New York ; Oxford: Oxford University Press.
- Berns, G. (2016). *De poriën van de economie: Een essay over de verhouding tussen economie en politiek*. Leuven: Garant Uitgevers.
- Berselaar, V. van den. (2009). *Bestaansethiek: normatieve professionalisering en de ethiek van identiteits-, levens- en zingevingsvragen*. Amsterdam: Humanistics University Press.
- Blowfield, M. (2013). *Business and sustainability*. Oxford: Oxford University Press.
- Bode, B., & Vervliet, E. (2001). *Verbeter de wereld, begin bij de aarde*. Brussel: Wereldwijd Mediahuis.
- Bouckaert, L., & Zsonnai, L. (2007). *Spirituality as a Public Good*. Garant Uitgevers N V.
- Boyle, D., & Simms, A. (2009). *The new economics: a bigger picture*. London ; Sterling, VA: Earthscan.
- BP. (2016, June). BP Statistical Review of World Energy June 2016. BP. Retrieved from <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>
- Brangwyn, B., Hopkins, R., Klip, H., & Ven, J. van de. (2009). *Basishandleiding transitie-initiatieven: hoe word je een transitiestad, -dorp, -streek, -gemeenschap of zelfs -eiland?* Utrecht: Van Arkel.
- Campbell, C. J. (1999). *The coming oil crisis*. Brentwood, Essex: Multi-Science Publ.
- Campbell, C. J., & Wöstmann, A. (2013). *Campbell's atlas of oil and gas depletion* (Second edition). New York ; Heidelberg ; Dordrecht ; London: Springer.
- Campbell, Colin J. (2005). *Oil crisis* (Reprinted). Brentwood: Multi-Science Publ.
- Campbell, Colin Joseph. (2007, July 13). Peak Oil – A Turning Point For Mankind. Retrieved 11 April 2017, from <https://aspoireland.wordpress.com/2007/07/13/peak-oil-a-turning-point-for-mankind/>
- Campbell, Colin Joseph, & Laherrère, J. H. (1998). The End of Cheap Oil. *Scientific American*, 78–83.
- Carbon Tracker & The Grantham, & Research Institute, LSE. (2013). Wasted capital and Stranded Assets. Retrieved 23 April 2017, from <http://www.carbontracker.org/report/unburnable-carbon-wasted-capital-and-stranded-assets/>
- Carbon Tracker Initiative. (2011, November). Unburnable Carbon. Are the World's Financial Markets Carrying a Carbon Bubble? Retrieved 23 April 2017, from <http://www.carbontracker.org/report/carbon-bubble/>

- Carrington, D. (2015, May 18). Fossil fuels subsidised by \$10m a minute, says IMF. *The Guardian*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/environment/2015/may/18/fossil-fuel-companies-getting-10m-a-minute-in-subsidies-says-imf>
- Cato, M. S. (2006). *Market, schmarket: building the post-capitalist economy*. Cheltenham: New Clarion Press.
- Chamberlin, S. (2009). *The transition timeline for a local, resilient future*. Dartington: Green Books.
- Clercq, B. J. de. (1981). *Politiek en het 'goede leven': zeven hoofdstukken uit een politieke en sociale ethiek*. Leuven: Acco.
- Coady, D., Parry, I., Sears, L., & Shang, B. (2017). How Large Are Global Fossil Fuel Subsidies? *World Development*, 91, 11–27. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.10.004>
- Crude Oil Prices - 70 Year Historical Chart. (n.d.). Retrieved 11 April 2017, from <http://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart>
- D'Alisa, G., Demaria, F., & Kallis, G. (Eds.). (2015). *Degrowth: a vocabulary for a new era*. New York ; London: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Deffeyes, K. S. (2006). *Beyond oil: the view from Hubbert's Peak* (Updated with a new pref). New York: Hill and Wang.
- Deffeyes, K. S. (2009). *Hubbert's peak: the impending world oil shortage* (New ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Desai, P., & Riddlestone, S. (2007). *Bioregional solutions for living on one planet*. Totnes, Devon: Green Books for the Schumacher Society.
- Develtere, P. (2003). *Het draagvlak voor duurzame ontwikkeling: wat het is en zou kunnen zijn*. Antwerpen: De Boeck.
- Diederer, A. M. (2009). *Metal Minerals Scarcity: a Call for Managed Austerity and the Elements of Hope*. Rijswijk: TNO Defence, Security and Safety. Retrieved from http://hcss.nl/sites/default/files/files/reports/10.03_.2009_-_Metal_minerals_scarcity_A_call_for_managed_austerity_and_the_elements_of_hope_.pdf
- Energy in numbers. (n.d.). Retrieved 31 March 2017, from <http://energy-reality.org/energy-in-numbers/>
- Energy slave - Hmolpedia. (n.d.). Retrieved 24 April 2017, from <http://www.eoht.info/page/Energy+slave>
- Fizaine, F., & Court, V. (2016). Energy expenditure, economic growth, and the minimum EROI of society. *Energy Policy*, 95, 172–186. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.04.039>
- Fleming, D., Arkel, J. van, & Kuipers, I. (2009). *Energieslank leven met klimaatdukaten: stapsgewijs minder energieverbruik voor allemaal nodig vanwege klimaatverandering en peakoil*. Utrecht: Van Arkel.
- Gibson, K., Rose, D. B., & Fincher, R. (Eds.). (2015). *Manifesto for living in the anthropocene*. Brooklyn, NY: Punctum Books.
- Goodpaster, K. E. (2007). *Conscience and corporate culture*. Malden, MA: Blackwell Pub.
- Goodwin, B. C. (2007). *Nature's due: healing our fragmented culture*. Edinburgh: Floris Books.
- Gray, D., & Halink, Y. (2017). *De kracht van liminaal denken: creëer de verandering die je wilt door je manier van denken te veranderen*. Deventer: Vakmedianet.
- Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (Eds.). (2002). *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington, DC: Island Press.
- Hall, C. A. S., Balogh, S., & Murphy, D. J. R. (2009). What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have? *Energies*, 2(1), 25–47. <https://doi.org/10.3390/en20100025>
- Hall, C. A. S., Lambert, J. G., & Balogh, S. B. (2014). EROI of different fuels and the implications for society. *Energy Policy*, 64, 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.049>
- Hall, C. A. S., & Ramírez-Pascualli, C. A. (2013). *The First Half of the Age of Oil*. New York, NY: Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6064-0>
- Hamelink, C. J. (1999). *Digitaal fatsoen: mensenrechten in cyberspace*. Amsterdam: Boom.
- Harding, S. (Ed.). (2011). *Grow small, think beautiful: ideas for a sustainable world from Schumacher College*. Edinburgh: Floris Books.
- Hawken, P. (2007). *Blessed unrest: how the largest movement in the world came into being, and why no one saw it coming*. New York: Viking.

- Heinberg, R. (2006). *The oil depletion protocol: a plan to avert oil wars, terrorism and economic collapse*. Forest Row [England: Clairview Books.
- Heinberg, R. (2007a). *Peak everything: waking up to the century of decline in Earth's resources*. Forest Row: Clairview.
- Heinberg, R. (2007b). *Powerdown: options and actions for Post-Carbon-World* (Repr). Forest Row: Clairview Books.
- Heinberg, R. (2007c). *The party's over: oil, war and the fate of industrial societies*. Forest Row: Clairview.
- Heinberg, R. (2009). *Searching for a Miracle. 'Net Energy' Limits & the Fate of Industrial Society*. International Forum of Globalization and the Post Carbon Institute. Retrieved from https://www.scribd.com/doc/82684417/Searching-for-a-Miracle-Net-Energy-Limits-the-Fate-of-Industrial-Society#download&from_embed
- Heinberg, R., & Fridley, D. (2016). *Our renewable future: laying the path for 100% clean energy*. Washington, DC: Island Press.
- Hodgson, J., & Hopkins, R. (2010). *Transition in action: Totnes and district 2030; an energy descent action plan*. Cambridge: Green Books [u.a.
- Hojtink, J., & Kranen-van den Ham, H. (2004). *Van geitenwollen sokken naar design jeans: over duurzaamheid en marketing*. Amsterdam: Kluwer.
- Holmgren, D. (2009). *Future scenarios: how communities can adapt to peak oil and climate change*. Totnes: Green Books.
- Homer-Dixon, T. (2009). *Ten onder te boven: catastrofe, creativiteit en de vernieuwing van de beschaving*. Utrecht: Uitgeverij Jan van Arkel.
- Honoré, C., & Kersbergen, A. van. (2004). *Slow: een wereldwijde revolutie*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Höök, M., Davidsson, S., Johansson, S., & Tang, X. (2014). Decline and depletion rates of oil production: a comprehensive investigation. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 372(2006), 20120448. <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0448>
- Hopkins, R. (2009). *The transition handbook: from oil dependency to local resilience*. White River Junction, Vt: Chelsea Green Pub.
- Hopkins, R. (2013). *The transition companion: making your community more resilient in uncertain times*. Cambridge: Green Books [u.a.
- Hopkins, R., Ven, J. van de, Transitienetwerk Vlaanderen, & Transition Towns Nederland. (2009). *Het transitie handboek: van olie-afhankelijkheid naar lokale veerkracht*. Utrecht: Van Arkel.
- How Many Energy Slaves Do We Employ? | AltEnergyMag. (n.d.). Retrieved 24 April 2017, from http://www.altenergymag.com/content.php?issue_number=06.08.01&article=slaves
- Hubbert, M. K. (1956). *Nuclear Energy and the Fossil Fuels*. Houston, Texas: Shell Development Company, Exploration and Production Research Division. Retrieved from <http://www.hubbertpeak.com/hubbert/1956/1956.pdf>
- Hubbert, M. K. (1981). Two Intellectual Systems: Matter-energy and the Monetary Culture". Retrieved 8 April 2017, from <http://www.hubbertpeak.com/hubbert/monetary.htm>
- International Energy Agency. (2016a). Key World Energy Statistics 2016. International Energy Agency. Retrieved from <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>
- International Energy Agency. (2016b). World Energy Outlook 2016. Executive Summary. Retrieved from <http://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2016SUM.pdf>
- International Student Initiative for Pluralism in Economics. (n.d.). Rethinking Economics. UK Manifesto for Curriculum Reform. Retrieved from <http://www.rethinkeconomics.org/wp-content/uploads/2016/10/Manifesto-for-Curriculum-Reform.pdf>
- Jackson, T., Matthieu, J., Mertens, J., & Scheepers, A. (2010). *Welvaart zonder groei: economie voor een eindige planeet*. Utrecht: Van Arkel.
- Jacobson, M. Z., & Delucchi, M. A. (2009). A Path to Sustainable Energy by 2030. *Scientific American*, 301(5), 58–65.
- Johansson, F. (2006). *The Medici effect: what elephants and epidemics can teach us about innovation*. Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- Jones, P. T., & De Meyere, V. (2009). *Terra reversa: de transitie naar rechtvaardige duurzaamheid*. Berchem-Antwerpen; Utrecht: EPO ; Van Arkel.

- Jones, P. T., & Jacobs, R. (2006). *Terra incognita: globalisering, ecologie en rechtvaardige duurzaamheid*. Gent; Thorn: Gingko ; Ef & Ef [distr.
- Kallis, G., Kerschner, C., & Martinez-Alier, J. (2012). The economics of degrowth. *Ecological Economics*, 84, 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.017>
- Klare, M. T. (2008). *Rising powers, shrinking planet: the new geopolitics of energy* (1st ed). New York: Metropolitan Books.
- Klein, N., & Elskamp, I. van den. (2014). *No time verander nu, voor het klimaat alles verandert*. Breda: De Geus.
- Kohr, L. (2001). *The breakdown of nations*. Totnes, Devon, UK : White River Junction, VT: Green Books in association with New European Publications ; Distributed in the USA by Chelsea Green Pub. Co.
- Koppelaar, R. (2009, July 9). De gevolgen van het einde van goedkope olie. Retrieved 23 April 2017, from <http://www.olino.org/articles/2009/07/09/de-gevolgen-van-het-einde-van-goedkope-olie/>
- Korten, D. C. (2007). *The great turning: from Empire to Earth community* (1. ed., [Nachdr.]). San Francisco, Calif.: Berrett-Koehler [u.a.].
- Kotler, P., & Kotler, P. (Eds.). (2002). *Principles of marketing* (3rd European ed). Harlow, England ; New York: Prentice Hall.
- Kunstler, J. H. (2006). *The long emergency: surviving the converging catastrophes of the twenty-first century* (Paperback edition). London: Atlantic Books.
- Lagasse, L. (2013). *Sociale marketing instrument voor duurzame gedragsveranderingen bij grote groepen*. Berchem: De boeck.
- Lambert, J. G., Hall, C. A. S., Balogh, S., Gupta, A., & Arnold, M. (2014). Energy, EROI and quality of life. *Energy Policy*, 64, 153–167. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.001>
- Lambrechts, W., Van Den Haute, H., & Vanhoren, I. (2009). *Duurzaam hoger onderwijs: appel voor verantwoord onderrichten, onderzoeken en ondernemen*. Leuven: LannooCampus.
- Lane, J., Kumar Mitchell, M., & Lane, T. (2000). *Only connect: soil, soul, society : the best of Resurgence Magazine 1990-1999*. Dartington: Green Books.
- Laszlo, C. (2008). *Sustainable value: how the world's leading companies are doing well by doing good*. Stanford, Calif: Stanford Business Books.
- Leeuw, J. de, Bronkhorst, D., & Kannekens, J. (2000). *Bedrijfsethiek voor HBO*. Leende: Damon.
- Leeuw, Jan de, Kannekens, J., Crijs, G., Bronkhorst, D., Leenders, R., Looman, J., & Neerven, I. van. (2005). *Bedrijfsethiek voor HBO*. Leende: DAMON.
- Leggett, J. K. (2014). *The energy of nations: risk blindness and the road to renaissance* (First edition). New York, NY: Routledge.
- Leitgeb, F., Schneider, S., & Vogl, C. R. (2016). Increasing food sovereignty with urban agriculture in Cuba. *Agriculture and Human Values*, 33(2), 415–426. <https://doi.org/10.1007/s10460-015-9616-9>
- Libbrecht, U. (2007). *Worden alle mensen broeders?: over globalisering en verscheidenheid*. Tielt: Lannoo.
- MacLeod, D. (2014, November 13). Watching The Watchdogs: 10 Years of The IEA World Energy Outlook. Retrieved 5 April 2017, from <http://www.countercurrents.org/macLeod131114.htm>
- Madron, R., & Jopling, J. (2003). *Gaian democracies: redefining globalisation and people-power*. Totnes, Devon: Published by Green Books for the Schumacher Society.
- Marshall, J., Coleman, G., & Reason, P. (Eds.). (2011). *Leadership for sustainability: an action research approach*. Sheffield, UK: Greenleaf.
- Mcdonald, G. (2014). *Business ethics: a contemporary approach*. Place of publication not identified: Cambridge Univ Press.
- McIntosh, A. (2004). *Soil and soul: people versus corporate power*. London: Aurum.
- Meadows, D. H., & Wright, D. (2009). *Thinking in systems: a primer*. London [u.a.]: Earthscan.
- Michaelides, E. E. (2017). A New Model for the Lifetime of Fossil Fuel Resources. *Natural Resources Research*, 26(2), 161–175. <https://doi.org/10.1007/s11053-016-9307-2>
- Mohr, S. H., Wang, J., Ellem, G., Ward, J., & Giurco, D. (2015). Projection of world fossil fuels by country. *Fuel*, 141, 120–135. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.10.030>
- Moratis, L., & Veen, M. van der. (2006). *Basisboek MVO: maatschappelijk verantwoord ondernemen*. Assen: Koninklijke Van Gorcum.

- Morgan, F., Murphy, E., Quinn, M., Community Service, I., & Green Planet Films. (2010). *The power of community: how Cuba survived peak oil*. Yellow Springs, Ohio: Community Service.
- Orr, D. W. (2004). *The nature of design: ecology, culture, and human intention* (Oxford Univ. Press paperback). Oxford: Oxford Univ. Press.
- Palma, I. P., Toral, J. N., Parra Vázquez, M. R., Fuentes, N. F., & Hernández, F. G. (2015). Historical changes in the process of agricultural development in Cuba. *Journal of Cleaner Production*, 96, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.078>
- Parkin, S. (2010). *The positive deviant: sustainability leadership in a perverse world*. London ; Washington, DC: Earthscan.
- Peersman, G., & Schoors, K. (2012). *De perfecte storm: hoe de economische crisis de wereld overviel en vooral: hoe we eruit geraken*. Gent: Borgerhoff & Lamberigts.
- Peeters, J. (2011). *Een veerkrachtige samenleving: sociaal werk en duurzame ontwikkeling*. Berchem: EPO.
- Peeters, J. (Ed.). (2015). *Veerkracht en burgerschap: sociaal werk in transitie*. Berchem: Epo.
- Petroleum Reserves Definitions | Society of Petroleum Engineers. (1997, March). Retrieved 23 April 2017, from <http://www.spe.org/industry/petroleum-reserves-definitions.php>
- Pilgrim, S., & Pretty, J. N. (2013). *Nature and culture: rebuilding lost connections*. London: Earthscan.
- Prins, M. de, Devooght, K., Janssens, G., & Molderez, I. (2013). *Maatschappelijk verantwoord ondernemen: van strategische visie tot operationele aanpak*. Antwerpen: De Boeck.
- Rabe, W., Kostka, G., & Smith Stegen, K. (2017). China's supply of critical raw materials: Risks for Europe's solar and wind industries? *Energy Policy*, 101, 692–699. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.019>
- Raes, K. (2009). *Ethiek bedrijven? Ethische dimensies van bedrijf en management*. Gent: Academia Press.
- Raw material 'criticality' - Sense or nonsense? (PDF Download Available). (n.d.). Retrieved 11 September 2017, from https://www.researchgate.net/publication/312628919_Raw_material_criticality_-_Sense_or_nonsense
- Ray, P. H., & Anderson, S. R. (2000). *The cultural creatives: how 50 million people are changing the world*. New York, NY: Three rivers press.
- Roelich, K., Dawson, D. A., Purnell, P., Knoeri, C., Revell, R., Busch, J., & Steinberger, J. K. (2014). Assessing the dynamic material criticality of infrastructure transitions: A case of low carbon electricity. *Applied Energy*, 123, 378–386. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.01.052>
- Roorda, N., & Beckers, T. (2005). *Basisboek duurzame ontwikkeling*. Groningen [etc.: Wolters-Noordhoff.
- Ryngaert, C. (2007). *Anders globaliseren: mensenrechten, milieu en internationale handel* (1. dr). Leuven: Acco.
- Sachs, W., & Santarius, T. (Eds.). (2007). *Fair future: resource conflicts, security and global justice :a report of the Wuppertal Institute for Climate, Environmentt and Energy*. London: Zed.
- Sassen, S. (2014). *Expulsions: brutality and complexity in the global economy*. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Savater, F., & Boon, A. (1998). *Goed samen leven: politiek voor mensen van morgen*. Utrecht: Bijleveld.
- Schindler, J., & Zittel, W. (2008, revised edition). *Crude Oil - The Supply Outlook*. Energy Watch Group / Ludwig-Boelkow-Foundation. Retrieved from http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2014/02/2008-02_EWG_Oil_Report_updated.pdf
- Schumacher, E. F. (1998). *This I believe: and other essays* (Repr. with corrections). Foxhole, Dartington, Totnes, Devon : White River Junction, Vt: Green Books ; Distributed in the USA by Chelsea Green Publishing.
- Schumacher, Ernst Friedrich. (1978). *A guide for the perplexed*. New York: Harper & Row.
- Schumacher, Ernst Friedrich. (1980). *Good Work*. London: Abacus.
- Schumacher, Ernst Friedrich. (2011). *Small is beautiful: a study of economics as if people mattered*. London: Vintage.
- Shiva, V. (2006). *Earth democracy: justice, sustainability, and peace*. London: Zed Books.
- Simmons, M. R. (2005). *Twilight in the desert: the coming Saudi oil shock and the world economy*. Hoboken, NJ: Wiley.

- Simms, A. (2008). *Nine Meals from Anarchy. Oil dependence, climate change and the transition to resilience* (Schumacher Lecture). Schumacher North, Leeds, UK: New Economics Foundation. Retrieved from http://b.3cdn.net/nefoundation/e0923bb9ffdeef6ebd_34m6bv9jo.pdf
- Skrebowski, C. (2007, June). *Crisis or Opportunity? How Close to Peak Oil are we?* Presented at the Estates in Transition, Dartington Hall, Totnes.
- Sleurs, W., Smet, V. de, & Gaeremynck, V. (2008). *Duurzame ontwikkeling: hoe integreren in onderwijs*. Antwerpen: De Boeck.
- Smith, P. B., & Max-Neef, M. A. (2011). *Economics unmasked: from power and greed to compassion and the common good*. Totnes: Green Books.
- Smith Stegen, K. (2015). Heavy rare earths, permanent magnets, and renewable energies: An imminent crisis. *Energy Policy*, 79, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.12.015>
- Spiritual humanism and economic wisdom: essays in honour of Luk Bouckaert's 70th anniversary*. (2011). Antwerpen: Garant.
- Stenmark, L. L. (2015). Storytelling and Wicked Problems: Myths of the Absolute and Climate Change. *Zygon: Journal of Religion & Science*, 50(4), 922–936. <https://doi.org/10.1111/zygo.12218>
- Sterling, S. R. (2001). *Sustainable education: re-visioning learning and change*. Totnes: Green Books for the Schumacher Society.
- Stibbe, A. (Ed.). (2009). *The handbook of sustainability literacy: skills for a changing world*. Totnes: Green.
- Sweeney, L. B., & Meadows, D. L. (2010). *The systems thinking playbook: exercises to stretch and build learning and systems thinking capabilities*. White River Junction, Vt: Chelsea Green Publ.
- The Oil Depletion Analysis Centre, & and Post Carbon Institute. (2008). *Preparing for Peak Oil. Local Authorities and the Energy Crisis*. Retrieved from http://www.post-carbon-living.com/ttwycombe/Documents/Preparing_Local_Authorities_for_Peak_Oil_and_Climate_Change.pdf
- Think Resilience Chapter 2: Energy. (n.d.). Retrieved 31 March 2017, from <http://www.postcarbon.org/think-resilience-chapter-2-energy/>
- Timmermann, C., & Félix, G. F. (2015). Agroecology as a vehicle for contributive justice. *Agriculture and Human Values*, 32(3), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9581-8>
- Total U.S. energy production falls in 2016 after six consecutive years of increases - Today in Energy - U.S. Energy Information Administration (EIA). (n.d.). Retrieved 31 March 2017, from <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=30592>
- Tudge, C. (2008). *Economic renaissance: holistic economics for the 21st century*. Dartington: Schumacher College : Green Books [distributor].
- Tukker, A. (Ed.). (2008). *Perspectives on radical changes to sustainable consumption and production*. Sheffield: Greenleaf.
- Tverberg, G. (2016, July 25). *Overly Simple Energy-Economy Models Give Misleading Answers*. Retrieved 31 March 2017, from <https://ourfiniteworld.com/2016/07/25/overly-simple-energy-economy-models-give-misleading-answers/>
- United Nations. (2015). *World Population Prospects. The 2015 Revision. Key Findings and Advance Tables*. New York: United Nations.
- US Energy Administration Information. (2016, May). *International Energy Outlook 2016. With Projections to 2040*. Retrieved from [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf)
- US Energy Administration Information. (2017). *Monthly Energy Review. April 2017*. Retrieved from <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/mer.pdf>
- Vandaele, J. (2007). *De stille dood van het neoliberalisme: de nauwe schoentjes van de mondialisering*. Antwerpen: Houtekiet.
- Velasquez, M. G. (2006). *Business ethics: concepts & cases* (6. ed., internat. ed). Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Verbanck, E. (2010). *De laatste energiecrisis? Betekent piekolie het begin van het einde van de homo petroliensis?* (MO Paper No. 48). Brussel Wereldmediahuis. Retrieved from http://www.mo.be/sites/default/files/MO-paper48_piekolie_0.pdf
- Verbruggen, A. (2008). *Economische benadering van milieu en milieubehoud*. Antwerpen; Apeldoorn: Garant.

- Verstraeten, J. A. I., & Van Gerwen, J. (1998). *Business en ethiek: spelregels voor het ethisch ondernemen*. Tielt: Lannoo.
- Verstraeten, J., & Van Liedekerke, L. (2008). *Business en ethiek: spelregels voor ethisch ondernemen*. Leuven: LannooCampus.
- Walker, B. H., & Salt, D. (2006). *Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. Washington, DC: Island Press.
- Walker, B. H., & Salt, D. (2012). *Resilience practice: building capacity to absorb disturbance and maintain function*. Washington: Island Press.
- Werner-Lobo, K., Weiss, H., & Hofstede, M. (2004). *Het nieuwe zwartboek wereldmerken en hun praktijken met bedrijfsportretten*. Rijswijk: Elmar.
- Wheen, F. (2004). *How mumbo-jumbo conquered the world: a short history of modern delusions*. London: Fourth Estate.
- Winkler, P. (2016). *Organisatie-ethiek*. Amsterdam: Pearson Benelux.
- World Oil Yearly Production Charts » Peak Oil Barrel. (n.d.). Retrieved 31 March 2017, from <http://peakoilbarrel.com/world-oil-yearly-production-charts/>
- Wynants, M. (Ed.). (2010). *We can change the weather: 100 cases of changeability*. Brussels: VUBPress.