



cursustekst voor het deel over energie  
voor het vak Ethiek, studenten UCLL, Campus Proximus

# Energie voor de toekomst, een andere wereld bedenken

---

- Rudy Dhont

*When you find yourself stuck in a hole, rule number one 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

## **Leven op een kantelpunt**

Hoe zal de energie van de toekomst eruitzien?

Het is één van die issues die bijzonder hoog op de agenda van onze samenleving staat: de energiekwestie, en de wenselijkheid, mogelijkheid en haalbaarheid van een energietransitie.

Gezinnen, samenlevingen en economieën vragen energie. En de wereld zoals hij er nu uitziet, vraagt die energie in grote hoeveelheden: de cijfers zijn duizelingwekkend. Als we van groei uitgaan, of als er groei in het systeem zit – economische groei, bevolkingsgroei, welvaartsgroei – dan wordt die energie bovendien ook in steeds toenemende mate gevraagd. Ook dat lezen we af aan de cijfers. Evenals het feit dat op dit moment veruit het grootste deel van die energie wereldwijd uit fossiele brandstoffen komt. Daarmee zitten we met een dubbel probleem. Dat is het klimaatprobleem en de ecologische crisis op de eerste plaats. Want het gebruik van olie, aardgas en steenkool zorgt voor

opwarming van de aarde, en – via de groei en de technologie die zoveel energie mogelijk maakte – voor expansieve destructie op de planeet.

Maar er is ook het uitputtingsprobleem: als niet-hernieuwbare bronnen van energie zijn fossiele brandstoffen sowieso, en per definitie, een eindigend verhaal. Inschattingen zijn om tal van redenen moeilijk en eindigende verhalen kunnen best lang aanslepen, maar er zijn signalen dat die makkelijke energiebonanza toch meer en meer tegen haar eigen grenzen botst. Zonder energie vallen is zonder meer een beangstigende realiteit voor een samenleving en een economisch groeimodel die zo goed als helemaal draaien op goedkope en makkelijk toegankelijke fossiele brandstoffen.

We leven dus op een kantelmoment. Dat van een noodzakelijke energietransitie: weg van fossiele brandstof, en overschakelen op hernieuwbare, milieuvriendelijke alternatieven en de technologieën die daarbij horen. En we moeten een pak efficiënter omgaan met de energie die we hebben.

Dat is de eenvoudige voorstelling van wat ons te doen staat.

Alleen weten we dat als wereld al langer dan vandaag. En het is niet wat we gedaan hebben. Er waren allerlei studies en rapporten die aan overheden, het bedrijfsleven, en het bredere publiek werden voorgelegd. Een halve eeuw geleden al. Er waren studies die op de klimaatverstoring wezen. En er waren ook gewoon studies die waarschuwden voor kwetsbare afhankelijkheid van energiesystemen en energievoorziening die in de toekomst niet gegarandeerd konden blijven. Een reeks fossiele brandstofcrisisen duwde ons bovendien met onze neus op diezelfde kwetsbare afhankelijkheid. Als er iets fout gaat met energie – met de beschikbaarheid of betaalbaarheid ervan – dan stuurt dat schokgolven door samenlevingen en door de geopolitiek van de wereld: onvrede, hamstergedrag, sociale beroering, oplopende conflicten, voedseltekorten, prijsvolatiliteit, economische recessies, migraties van mensen op zoek naar een beter bestaan, miserie in het financieel systeem.

Maar de waarschuwingen en signalen hebben ons dus niet fundamenteel van koers doen veranderen. We lijken die dingen telkens weer op de één of andere manier te boven te komen, en dat geeft ons dan weer redenen om de waarschuwingen uit de rapporten naast ons neer te leggen.

En toch. Telkens weer, en in toenemende mate, worden we met de energieproblematiek geconfronteerd als met een dieper probleem dat van geen wijken weet. Het probleem steekt vroeg of laat, en altijd wel ergens zijn gevaarlijke kop op. Laten we niet vergeten dat terwijl sommigen over gigantische energiebudgetten beschikken, er anderen zijn die zelfs geen toegang hebben tot de meest elementaire vorm ervan – voeding.

## **Een perfecte storm**

Het *International Energy Agency* spreekt in 2023 van de eerste echt wereldomspannende energiecrisis.<sup>1</sup> Anders dan bijvoorbeeld 50 jaar geleden met de olieschokken van de jaren 1970 is de wereldeconomie nu veel meer verweven tot één groot geheel, en betreft het dit keer alle fossiele brandstoffen. Verschillende factoren spelen een rol in deze perfecte storm: het onverwacht snelle herstel van de wereldeconomie na de covidpandemie, weersomstandigheden (die een deel van de energievoorziening onderuithalen), afhankelijkheid bij schaarste, kortetermijndenken, gebrek aan investeringen in (alternatieve) energie, de oorlog in Oekraïne, geopolitiek machtsspel, prijsmachinaties en speculatie op financiële markten.

Deze crisis toont nog maar eens hoe onzinnig het is om het energieprobleem los te maken uit de complexe verwevenheid ervan met samenleving, economie, geld en politiek. En niet te vergeten: met

---

<sup>1</sup> "Record prices, fuel shortages, rising poverty, slowing economies: the first energy crisis that's truly global." Zie: <https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis>

ecologie en klimaat. Want zelfs het weer speelt in deze perfecte storm een rol: gebrek aan koelwater voor kerncentrales, lage waterstanden op bevaarbare rivieren, extreme droogte die waterkrachtcentrales uitschakelt. Zo'n crisis toont ook hoe breed en diepgaand de energiekwestie is in haar impact. Al kunnen we dan betogen dat klimaat en ecologie de meer fundamentele issues zijn, veel mensen hebben daar geen boodschap aan als energiearmoede dreigt, als voedselprijzen de hoogte inschieten, als jobs en inkomens verloren gaan, als ze uit de boot vallen. Want daar primeert de korte termijn. Hoe begrijpelijk dat ook mag zijn, korte termijn is zinloos zonder lange termijn.

Het heeft zelfs weinig zin om alleen maar op deze (voorlopig) laatste storm te focussen. Als we naar momentopnamen kijken – de oliecrisis van 1973 en 1979, de oliepijsschok van 1990, de toenemende energievraag in een energie-krappe wereld die leidt tot de financiële crisis van 2007-2008, de energiecrisis van 2021-2023 – dan is het altijd gevaarlijk om ze los van elkaar te zien, of los van een dieper patroon. Want dan denken we dat het uitzonderingen zijn, tijdelijke haperingen, dat we ons systeem gewoon wat moeten finetunen, en dat het elke keer anders is. We lijken ons dan gerust te stellen met de tussenperiodes, de perioden waarin we al bij al naar 'normaal' lijken terug te keren. Maar als we voorbij de gebeurtenissen naar de trends, patronen en dynamieken kijken, dan zijn deze momentopnamen niet de uitzonderingen die het oude normaal bevestigen, maar de extremen die het gezicht zijn van een situatie die fundamenteel aan het veranderen is. Zoals bij de klimaatverandering waarvan we niet de langzame gemiddelde temperatuurtoename voelen, maar wel onzacht geconfronteerd worden met de extreme weersfenomenen die er het gezicht van zijn.

De extremen – zelfs als ze overleefd, vergeten, of genegeerd worden – tonen dat er fundamenteel iets aan de hand is waartegen kortetermijndenken niet opgewassen is. En wie voldoende uitzoomt in de tijd ziet overigens niet langer de verschillende momenten met telkens een decennium of zo tussen, maar wel één crisis die zich voordoet op het einde van een tijdperk rond een millenniumwisseling.<sup>2</sup>

Energie is misschien wel het miskende fundament van de wereld zoals wij hem nu kennen.

Inzicht krijgen in het grote energievraagstuk, en in de energiesituatie van de wereld en in wat daar allemaal speelt, is om meer dan één reden belangrijk.

Het helpt ons wellicht om verantwoorde en goedgeïnformeerde keuzes te maken wat onze (toekomstige) energievoorziening en energiesystemen betreft. En om, gezien de complexiteit, een diversiteit aan oplossingen en alternatieven te overwegen, op een verscheidenheid aan niveaus. Basisnoties in verband met energiebronnen, energiedragers en energienetten zijn geen overbodige luxe.

Maar een verkenning helpt ons ook om inzicht te krijgen in die wereld zelf: wat drijft ons? Waar komt die enorme en toenemende vraag naar energie vandaan? Is die vermijdbaar? En wat houdt ons dan gevangen op een pad waarvan we weten dat het botst met de grenzen van de aarde en de veerkracht van onze ecologie en ons klimaat? Een pad waarvan het ondertussen zelfs betwifelbaar is of het ons de dingen oplevert die er echt toe doen: welzijn, gezondheid, verbondenheid. Wat betekenen die groei, die vooruitgang, die technologie waar we als vanzelfsprekend op inzetten om het probleem – en nu we erbij stilstaan: haast elk probleem – aan te pakken?

Als ethiek de kritische reflectie inhoudt op de gangbare moraal, op de waarden, normen, opvattingen en vooronderstellingen die de vanzelfsprekendheid van ons 'normale' bestaan vormgeven, dan geeft, net als de klimaat- en ecologische crisis, het energievraagstuk ernstig te denken.

Het houdt ons een spiegel voor.

---

<sup>2</sup> Wat sommigen ertoe brengt te spreken van een 'permanente crisis', of van 'generatie crisis'. Het lijkt ondertussen in de ervaring van mensen te zitten: altijd wel ergens iets. Banken crisis, energiecrisis, stikstofcrisis, economische crisis, klimaatcrisis, watercrisis, ecologische crisis, gezondheids crisis, ... systeemcrisis.

## De energie van het leven

Inzicht krijgen in de energiekwestie kan maar op één plaats beginnen: bij de vraag wat energie precies is, en waar ze vandaan komt. Beginnen bij het begin dus. En net als bij de klimaatkwestie komen we dan, voor wat ons verhaal hier betreft, bij de ecologie van het leven uit. En bij de zon.

De aarde als (levend) systeem krijgt energie van die zon in de vorm van licht en warmte. Planten, en sommige bacteriën, zetten via fotosynthese die zonne-energie om in chemische energie, in organische of voedingsstoffen met andere woorden zoals glucose en andere suikers. Terwijl ze koolstofdioxide uit de lucht halen, en zuurstof produceren als bijproduct, zetten planten zonne-energie dus om in energie die ze voor zichzelf nodig hebben, of die ze in zichzelf opstapelen als biomassa. Planten zijn de enigen die hun eigen voeding kunnen maken. Tegelijkertijd maken ze die omgezette energie veel breder beschikbaar voor andere levensvormen voor wie die biomassa tot voedsel dient: dieren halen hun energie uit planten en/of ze eten mekaar. Dieren vormen en zijn dus ook biomassa – levende materie, die als energie kan dienen. Als planten of dieren sterven, komen reducenten in actie: organismen die voor de opruim zorgen en dood organisch materiaal weer afbreken en ontbinden in anorganische bestanddelen. Waardoor alles opnieuw kan beginnen: die componenten zijn nu weer beschikbaar voor de primaire producenten (planten) die ze, met de zon als drijvende kracht, op hun beurt beschikbaar maken voor de primaire consumenten (planteneters) en secundaire consumenten (diereneters). En alle restanten worden telkens weer opgeruimd. De kringloop van het leven. De cyclus van energie in een notendop.

In gedachten zien we nu mogelijks een soort voedselpiramide, maar hopelijk ook meer: we ontdekken dat ecologie het eindeloos omzetten en recycleren is van energie en materie. Energie lijkt de werkende kracht van het leven zelf. Termen als 'web' en 'piramide' zijn daarom allicht wat te statisch: het gaat om een kringen beschrijvend, levend, bewegend en coöperatief geheel.

Als energie, in een woordenboekdefinitie, het vermogen is om iets te doen, om arbeid te leveren, om actief te zijn op welke manier dan ook, dan is het niet meer dan gepast om bij energie in de eerste plaats aan voeding of voedsel te denken. Of aan biomassa – dat komt voor wie het proces begrijpt op hetzelfde neer. Biomassa staat levensvormen toe om te doen wat ze doen: voedsel en energie begint voor ons als biomassa. Voedsel is opgeslagen energie.

Op deze manier worden we er ook nog extra aan herinnerd dat fossiele brandstoffen oude, opgeslagen zonne-energie zijn. Bruinkool, steenkool, petroleum, aardgas, teerzanden: ze zijn het resultaat van geologische processen van miljoenen jaren geleden. De afbraak van organisch materiaal resulteerde in specifieke, zuurstofarme omstandigheden soms in de vorming van deze koolstofverbindingen. Ze zijn te vinden in sedimenten die rijk zijn aan organisch materiaal dat bedolven of ingesloten geraakte. Een enorme energieopslag met andere woorden.<sup>3</sup>

## Energie en geschiedenis

De menselijke geschiedenis en de opgang en ondergang van manieren om op deze planeet te leven, kunnen onmogelijk losgemaakt worden van het soort en de hoeveelheid energie die mensen beschikbaar hebben. Noch van de manieren waarop die energie kan ingezet, gemanipuleerd of

---

<sup>3</sup> Vanuit een systeemperspectief zouden die enorme voorraden aan wat door ons nu als energie aangewend wordt, kunnen gezien worden als een manier van een planetair ecosysteem om zich koel te houden (bij een warmer wordende zon): een enorme koolstofopslag die het broeikaseffect naar beneden heeft gehaald. Voor Gaia en/of *Earth System Science*: zie het deel over klimaat.

gecontroleerd worden. Het is tegen die achtergrond dat duidelijk wordt hoe uitzonderlijk de energiesituatie is waarin we ons op dit moment bevinden.<sup>4</sup>

Een kernconcept daarbij is dat van de energetische basis van een samenleving of manier van leven. Welke energie is beschikbaar? En in welke hoeveelheden? Daar is immers alles op gebouwd.

Gedurende bijzonder lange tijd – het overgrote deel van de menselijke geschiedenis, en voor velen ook nu nog – zit de limiterende factor vooral in de hoeveelheid voedsel die mensen voor zichzelf beschikbaar kunnen maken. Energie, voor ons, bestaat daar en dan voornamelijk uit het voedsel dat onze lichamen nodig hebben om te functioneren (groeien, denken, zich warm houden, ...) en de spierkracht die het ons oplevert om de dingen te doen die we als mensen doen. Daar hoort dus het jagen op, en verzamelen of kweken van dat voedsel bij, maar verder ook alles wat mensen in hun mensengeschiedenis doen: dansen, kinderen groot brengen, vertellen, dingen maken, vijanden maken, conflicten beslechten, horizons verkennen, van gevaar weglopen, rituelen uitvoeren, dingen bouwen of heropbouwen. Allicht hoort daar ook de idee bij om – als we meer energie van doen hebben – onze spierkracht gezamenlijk in te zetten, of de spierkracht van anderen in te zetten ten behoeve van onszelf of de eigen groep. Al dan niet onder dwang.

Met voedsel als de energetische basis van dat soort samenlevingen, is het dus van levensbelang om rond die voedselvoorziening goeie kennis en kunde te hebben, en die ook niet verloren te laten gaan. Soms, bij grillen van de natuur bijvoorbeeld, is het voor mensen belangrijk om te migreren naar omgevingen die ecologisch rijker zijn omdat ze (opnieuw) makkelijk, interessant en divers voedsel opleveren. Verhuizen naar nieuwe jacht-, vis- of plukgronden, of ertussen roteren, of de trek van prooidieren volgen zijn allicht allemaal deel van het plaatje. Pure noodzaak misschien, of gewoon ecologische wijsheid. En niet te vergeten: in dat soort samenlevingen is de bevolkingsdichtheid bijlange niet wat ze nu is.<sup>5</sup> Misschien hoort een nomadisch bestaan, en de seizoenswissel tussen zomer- en wintergebieden bijvoorbeeld, wel gewoon bij de wijsheid en de mogelijkheid van dit soort voedselwinning.

Met hun kennis en kunde, gevoed door de voortdurende observatie van de leefomgeving waar ze afhankelijk van zijn, beginnen mensen op bepaalde momenten en plaatsen in te grijpen in die omgeving. Soms sporadisch, door gewoon zaden mee te nemen en te verspreiden bijvoorbeeld, soms wat intensiever, door prooidierkudden te gaan controleren bijvoorbeeld, of stukken grond vrij te maken voor bepaalde gewassen – al dan niet door gebruik te maken van vuur. In ieder geval worden gaandeweg bepaalde planten- en diersoorten veredeld of gedomesticeerd. In cultuur gebracht – zo wordt het wel eens gezegd. Maar de vraag is of die al te scherpe opdeling tussen ongerepte natuur en cultuur wel zinnig is of standhoudt. Zo blijkt bijvoorbeeld dat het bijzonder rijke, belangrijke en biodiverse Amazonewoud, in de vorm waaronder we het nu kennen, niet dat 'ongerepte regenwoud' is waarvoor we het meestal laten doorgaan. Het draagt overduidelijke sporen van menselijke tussenkomst.<sup>6</sup> Of hoe biodiversiteit en culturele diversiteit wel eens heel dicht bij elkaar kunnen

---

<sup>4</sup> Richard Heinberg is één van die mensen wiens werk helpt om energie te begrijpen als belangrijke factor in de menselijke geschiedenis. Zie bijvoorbeeld: Heinberg, R. (2007). *The party's over: Oil, war and the fate of industrial societies*. Clairview. Voor iemand anders die bekijkt hoe energie doorheen de geschiedenis de samenleving heeft vormgegeven: Smil, V. (2017). *Energy and Civilization: A History*. The MIT Press.

<sup>5</sup> Hiermee krijgen we de term 'draagkracht' (*carrying capacity*) uit de ecosysteemwetenschap in het vizier: het vermogen van een omgeving (regio, ecosysteem) om een bepaalde populatie of soort te ondersteunen. Wanneer we het tegenwoordig hebben over de 'draagkracht van de aarde' dan gaat het over de grenzen aan ecosysteem aarde als geheel, in termen van natuurlijke hulpbronnen die ze ons biedt en haar capaciteit om ons afval te verwerken. Soms uitgedrukt in (mondiale) ecologische voetafdruk – waarvan we weten dat die de aarde in het rood duwt. (<https://www.footprintnetwork.org/>)

<sup>6</sup> Zie bijvoorbeeld: Levis, C., et al. (2017). Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. *Science*, 355(6328), 925–931.

komen. Waar wij mensen komen, laten we sporen na, *for better or for worse*. We slagen erin onze ecologische of voedselbasis op peil te houden of zelfs te versterken, en soms doen we het omgekeerde. Mensen zijn er niet de enige factor, maar we spelen bijvoorbeeld een rol in het verdwijnen van megafauna in Eurazië en de Amerika's op het einde van de laatste ijstijd, en zelfs al eerder in Australië.<sup>7</sup>

Ook al zijn er geen scherpe grenzen te trekken, en kent de geschiedenis geen simpele overgang van (exclusief) jagende en verzamelende nomadische groepen naar (exclusief) landbewerkende en veehoudende sedentaire samenlevingen, het valt niet moeilijk te begrijpen dat het om behoorlijk verschillende dynamieken gaat met betrekking tot voedsel- en dus energievoorziening. En verschillen in samenleving. Domesticatie, niet te vergeten, is vrij ingrijpend en creëert een wederzijdse afhankelijkheid: we krijgen diensten van dieren, maar daartegenover staat wel de zorg voor die dieren. Waar het lukt, en voor de tijd dat het lukt, voorzien landbouwsamenlevingen wellicht in een surplus aan voedsel. Wat betekent dat er energie 'over' is om dingen mee te doen, of tijd over om niets te doen.

In het energieplaatje verschijnt met de domesticatie van dieren de mogelijkheid om – naast menselijke spierkracht – ook dierkracht in te zetten: last- en trekdieren of rijdieren zoals yaks, ossen, kamelen, sledehonden, buffels, lama's, rendieren, paarden, olifanten, ... Denk maar aan paardenkracht, pk, als (oude) eenheid van vermogen.

De energetische basis van zulke samenleving breidt dus in zekere zin uit. Dierkracht vult spierkracht aan. Vuur, en de controle die de mens daarover krijgt, zit overigens al heel lang in de mix. Maar ook waterkracht, en windkracht maken er stilaan deel van uit. Water om dingen over te transporteren, water en wind om dingen te malen, te zagen, te verplaatsen. Maar dierkracht die spierkracht aanvult, zowel in de vorm van het vlees en de (zuivel)producten die gegeten worden, als in de directe extra kracht die last-, trek- en rijdieren opleveren, betekent wel dat ook diervoeding mee de (onrechtstreekse) energetische basis van een samenleving begint uit te maken. Daar moet dus ook voor gezorgd worden.

Een steeds belangrijkere rol wordt in veel van die samenlevingen ook gespeeld door werktuigen, gereedschap en technologie. Of het nu om kledij, manden, bijlen, ploegen, vuurboren, messen, molens, netten, boten, karren, trektuigen, takels of smeltovens gaat, het betekent allemaal een verlengstuk van het menselijk kunnen, of een versterking van de menselijke kracht. Hoe sommige van die tuigen aangedreven worden, maakt ook een verschil: waar mensen erin slagen om daarvoor 'externe' bronnen van energie (dieren, wind, water, vuur) in te schakelen winnen ze aan kracht.

Misschien wel het opmerkelijkste stuk in wat we de geschiedenis van energie kunnen noemen, is wanneer wij als mensen opgeslagen vormen van energie beginnen aanwenden. En dat in combinatie met steeds gesofisticeerder werktuigen en technologie. Aanvankelijk is dat voornamelijk biomassa in de vorm van hout of houtskool dat verbrand wordt om ovens te stoken en (via stoom) technologieën aan te drijven. Het mag dan om een hernieuwbare vorm van energie gaan, ontbossing lijkt een

---

Om de ondeelbaarheid in de verf te zetten, introduceerde Donna Haraway het concept *natureculture*: de tweedeling natuur/cultuur en menselijk/ander-dan-menselijk leven komt op de helling te staan. Ook in het veerkrachtdenken (*resilience framework*) wordt uitgegaan van de onzinnigheid van de loskoppeling: mens en natuur zijn altijd gekoppeld, het heeft geen zin ze zonder elkaar te zien. Een basisconcept daar is de notie van sociaal-ecologische systemen (SES). Voor een inleiding in veerkrachtdenken: Dhont, R. (2010). Veerkracht denken. *Oikos*, 4(55), 6–24.

<sup>7</sup> Waarna die ecosystemen een nieuw soort evenwicht vinden. In mythen uit die culturen vinden we vaak sporen van zulke perioden waarin mensen natuurlijke evenwichten uit balans brachten; en wat ze daaruit leerden, of de taboes ("dit mag niet!") die ze daaruit distilleerden.

(gevaarlijke) constante in onze geschiedenis: eerst om land vrij te maken voor landbouwactiviteiten, later in toenemende mate voor hout als constructiemateriaal en als bron van energie.<sup>8</sup>

Een ware revolutie – een omwenteling zonder voorgaande – breekt aan als we als mens de voorraden aan niet-hernieuwbare energie op de planeet begint te gebruiken: steenkool, olie, aardgas, en later uranium. De industriële revolutie is een feit, en de hoeveelheid beschikbare energie stijgt exponentieel. Die energie zal de planeet veranderen en de mondiale samenleving grondig hertekenen.

Te weinig wordt erbij stilgestaan dat die industriële revolutie eigenlijk een energierevolutie is.

### **Het Romeinse rijk, calorieën en gedwongen arbeid**

Voor we naar die revolutie kijken, en om het idee van de energetische basis van een groep, samenleving of cultuur nog wat tastbaarder te maken, zoomen we eerst nog in op twee momenten in de geschiedenis. Het geeft ons ook de gelegenheid om, in het tweede voorbeeld, kennis te maken met een kijk op energie die haast onbegrijpelijk is voor mensen die de kinderen zijn van die industriële revolutie. Maar eerst: Rome.

Over het Romeinse rijk kan van alles gezegd worden. Maar zoals uit het overzicht al moet blijken, is de energetische basis ervan voornamelijk voeding en veevoer: het rijk is één van de grote landbouwbeschavingen. De pracht van Rome was gebouwd op wat er van zo goed als overal in de toen bekende wereld werd aangevoerd of ingeschakeld. Rome slaagde erin om de politieke, militaire, financiële en transportinfrastructuren op te zetten waarbij wingewesten, met landerijen en boerderijen, afdroegen wat het centrum van dat rijk zelf voor zijn grandeur nodig had: voeding, veevoer, materialen, arbeid, of de middelen om er beslag op te leggen.

In Homer-Dixon's *The Upside of Down* maakt een berekening één en ander duidelijk, en die heeft te maken met de bouw van het Colosseum in Rome.<sup>9</sup> De energiekost daarvan – dus de energie die nodig moet geweest zijn om het Colosseum te bouwen – werd in de berekening geschat op een totaal van 44 miljard kilocalorieën (kcal). Opgesplitst in 34 miljard kcal voor voer voor de last- en trekdieren die bij de bouw betrokken waren – in de schatting gerepresenteerd door 1806 ossen. En 10 miljard kcal in voeding voor mensen waarbij uitgegaan werd van een bouwploeg van 2135 arbeiders die gedurende 5 jaar (aan 220 dagen per jaar) werk leverden. Bij een poging om te berekenen hoeveel landbouwgrond nodig moet geweest zijn voor de bouw van dit Colosseum, om dus het voedsel voor de arbeiders en het voer voor de ossen te leveren, komt de berekening uit op 55 km<sup>2</sup> landbouwgrond gedurende 5 jaar. Voor één gebouw van het oude Rome. Wie wil kan beginnen tellen: hoe groot/groots Rome was, en hoe uitgestrekt het rijk daarom was – of omgekeerd.

De berekening in calorieën doet ons erbij stilstaan dat energie in verschillende vormen kan bestaan, en dat ze kan omgezet worden om er werk of arbeid mee te leveren. De chemische energie van biomassa in de vorm van voeding en veevoer kan omgezet worden in de kinetische energie van dieren en spierkracht. De kinetische of bewegingsenergie van stromend water en wind die waait kunnen omgezet worden in de mechanische energie van molens. Chemische energie zoals hout of voedsel kan omgezet worden in de thermische energie van een vuur of van lichaamswarmte. En zo meer.

---

<sup>8</sup> Ontbossing heeft, zoals we in het deel over klimaat zagen, een link met de klimaatverandering: het betekent een vermindering van CO<sub>2</sub>-opslag of van de capaciteit om CO<sub>2</sub> op te slaan, en bij verbranding van hout betekent het zelfs een toename van het vrijkomen van CO<sub>2</sub>.

<sup>9</sup> Homer-Dixon, T. (2009). *Ten onder te boven: Catastrofe, creativiteit en de vernieuwing van de beschaving*. Uitgeverij Jan van Arkel.

Verschillende meeteenheden van energie en vermogen kunnen naar elkaar omgezet worden: mankracht, paardenkracht (pk), calorie (cal), joule (J), watt (W).<sup>10</sup>

Met het Romeinse rijk als voorbeeld komt nog een andere belangrijke en niet te onderschatten factor in de energiegeschiedenis naar voor: die van het inzetten van gedwongen arbeid. Slavernij is een vlag die vele ladingen dekt, gaande van huishoudslavernij en hulp in de zorg, de opvoeding of de lokale economie, over seks-slavernij, kindsoldaten, krijgsgevangenschap en schuldsclaven, tot ware straf- en werkkampen, plantageslavernij en bouwslavernij. Het is een praktijk die, in golven, wijdverbreid is geweest in verschillende culturen, en niet te vergeten: nog steeds bestaat. Volgens de Internationale Arbeidsorganisatie leven tegenwoordig zo'n 50 miljoen mensen – één op elke 150 mensen – in een moderne vorm van slavernij (gedwongen arbeid of gedwongen huwelijken).<sup>11</sup> Het inzetten van gedwongen arbeid steunt op (militaire of politieke) macht die de situatie van onvrijheid bestendigt, en de arbeid of geleverde dienst afdwingbaar maakt.

Het valt niet moeilijk in te zien dat dit soort gedwongen arbeid, en andere fenomenen als gastarbeid, arbeidsmigratie en seizoensarbeid een belangrijke rol spelen in de beschikbare energie, en dus in de economie van samenlevingen.

### **Beringia, walvissen en slimme energiesystemen**

Alle wegen leiden naar Rome, maar in een tweede voorbeeld zoomen we in op een gebied dat veel minder in onze geschiedenisboeken aan bod komt. Het helpt ons opnieuw beseffen dat ecologie het eindeloos omzetten en recycleren is van energie en materie.

De Beringstraat is de zeestraat tussen de Stille Oceaan en de Noordelijke IJszee, gelegen tussen Azië en Amerika, tussen Siberië en Alaska. Het is één van de rijkste mariene ecosystemen ter wereld. Met Beringia worden die zeestraat, de kustgebieden en het vasteland eromheen aangeduid. Ze vormen traditioneel het leefgebied van heel wat kleinere, soevereine en autonome groepen mensen die tot de talengroepen behoren van de Iñupiat, Yupik en Chukchi. De inheemse bevolking.

In haar boek *Floating Coast* schrijft Batsheba Demuth de milieu- of natuurgeschiedenis van het gebied: *An Environmental History of the Bering Strait*.<sup>12</sup> Ze maakt er een belangrijk punt van: het heeft geen zin om de geschiedenis van de natuur of de natuurlijke omgeving (de geologie, biologie en ecologie) los te maken van de menselijke geschiedenis (de cultuur, economie en politiek). Niet alleen mensen maken geschiedenis, de natuur doet dat ook. En, passend bij wat we eerder over leven en energie zagen: alles begint bij de zon. In Beringia, als specifiek ecosysteem, betekent dit dat energie – via het proces van fotosynthese, biomassaopslag en dieren als consumenten – opgeslagen geraakt in de belangrijkste voedselbronnen voor de mens in dat gebied: walvis, walrus, kariboe. De energetische basis van Iñupiat, Yupik en Chukchi.

Groenlandse walvissen, die meer dan twee eeuwen oud kunnen worden, worden traditioneel door deze volken bejaagd. Hun vlees bevat meer calorieën per gewicht dan om het even welke andere Arctische diersoort. Omwille van hun grote vetopslag kunnen deze dieren makkelijk periodes overbruggen waarin er voor hen minder voedsel beschikbaar is. Op die manier, en met hun grote,

---

<sup>10</sup> Meeteenheden: de hoeveelheid energie (bv. J, joule; CAL, calorie; MTOE, megaton olie-equivalent; BTU, British Thermal Unit), de hoeveelheid energie per tijdseenheid of het vermogen (bv. W, watt; PK, paardenkracht), de energiedichtheid of hoeveelheid energie per volume- of massa-eenheid (bv. MJ/kg, megajoule per kilogram, kWh/Nm<sup>3</sup>, kilowattuur per kubieke meter).

<sup>11</sup> Het rapport geeft de inschatting voor 2019, en meldt dat er een grote toename was (10 miljoen mensen meer in slavernij) sinds 2016. (*Global estimates of modern slavery forced labour and forced marriage*. (2022). International Labour Office).

<sup>12</sup> Demuth, B. (2019). *Floating coast: An environmental history of the Bering Strait* (First edition). W.W. Norton & Company.



trage cyclus – ze krijgen maar om de 3 à 4 jaar een kalf – brengen ze stabiliteit in het ecosysteem. Ze vormden dus ook de meest stabiele en betrouwbare voedsel- of energiebasis voor de plaatselijke kustvolken, al waren ook andere soorten zoals walrus, kariboe, of kleinere dieren verre van onbelangrijk. Voor de inheemsen was dat altijd zo geweest – *since time immemorial*. Ze hadden, in vaak barre omstandigheden, weten te leven van wat dit ecosysteem hun te bieden had. En wel zonder het onderuit te halen.

Maar walvissen waren ook wat in de 19<sup>de</sup> eeuw mensen van elders naar dit gebied trok: walvisvaarders met een onstilbare honger naar walvisolie, balein en amber voor een op gang komende industrialisering. Of het imperialisme en de schepen nu uit kapitalistische of uit communistische hoek kwamen, de impact was groot: zowel op de populatie Groenlandse walvis, als op de leefomstandigheden van de Iñupiat, Yupik en Chukchi. Wat er nu gebeurde verschilde fundamenteel van hoe de inheemse bevolking met walvissen – met hun energetische basis, en met heel hun levende omgeving – omging.

De inheemse bevolking behandelde de walvis met het respect dat elk levend wezen toekomt. Ze zag het dier ook voor de sleutelrol die het speelt in de lokale ecologie – zoals de zalm bijvoorbeeld in andere regio's. In de ervaring van de inheemsen was er niet dat grote onderscheid tussen menselijk en ander-dan-menselijk leven. Alles was beziel. En het hele universum hing aan elkaar van respect. De verhalen van inheemsen laten het zien: hoe walvissen werden toegezongen, hoe de jacht ritueel werd voorbereid, hoe sjamanen contact maakten met walvissen, hoe walvissen niet bereid waren zich als voedsel te geven als mensen zich onwaardig gedroegen, of voedsel niet met elkaar deelden, hoe er taboes waren rond wat wel en niet kon bij de walvisjacht, en ceremoniën van terughoudendheid om overbejaging tegen te gaan. Het laat allemaal een wederzijdse ethiek zien, een economie van geschenken, het besef dat alle leven een afwisseling is van geven en nemen, van eten en gegeten worden. Een diep soort energie-wijsheid.

Maar met de komst van de walvisvaarders, en de kapitalistische of communistische ideologieën die ze meebrengen, gaat er een schokgolf door Beringia. Ecologisch zowel als cultureel. Populaties van walvissen, en later walrus, kariboe, poolvos, baardrob ... worden ernstig verstoord. Walvissen en andere dieren hadden ineens geen zielen meer, ze vertegenwoordigden een instrumentele of monetaire waarde, ze veranderden in handelswaar: lampolie, baleinen, huiden en pelsen, ivoor. Dingen werden niet meer gedaan om in blijvend levensonderhoud te voorzien, maar om productie te verhogen of targets te halen. Of gaandeweg, ook voor de inheemse bevolking, om gewoon het hoofd boven water te houden in een geheel nieuwe realiteit van buitenboordmotoren, jachtgeweren, geïmporteerde producten, winkels en constant bewegende wereldmarkten. De zo typische langetermijncultuur met haar ecologische wijsheid is met uitsterven bedreigd.

Als we nadenken over wat zoiets als een 'slim energiesysteem' kan inhouden, dan hadden we hier toch wel een ernstige kandidaat. Het contrast met de walvisvaarders en de periode en het wereldbeeld waarvan zij een exponent zijn, is groot.

### **Fossiele brandstoffen en de industriële revolutie**

Dé periode die de geschiedenis van de planeet hertekent, is zonder twijfel de industriële revolutie die zich vanuit Groot-Brittannië, over Europa, de VS, Japan en de rest van de wereld verspreidt. Als begindatum wordt vaak 1750 naar voor geschoven. Een einddatum is er niet: wat toen begon, loopt door tot vandaag.

Wat er gebeurt is een combinatie van verschillende factoren.

Op de eerste plaats, maar niet los te maken van al de rest, is dat de technologische innovatie, en de kennis en wetenschap die uitvindingen en vernieuwingen mogelijk maakt. De industriële revolutie is

ondenkbaar zonder weefgetouwen, stoommachines, pompen, verbrandingsmotoren, hoogovens, gietijzer, staal, telefoons, elektriciteit, ammoniak, of gloeilampen. Ook de revoluties binnen transport en mobiliteit volgen elkaar op: spoorlijnen met stoomtreinen, later een hele transportinfrastructuur voor auto's en transportmiddelen met verbrandingsmotoren. Kanalen, schepen, vliegtuigen. Binnen de landbouw en voedselvoorziening vindt evengoed industrialisering, mechanisering, automatisering en schaalvergroting plaats: een agro-industrie met kunstmest, dieseltractoren, machines allerhande.<sup>13</sup>

En natuurlijk zijn er de grote veranderingen in de samenleving die daar zowel de mogelijkhedenvoorwaarde als het gevolg van zijn: fabrieken, fabrieksarbeid, lonen, arbeidsorganisatie, verstedelijking en de financiële infrastructuur die dit alles moet ondersteunen.

Dieper verborgen onder die industriële revolutie zitten ideeën en concepten die in het Europa van de Verlichting langzaam veld winnen: het vertrouwen in het eigen (denk)vermogen van de mens, een instrumentalistische benadering van de werkelijkheid, een reductie van wat is tot wat meetbaar of empirisch waarneembaar is, de idee van vooruitgang, het geloof in de maakbaarheid van de samenleving, een kijk op de natuur als iets dat onderworpen, overwonnen of geëxploiteerd moet worden.

Maar misschien wel de meest bepalende factor in het hele plaatje van de industriële revolutie is de energie (en de materialenstromen) die haar aandrijft, en voor de winning waarvan een deel van deze technologie precies wordt ingezet: fossiele brandstoffen. Op de eerste plaats is dat steenkool dat het oprakende hout moet vervangen. Vrij snel wordt ook het enorme potentieel van olie en aardgas ontdekt en benut. Kennis, innovatie, technologie: hoe indrukwekkend ook, zonder de energie die daarvoor nodig is gebeurt er niets.

Fossiele brandstof maakt alles anders. Het is een boude uitspraak, maar de enorme hoeveelheden oude opgeslagen zonne-energie die de mens voor zichzelf beschikbaar maakt, betekenen een nooit geziene toename van het vermogen om dingen te doen. Een machtig surplus voor onze spier- en dierkracht. Om bij de berekeningen met calorieën, joules of watt te blijven: een Chinese plattelander die in het jaar 1700 zijn veld met kolen schoffelt heeft een vermogen van 50 watt, een Engelse boer die in het jaar 1800 met twee kleine paarden ploegt een vermogen van 1.000 watt, een Franse boer met een kleine tractor een vermogen van 50.000 watt, en een Canadese industriële boer die in 2015 met een grote dieseltractor ploegt een vermogen van 298.000 watt.<sup>14</sup>

De rol van fossiele brandstoffen kan niet overschat worden: ze hebben niet alleen de fysieke, maar ook de mentale landschappen van onze samenleving drastisch hertekend. Met de opkomst van fossiele brandstoffen als hulp voor de mens om in zijn levensonderhoud te voorzien, veranderde alles in de menselijke samenleving – van opvoeding tot politiek, van culturele mythen tot individuele

---

<sup>13</sup> De zogenaamde 'groene revolutie' van na WO II (ook wel: 'derde landbouwrevolutie') verhoogde de voedselproductie aanzienlijk, precies door van landbouw een industrieel en commercieel grootschalig model te maken met kunstmest, bestrijdingsmiddelen, selectie van teelten, monoculturen, mechanisering, grootschalige irrigatie en zo meer. De naam 'groene revolutie' is misleidend (zeker in een tijd waar mensen het bijvoorbeeld over 'groene stroom' hebben): de impact op natuur in het algemeen, en op de capaciteit van bodems is zorgwekkend. De zogezegde 'groene' revolutie maskeert een fossiele brandstofrevolutie: voor de aandrijving van de machines, en in producten als kunstmest (gas) en pesticiden en herbiciden (olie). De groene revolutie loopt ook uit op het ontstaan van machtige concerns die landbouw wereldwijd meer en meer in handen hebben ten koste van kleine, familiale landbouw.

Dat deze ontwikkeling op de lange termijn de capaciteit ondergraaft van natuurlijke bodems en ecosystemen om voedsel (= onze basisenergie) te produceren, doet bijvoorbeeld Vandana Shiva zeggen dat we niet om de olie moeten bekommerd zijn, maar wel om de bodems (die door die olie en het groene-revolutiemodel erachter onderuitgehaald worden): *Soil, not oil*. Shiva, V. (2008). *Soil not oil: Climate change, peak oil, and food insecurity*. Zed Books. Shiva, V. (2006). *Earth democracy: Justice, sustainability, and peace*. Zed Books.

<sup>14</sup> De cijfers komen uit Smil, V. (2017). *Energy and Civilization: A History*. The MIT Press, p. 458.

dromen.<sup>15</sup> Een andere wereld ontstond, een andere levensstijl, een andere manier van kijken: we zouden haast de hele (materiële) werkelijkheid om ons heen moeten beschrijven om een idee te krijgen van hoe ingrijpend fossiele brandstof de wereld hertekend heeft.

En, niet geheel onverwacht met die boost aan energie: er ontstaat een zelfversterkende terugkoppeling van groei. Steeds grotere hoeveelheden energie die beschikbaar gemaakt worden laten toe om nog grotere hoeveelheden energie aan te boren. Direct of indirect. Via wat uiteindelijk grootschalige industriële landbouw en voedselproductie wordt. Via mechanisering, technologisering en robotisering die meer kan produceren, maar ook toelaat nog sterker en dieper in het landschap in te grijpen. Via de globalisering of mondialisering van de economie die erdoor mogelijk wordt. En dat alles resulteert in groei: bevolkingsgroei,<sup>16</sup> economische groei, groei van mobiliteit en transport, groei van consumptie en productie, groei van behoeften, groei van afval. Wat op zich natuurlijk allemaal weer de vraag naar energie opdrijft. De realiteit: een spiraal van groei die overigens mee aangewakkerd en in stand gehouden wordt door het geldsysteem dat we nu hanteren: geld gebouwd op schuld die moet afbetaald worden met toekomstige groei.

Maar als energie een van de meeste bepalende factoren is in de industriële revolutie, dan is ze er ook de limiterende factor van. Fossiele brandstof is niet-hernieuwbaar, en, simpel gezegd, als we door onze voorraden heen zijn en er geen vervangers zijn, dan is het 'einde verhaal'. Al moeten we, met de klimaatverandering in het achterhoofd, de voorraden sowieso al laten zitten waar ze zitten.

### **Het olietijdperk, en de kanarie in de kolenmijn**

Het is met name vooral olie die het gezicht is geworden van een geïndustrialiseerde samenleving. Of toch van een bepaalde periode daarvan: het olietijdperk.

Dat olie- of petroleumtijdperk begint rond 1850, op het moment dat men de praktische toepassingen van petroleum begint te zien, en over de technieken begint te beschikken om aardolie aan te boren. In een zelfversterkende lus zullen vooral de uitvinding van de verbrandingsmotor, en de toepassingen daarvan in industrie en transport, maar evengoed de vele toepassingen in de petrochemie de vraag naar olie als brandstof en als grondstof aanzwengelen. Een nieuw tijdvak trekt zich op gang.

Fastforward 150 jaar, en we mogen terecht verbaasd zijn over hoe olietoeepassingen zich tot in de fijnste vezels verweven hebben met de realiteit om ons heen. Olietoeepassingen als brandstof in de vorm van benzine, kerosine, diesel of stookolie bijvoorbeeld. Maar ook olietoeepassingen als smeerolie, als asfalt, en als grondstof in de petrochemie: ethyleen, propyleen, benzeen, toluen, xyleenisomeren. We zien een wereld die voor een belangrijk deel uit olietoeepassingen is opgetrokken: textiel, medicijnen, oplosmiddelen, nylon, kunststoffen en plastics ... in de duizenden dingen die we dagelijks gebruiken, van tandenborstels tot smartphones. En we zien een wereld die voor een belangrijk deel door olietoeepassingen wordt aangedreven: automobilititeit en de hele infrastructuur en het wegennetwerk dat daarbij hoort, mondiale verschepping van goederen en grondstoffen, treinen, vrachtwagens, bestelbusjes, agro-industrie en wereldwijde voedselketens die draaien op diesel en verscheepte biomassa, herbiciden en pesticiden, massatoerisme en vliegtuigmobiliteit, gecentraliseerde systemen gaande van shoppingcentra, bedrijventerreinen,

---

<sup>15</sup> Een uitspraak van Richard Heinberg: Heinberg, R. (2007). *Peak everything: Waking up to the century of decline in Earth's resources*. Clairview, p. 41.

<sup>16</sup> 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 vraagstuk is echter niet gebaat met absolute cijfers alleen: het gaat om het relatieve gewicht van de impact en het energieverbruik van mensen. Sommige mensen bewonen deze aarde omzichtig en bedachtzaam, terwijl de levensstijl van anderen vele malen hun rechtmatige deel verbruikt.

recreatieparken en campussen tot megasteden. De toepassingen zitten overal: in mobiliteit, transport, landbouw, industrie, bouw, verwarming, verlichting, infrastructuur, onderwijs, zorg, militaire macht, toerisme, logistiek, ...

Een mooi liedje, en voor sommigen het bewijs van het uitzonderlijke van het menselijk kunnen en vernuft. En dat niets dit alles kon tegenhouden.

Maar niet voor iedereen. Onderweg kwamen er waarschuwingen dat er aan dat olietijdperk een einde zou komen. Oliereserves zijn niet onuitputtelijk, en er waren signalen dat het allemaal geen eeuwigheid meer zou duren.<sup>17</sup> Vroeg of laat zou dus alles in stelling gebracht moeten worden om de olie als brandstof en als grondstof te vervangen, evenals de processen, systemen en infrastructuur die erbij horen. Of het zou een ruw ontwaken worden en een gedeeltelijke instorting betekenen van een samenleving zoals we haar kennen.

Piekolie – het moment in de tijd dat de productie van olie piekt en begint af te nemen – werd daarmee een beetje de kanarie in de kolenmijn.<sup>18</sup>

Meer dan een halve eeuw geleden, in 1956 om precies te zijn, voorspelt petroleumgeoloog M.K. Hubbert dat olieproductie in de VS ergens tussen 1966 en 1972 zou pieken.<sup>19</sup> Waarna volgens hem onvermijdelijk een daling zou inzetten. Hij deed dat niet alleen op basis van geschatte reserves, maar vooral ook op basis van studie van olieproductie op tal van sites.<sup>20</sup> Uitgemiddeld vertoonden die productiecijfers een soort klokvormige curve. Een curve die, voor wie vertrouwd is met olie en olieproductie, al bij al aannemelijk is: het duurt even voor een veld operatief gemaakt is, maar eens het veld aangeboord is, loopt productie vrij snel op. De eerste olie komt er immers onder de natuurlijke druk haast vanzelf uit. Maar het wordt stelselmatig moeilijker, en er moet bijvoorbeeld water in het veld gepompt worden om de druk op peil te houden, of er moet olie opgepompt worden als de druk weg is, en wat eruit gehaald wordt vermindert in kwaliteit. Olieproductie stijgt minder snel dan voorheen. En de (economische) realiteit van al die bestudeerde olievelden toonde dat op een gegeven moment de olieproductie een piek bereikt en dan begint af te nemen. Op een bepaald moment loont het gewoon niet meer, en stopt de productie helemaal.

De voorspelling was behoorlijk accuraat: begin van de jaren 70 piekte de olieproductie in de VS en in de jaren erna ging de productie inderdaad naar beneden. Dat is een gamechanger, want het betekende dat de VS voor een deel van de olie die ze nodig hadden elders moesten zijn.

En wat natuurlijk een gamechanger in het kwadraat zou zijn is 'wereldwijde piekolie' – het moment dat olieproductie wereldwijd piekt en gaat dalen. Dat is het moment dat afnemende productie op de meeste locaties niet meer kan gecompenseerd worden met nieuwe productie elders. Dan wordt het een geopolitiek of zelfs militair issue: wie slaagt erin de olie naar zich toe te halen? Er is immers niet meer genoeg voor iedereen. En eigenlijk is de kwestie nog ernstiger: niet alleen is er dan niet meer genoeg om een bestaande wereldwijde energievraag te beantwoorden, omdat die energievraag zelf

---

<sup>17</sup> In absolute cijfers over oliereserves praten is minder eenvoudig dan het lijkt. Er wordt onderscheid gemaakt tussen bewezen (*proven*), waarschijnlijke (*probable*) en mogelijke (*possible*) reserves, en over graden van winbaarheid van de olie.

<sup>18</sup> En teken dat iets niet in orde is. Kanaries werden door mijnwerkers mee in de mijnen genomen om te zien of er gevaarlijk mijngas hing: als de kanarie stierf verliet men zo snel mogelijk de mijn.

<sup>19</sup> Hubbert, M. K. (1956). *Nuclear Energy and the Fossil Fuels*. Shell Development Company, Exploration and Production Research Division.

<sup>20</sup> Een belangrijk inzicht uit systeemwetenschap situeert zich rond het belang van *stocks and flows*. Naar fossiele brandstoffen vertaald: vanzelfsprekend maakt het uit hoe omvangrijk de voorraden (*stocks*) zijn, maar de echte *bottle neck* zit in de *flow*: de productie; hoeveel tegelijk kan of wil je daarvan beschikbaar hebben of maken. Een economie heeft niet direct iets aan *stocks* die niet in *flows* worden omgezet, aan voorraden die niet geproduceerd worden.

nog steeds een oplopende lijn vertoont, wordt de kloof tussen energieaanbod en energievraag alleen maar groter.

We vergissen ons als we denken dat zoiets zich alleen in tabellen of grafieken afspeelt, en dat het over gemiddelden gaat die op die grafieken een daling inzetten: als een (wereldwijd) energieplafond bereikt wordt, betekent dat niet minder dan een nietsontziende schok voor een economisch en samenlevingssysteem dat van die energie afhankelijk is en bovendien op groei is gebouwd en van verdere groei afhankelijk is.<sup>21</sup> In de realiteit kan het dingen betekenen als extreem volatiele prijzen, jojoënde economieën, inflatiegolven, paniekvoetbal in het beleid, een hoger conflictpotentieel, afschakelplannen, energierantsoenen, sociale onrust, en de kettingreacties die energietekorten en zelfs energie black-outs teweeg brengen voor bedrijfsleven, voedselvoorziening, transport, administraties. Reden te meer om voorbereid te zijn, zo dachten velen: een ernstige inkrimping van onze energiebasis kan de werkelijkheid om ons heen op haar grondvesten laten daveren.

De voorspellingen die men probeerde te maken over het moment en de hoogte van die piek – en het is notoir moeilijk om betrouwbare cijfers over voorraden vast te krijgen! – leken keer op keer ingehaald te worden door de realiteit. De piek in olieproductie wereldwijd leek maar niet te komen. En ook in de VS gebeurde iets wat Hubbert niet had voorzien. Het plaatje klopte dus niet helemaal, of het was minstens complexer dan gedacht.

In de VS ging tegen het eind van de jaren 70 Prudhoe Bay in volle productie: het grootste olieveld in Noord-Amerika, ontdekt in het uiterste noorden van Alaska. De dalende trend van olieproductie in de VS werd daarmee gekeerd. Een eerste keer. Voor even ging het weer naar boven met de olieproductie, al bereikte die niet de niveaus van 1970. Goed vijf jaar later, vanaf 1985, volgt de curve weer het Hubbert-patroon: neerwaarts. Tot in 2008. Dan begint de olieproductie weer pijlsnel de hoogte in te gaan. Tot in het jaar 2019, en dit keer tot ver boven de piek van 1970 – een toenemende productie waarmee de VS één van de belangrijkste redenen is voor het uitblijven van een wereldwijde oliepiek.<sup>22</sup>

Wat wereldwijd (maar vooral dan in de VS) gebeurt, in een aantal golven, is dat door technologische innovaties, financiële injecties, en grote geopolitieke en strategische belangen olie gevonden en

---

<sup>21</sup> Zelfs voor wie al jaren het opraken van brand- en grondstoffen aan het bestuderen is, begint het nu pas te dagen wat dat allemaal impliceert – aldus Heinberg. Zie: Heinberg, R. (2007). *Peak everything: Waking up to the century of decline in Earth's resources*. Clairview, p. 23).

Bij gebrek aan systeemdenken (aan inzicht in hoe alles in economie en samenleving aan elkaar hangt en van energie afhangt) is er weinig besef van de ernst en de impact van het bereiken van zo'n plafond in de productie van olie (of van fossiele brandstof, of van energie in het algemeen). Dat vanaf dan de beschikbaarheid van olie (fossiele brandstof, energie in het algemeen) afneemt, en niet dat ze op is, lijkt misschien voor sommigen behoorlijk onschuldig. Een grove misvatting: in economische en samenlevingssystemen waar groei (en ten diepste kan alleen energie voor groei zorgen) onmisbaar is om werkgelegenheid, sociale zekerheid, pensioenen, overheidsinkomsten, betaalbaarheid, koopkracht en zo meer overeind te houden, betekent zo'n moment eigenlijk het einde van dat systeem zelf. En een, zelfs tijdelijke of plaatselijke, olieproductie die gaat plafonneren en vervolgens dalen kan een ravage aanrichten.

We kregen al voorsmaakjes van wat het betekent zo'n 'technisch' of 'geopolitiek' piekmoment mee te maken. Stagnerende olieproductie in 2007-2008, in combinatie met een toenemende vraag, deed oliepijzen de pan uit swingen. Dat resulteerde wereldwijd in voedselcrisis (stijgende oliepijzen betekenen stijgende voedselprijzen, en op tal van plaatsen zijn er mensen wiens inkomen zo goed als aan voeding en basisvoorzieningen opgaat). In de VS mondde het – omdat mensen hun hypotheek niet langer konden afbetalen – uit in een ineenstorting van de huizenmarkt. Volgden: een ei-zo-na wereldwijde financiële meltdown en economische recessie. (Niet vergeten: 2008 was het moment waarna vooral de VS niet-conventionele olie begon aan te spreken – sommigen spreken daarom over een *peak easy oil*-moment: de productie van makkelijke olie – conventionele olie – piekt rond die tijd.) Opvallend: petroleumgeoloog M. K. Hubbert toonde zich een waar systeemdenker in een interview van 1981 waarin hij zei dat bij wereldpiekproductie grootschalige financiële instabiliteit zou volgen. Precies wat 2007-2008 te zien gaf naar aanleiding van *peak easy oil*.

Een geopolitiek moment van energieschaarste en gigantisch stijgende energiepijzen, vooral dan voor Europa, komt er met de invasie van Oekraïne door Rusland in 2022. Een schokgolf die nog vers in het geheugen ligt.

<sup>22</sup> Vanaf het covid-jaar 2020 hapert de opwaartse trend in de olieproductie in de VS.

beschikbaar gemaakt wordt op plaatsen die voorheen ontoegankelijk waren, en/of via technieken die voorheen niet bestonden. Er is nu offshore en diepzee olie. En in onderscheid met de gemakkelijke, conventionele olie, is er nu wat men categoriseert onder niet-conventionele olie, zoals teerzanden en andere zware en extra zware olie, schalieolie, leesteenolie of schalieolie (via fracking), *coal-to-liquids* en *gas-to-liquids*. Deze niet-conventionele olie (en niet-conventioneel gas) wordt om ecologische redenen vaak gecontesteerd: er zijn issues rond grondwater, luchtkwaliteit, gezondheid, methaanuitstoot, vervuiling, lage netto-energie, ecologische verstoring, klimaatverstoring.<sup>23</sup> Maar dat alles lijkt onze wereldeconomie weinig uit te maken. Voor die wereldeconomie die smeekt om energie, en voor een samenleving waar het licht niet mag uitgaan, is de *sky* nog steeds de *limit* en staat op energie geen (ecologische) prijs.

Maar ook al lijkt het waarschuwingsverhaal rond piekolie tegengesproken door een steeds verschuivende realiteit, au fond is het niet onderuit te halen. Net als het *Limits to Growth* rapport uit 1972. Ook dat rapport kreeg kritiek uit nogal wat hoeken – het wist dan ook haarfijn het pijnpunt van een economisch groeimodel (en de daarin vertegenwoordigde belangen) te raken. Zulke groei en een eindige planeet, die gaan niet samen. Net zomin als een uitputbare grondstof kan blijven bovengehaald worden.<sup>24</sup>

Maar misschien is, met betrekking tot de energiesituatie, de belangrijkste verschuiving van de laatste tijd wel deze: dat de uitputbaarheid van olie (en bij uitbreiding steenkool en gas) niet het echte issue is. Dat is de klimaatverstoring die het gebruik van fossiele brandstoffen met zich meebrengt. Daar ligt de existentiële uitdaging: hoe geraken we af van onze fossiele brandstofverslaving zonder ons welzijn onderuit te halen?

Ja, en hoe groot is die uitdaging eigenlijk?

## De energiemix van de wereld

Laten we daarom eerst en vooral kijken naar de energiesituatie in de wereld. Waar komt onze energie vandaan? Wat zijn onze energiebronnen?

Vooraf toch nog dit: het belangrijke verschil tussen primaire en secundaire energie. In termen die veel duidelijker zijn, is dat het verschil tussen energiebronnen en energiedragers.

Onder energiebronnen of primaire energie verstaan we doorgaans de natuurlijke vormen waarin energie te vinden is: biomassa, windkracht, waterkracht, aardolie, aardgas, steenkool, turf, uranium, thorium, zonlicht, afval en aardwarmte bijvoorbeeld. Het punt is dat een energiebron vaak een aanpassing of omzetting ondergaat om dan in een vorm te verschijnen die bruikbaar is voor de één of andere toepassing. Die omzetting gebeurt bijvoorbeeld in olieraffinaderijen, nucleaire reactoren, kachels, golfenergieparken, windturbines, hydro-elektrische centrales, verbrandingsovens, fotovoltaïsche panelen, geothermische centrales en zo meer. En het is het resultaat daarvan dat we energiedragers of secundaire energie noemen. In een aantal gevallen verschillen die dragers nauwelijks van de bronnen, in andere gevallen gaat het om een totaal andere vorm waarin de

---

<sup>23</sup> *Biofuels* – biobrandstoffen, zoals biodiesels en bio-ethanols – verdienen hier de aandacht: ook zij worden soms in tabellen allerhande opgenomen (onder de categorie ‘all liquids’ bijvoorbeeld). In ieder geval niet-conventioneel (en ze kunnen op die manier de cijfers vertekenen). Het (doorgedreven) inzetten op biobrandstoffen om brandstofonafhankelijk te worden van andere wereldspelers, of om emissies terug te dringen, is gecontesteerd. Het is altijd zeer contextgebonden materie, maar issues zijn: lage netto energieopbrengsten, hoog waterverbruik, concurrentie met landbouw voor voedselproductie (‘food for people or food for cars?’), milieudegradatie en biodiversiteitsverlies.

<sup>24</sup> Meadows, D. L. . et al. (1972) *Rapport van de club van Rome: de grenzen aan de groei*. 7de druk. Utrecht: Het Spectrum. Voor een kijk op het rapport vanuit de energiekwestie, 50 jaar na publicatie, zie bijvoorbeeld: Hall, C. (2022). The 50th Anniversary of The Limits to Growth: Does It Have Relevance for Today’s Energy Issues? *Energies (Basel)*, 15(14), 4953-.

energie uit de bron nu beschikbaar is. Energiedragers zijn bijvoorbeeld: elektriciteit, stoom, perslucht, waterstof, bio-ethanol, kerosine, cokes, diesel, benzine, houtskool, brandhout, chemische energie in batterijen, hitte.<sup>25</sup>

Bekijken waar onze energie wereldwijd vandaan komt, betekent met andere woorden kijken naar primaire energie. Naar de bronnen. En het blijft daarbij altijd belangrijk om niet alleen de momentopname van het nu te doen, maar ook naar tendensen en langere periodes te kijken.<sup>26</sup> Ook dat leert ons veel.

Volgens de *Key World Energy Statistics* van het *International Energy Agency* (IEA) ziet het plaatje er voor de wereld ongeveer als volgt uit.<sup>27</sup>

In 2019 gaat het in totaal om 606 exajoule (EJ of  $10^{18}$  joule) of 168.000 terawattuur (TWh of  $10^{12}$  wattuur) aan energie. Geen mens die zich daar wat kan bij voorstellen. Misschien zelfs niet als we dat ook nog eens converteren naar ton olie-equivalent – een eenheid die de energie herrekent om te zien hoeveel olie zou nodig zijn om die hoeveelheid energie op te wekken. Het cijfer is dan 14.470 Mtoe (miljoen ton olie-equivalent). Omgerekend gaat het dan ongeveer over zo'n 106.000.000.000 vaten olie voor dat jaar. Eén vat is 159 liter.

In 2019 komt 30,9 % van de totale energie uit olie, 26,8 % uit steenkool en 23,2 % uit aardgas. Samen vertegenwoordigen de drie fossiele brandstoffen dus 80,9 % van de totale primaire energie wereldwijd. Biomassa, van biomassa afgeleide brandstoffen, en afval vertegenwoordigen 9,4 % van het totaal: dat zijn bijvoorbeeld hout, houtskool, biobrandstoffen (bio-ethanol, biodiesel), biogas, industrieel en huishoudelijk afval. Nucleaire energie vertegenwoordigt 5,0 % wereldwijd, waterkracht 2,5 %, en de categorie 'overige' 2,2 %. Binnen de categorie 'overige' vallen: geothermische energie, zonne-energie, windenergie, getijden/golfslag/oceaan-energie, hitte en andere bronnen.

In onze huidige wereld komt dus zo'n 80 % of vier vijfde van alle energie uit fossiele brandstof. Zonne-energie en windenergie maken zo'n beperkt deel uit van de mix dat ze zelfs niet apart als categorie verschijnen in de grafieken.<sup>28</sup> En de totale hoeveelheid energie die we ter beschikking hebben, is op zijn zachtst gezegd moeilijk voor te stellen. Toch nog een poging: als die 606 exajoule aan energie – omgerekend en afgerond 100 miljard vaten – door menselijke arbeiders geleverd zou moeten worden, dan heb je 734,4 miljard arbeiders nodig.<sup>29</sup> (Voor wie de aantallen even kwijt is: in

---

<sup>25</sup> Het door elkaar halen van bronnen en dragers is een vergissing die sommige mensen blijven maken. Bijvoorbeeld over elektrische auto's: overschakelen van een verbrandingsmotor naar een elektromotor hoeft niet noodzakelijk te betekenen dat de auto op hernieuwbare energie rijdt. De elektriciteit ervoor kan nog steeds uit bijvoorbeeld een gasgestookte elektriciteitscentrale komen. Ook waterstof kan op verschillende manieren gemaakt worden: op basis van fossiele brandstoffen (op dit moment zo'n 95 % van alle geproduceerde waterstof in de wereld) of via elektrolyse met water.

<sup>26</sup> Momentopnames kunnen begrijpelijkerwijs gekleurd of beïnvloed zijn door (tijdelijke) omstandigheden: een pandemie, een financiële crisis, een oorlog, een zware natuurramp, een geopolitieke verschuiving.

<sup>27</sup> *Key World Energy Statistics* van het *International Energy Agency* gebruikt in de editie van 2021 cijfers tot en met 2019, dus tot net voor de 'verstoringen' van de covid-pandemie en de oorlog in Oekraïne. BP's *Statistical Review of World Energy* – een (andere) vaak gebruikte bron voor energiecijfers wereldwijd – geeft in haar editie van 2022 aan dat de energievraag in 2021, na een dip in 2020, nu toch weer afklokt op 1,3 % hoger dan 2019. Het IEA-rapport spreekt over *Total Energy Supply* (met als technische definitie: *production + imports – exports – international marine bunkers – international aviation bunkers ± stock changes. For the world total, international marine bunkers and international aviation bunkers are not subtracted from TES*), het BP-rapport over *Primary Energy Demand*. Verschillen in methodologie leveren kleine verschillen in de cijfers op.

<sup>28</sup> Dat zet heel wat nieuwsberichten genre 'nieuw record in groene stroom-productie' een beetje in een ruimer perspectief. (Records die overigens wel gebroken worden.)

<sup>29</sup> De basis voor de berekening is als volgt: als een arbeider (in een conservatieve schatting van 100 watt per uur die hij kan leveren) een jaar werkt aan 8 uur per dag, vijf dagen per week en zonder vakanties, dan levert hij dat jaar zo'n 208 KWh. Heinberg, R., & Fridley, D. (2016). *Our renewable future: Laying the path for 100% clean energy*. Island Press.

november 2022 rondde de wereldbevolking naar schatting de kaap van 8 miljard. We komen dus een dikke 726 miljard mensen 'te kort'.)

Laten we een sprong in de tijd maken, en een kleine halve eeuw teruggaan. We laten de jaren '90 voor wat ze zijn, en gaan naar het jaar 1973. We springen met andere woorden terug over de periode van de jaren '90 die met de grote handelsakkoorden, octrooibescherming, gedereguleerd kapitalisme en verreгаande investeringsovereenkomsten het vrijhandelstijdperk op gang trok en een fysiek wereldomspannende economie op de rails zette.<sup>30</sup>

In 1973 staat de energiebevoorrading op wereldschaal volgens het *International Energy Agency* op 254 exajoule. De 606 exajoule van 2019 betekent met andere woorden dat we op die kleine halve eeuw een groei gekend hebben in energieverbruik van bijna 140 %, aanzienlijk meer dan een verdubbeling dus. In 1973 maakten fossiele brandstoffen samen nog 87 % van het totaal uit. Olie was goed voor 46,2 %, steenkool voor 24,7 % en gas voor 16,1 % van het totaal. De overige cijfers: biomassa, ervan afgeleide brandstoffen en afval (10,2 %), waterkracht (1,8 %), nucleaire energie (0,9 %), overige (0,1 %).

In de wereld van 1973 kwam dus, met 87 %, een nog groter deel van de energie uit fossiele brandstof – met in de mix toen een groter aandeel olie, en een kleiner aandeel gas. De wereld van 2019 laat zien dat we verschoven zijn naar minder fossiele brandstof in de totale mix, en minder olie en meer gas in de fossiele brandstofmix. Maar wat betekent dat nu? Zijn we dan minder fossiele brandstof gaan gebruiken?

Helemaal niet. In absolute cijfers is het gebruik van fossiele brandstoffen op die kleine halve eeuw fors toegenomen. Wij runnen ondertussen samenlevingen met immense overheadkosten in termen van energie. Het gebruik van olie, ondanks dat het in de mix gezakt is van 46,2 % in 1973 naar 30,9 % in 2019, neemt in absolute cijfers toe met 60 %. Steenkool: plus 159 %. Gas: plus 244 %. Ondanks dat fossiele brandstoffen in de mix dus van 87 % naar zo'n 81 % zakken, is het gebruik van fossiele brandstof meer dan verdubbeld.

Tussen 1973 en 2019 nemen nucleaire capaciteit en zeker wind- en zonne-energie met duizelingwekkende percentages toe: de meeste kerncentrales moesten immers nog gebouwd worden, en op zonne- en windenergie (met de fotovoltaïsche panelen en windturbines zoals we die nu kennen) is het al helemaal wachten tot het begin van de 21ste eeuw. Correct: een (steeds belangrijker) deel van onze elektriciteit wordt ondertussen geleverd door windturbines of zonnepanelen in plaats van door gas-, olie- of steenkoolgestookte centrales. Een goede zaak in het licht van de klimaatproblematiek. Maar het punt is dat (als we de globale cijfers bekijken) deze nieuwe technologieën op dit moment nergens en op geen enkel moment fossiele brandstoffen hebben vervangen – als we daarmee bedoelen dat we daarvan minder zouden gebruiken.

Het enige wat kan gezegd worden is dat zonder deze toename in windkracht, zonne-energie, kernenergie, en overigens ook waterkracht, de toename van het gebruik van fossiele brandstof nog

---

Zie ook het concept van *energy slaves* van Buckminster Fuller: een energieslaaf is het energie-equivalent van een gezonde, jonge mens, maar dan uitgevoerd door machines. Dus, hoeveel slaven je zou nodig hebben mocht de energie die je gebruikt door mensen (= energieslaven) moeten geleverd worden. Als we dat idee met Heinbergs berekeningsbasis combineren, dan komen we met een *back-of-the-envelope calculation* op 272 energieslaven per gemiddelde Belg in 2021. (Volgens IEA-cijfers was er in 2021 een *Total Energy Supply* in België van 2.346.728 terajoule. Voor een bevolking in dat jaar van 11.521.238 (Statbel-cijfer) is dat 0,203.687 terajoule of 56.579,72 KWh per persoon. Te delen door de 208 KWh per energieslaaf.)

<sup>30</sup> De jaren '90 worden algemeen gezien als de echte start van de mondialisering of globalisering. Voor hoe in deze periode de 'klimaatonderhandelaars' het steeds weer moesten afleggen van de 'vrijhandelsonderhandelaars', zie bijvoorbeeld: Klein, N. (2014). *No time. Verander nu, voor het klimaat alles verandert*. De Geus.



groter zou geweest zijn. Hun opgang is dus hooguit wat afgeremd: we blijven gewoon steeds meer fossiele brandstoffen beschikbaar maken en gebruiken.

Laten we nog een sprong in de tijd maken. Gaan we een eeuw terug, naar het jaar 1920 zeg maar, dan ziet het plaatje er als volgt uit.<sup>31</sup> Totale energie: 63 exajoule. Dat is iets minder dan 1/10<sup>de</sup> van wat we nu aan energie hebben. De mix toen: steenkool (54 %), traditionele biomassa (38 %), olie (5 %), gas (1,2 %), waterkracht (1 %).

Gaan we nog een eeuw terug, dan landen we in 1820, met een totale energie van ongeveer 21 exajoule. Dat is minder dan 4 % van wat we nu beschikbaar hebben. Op 2,5 % steenkool na is dat op dat moment allemaal traditionele biomassa.

Het laat nog maar eens zien hoe fenomenaal de toename in beschikbare energie is geweest. En welke enorme groei de fossiele brandstoffen mogelijk gemaakt hebben. Groei in economie, in mobiliteit en transport, in grondstoffenwinning, in omzetting van land in landbouwgrond, in spullen, in welvaart, in toegang tot onderwijs, in van alles en nog wat. Ook in bevolking: rond het jaar 1800 waren er naar schatting 1 miljard mensen, rond 1920 2 miljard, rond 1975 4 miljard. Vandaag zijn we met 8 miljard. Een ruwe schatting: op die 200 jaar ging de bevolking maal 8, en de beschikbare energie maal 28.

De cijfers helpen. Dit is de uitdaging, en de ordegrrootte van de uitdaging: een nog steeds toenemende hoeveelheid fossiele brandstof, die sowieso al het overgrote deel van de mix uitmaakt, door iets anders vervangen.

### **Energiewijs omgaan met de uitdaging**

Een uitdaging om u tegen te zeggen.

Jarenlang al gaat een groot deel van het (publieke) duurzaamheidsdebat over die zoektocht en transitie naar alternatieve, hernieuwbare vormen van energie. Soms lijkt het klimaatprobleem of de ecologische crisis zelfs gereduceerd tot een energie- of brandstofprobleem. Als we de vervanging realiseren, zitten we safe – zo klinkt het dan. Maar zelfs als we door het vervangen van fossiele brandstoffen erin slagen de broeikasgasemissies ernstig te verminderen of zelfs helemaal tot nul te herleiden, dan nog liggen we op talloze vlakken op ramkoers met de planeet.<sup>32</sup>

Het zal meer dan het vervangen van fossiele brandstof moeten zijn. En we zullen straffere dingen moeten doen als we fundamenteel van koers willen veranderen – iets wat we niet echt gedaan hebben sinds we ons zo'n halve eeuw geleden zorgen zijn beginnen maken over onze planeet, onze ecologie, ons klimaat en onze voorraad aan energie. Een fundamentele koersverandering is in ieder geval niet te zien in de energiecijfers die we net bekeken.

We komen erop terug, op die diepere hefbomen voor verandering.<sup>33</sup> Maar er is in ieder geval de no-brainer rond het vervangen van fossiele brandstoffen. Of dat nu om klimaatredenen of om uitputtingsredenen is. De transitie naar alternatieven is een economische en ecologische noodzaak. En het is niet dat er geen alternatieven zijn, of innovatieve technologieën, of mooie beloftes, of grote

---

<sup>31</sup> De cijfers (in TWh) komen van *Our World in Data* en zijn gebaseerd op Vaclav Smil. (Smil, V. (2017). *Energy and Civilization: A History*. The MIT Press.) Ze zijn hier, om te kunnen vergelijken met de IEA-cijfers van 1973 en 2019, omgezet in exajoule met een kleine correctie.

<sup>32</sup> Zie bijvoorbeeld: Eisenstein, C. (2018). *Climate: A new story*. North Atlantic Books.

<sup>33</sup> De idee van hefbomen voor verandering komt van systeemdenker Donella Meadows. Het gaat om 'interventiepunten' in het systeem: waar kan je ingrijpen, en waar in het systeem heeft je ingreep het meeste impact? Zie verder in de tekst, ook voor de voetnoot met referenties.

claims over wat kan en moet. Maar er is ook verwarring, chaos, gebrek aan beleid, desinformatie, valse claims, en enorme belangen. En er is de weerstand tegen verandering: die mag of moet er komen, maar toch liever bij de anderen dan bij onszelf, en niet in onze voor- of achtertuin.<sup>34</sup> En er is, zoals dat in overgangstijden het geval is, ook gewoon voortschrijdend inzicht. En allerlei dat tegenover elkaar moet afgewogen worden: we kunnen nu eenmaal geen omelet maken zonder eieren te breken.

Al te simplistische voorstellingen gaan ons niet vooruithelpen: dat de zon nog lang gaat schijnen, de wind ook niets kost, of dat we nu eenmaal als mensen de slimsten van de planeet zijn en we – dat betekent eigenlijk: anderen – wel een oplossing gaan vinden. Vaak gezegd overigens door mensen die niet in energiearmoede verkeren.

Laten we voldoende energiewijsheid aan de dag leggen: kennis van zaken die ons kan helpen om goede inschattingen, verantwoorde afwegingen, en slimme keuzes voor de toekomst te maken. Er zijn een aantal energie-*basics* die we best niet uit het oog verliezen. Ze vormen zowat de basiswoordenschat van elk zinnig energiedebat. En via de voorbeelden die ter verduidelijking zijn toegevoegd doen we en passant ook belangrijke inzichten op rond verschillende energiealternatieven.

Ja, hoe zit het met: hernieuwbaarheid, uitputbaarheid, voorraden, energiestromen en energieverliezen, eroi, netto energie, operationele energie, verborgen energie, energetische terugverdientijd, energiesystemen, padafhankelijkheid, lock-ins, energiezekerheid, stroomonderbrekingen, slimme meters, eindgebruikers, netten, opschaalbaarheid, milieu-impact, risico's, en zo meer.

### **De nuances rond hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar**

Met stip op één staat het belangrijke maar te nuanceren onderscheid tussen hernieuwbare en niet-hernieuwbare (bronnen van) energie.

Het maakt vanzelfsprekend een verschil of een energiebron hernieuwbaar of niet-hernieuwbaar is: niet-hernieuwbare bronnen zijn eindig, het kan met de tijd moeilijker worden om ze verder te ontginnen, en in theorie raken ze vroeg of laat uitgeput. Maar zeker voor een economie en een samenleving die gekenmerkt zijn door snelheid, kortetermijndenken en het belang van het nu, lijkt dat principiële verschil (voor de toekomst) echter verrassend weinig praktisch verschil te maken (in het nu). De uitputbaarheid speelt nauwelijks een rol, en het zijn vooral andere vragen die op de voorgrond treden: hoeveel voorraad je ervan hebt, of hoeveel je kan claimen, en voor hoe lang nog.

Maar eerder vroeg dan laat wordt het principiële verschil wel degelijk het issue: wie een overschakeling, uitfasering of afbouw te lang uitstelt, zal zich voor een onnoemelijk veel groter probleem geplaatst zien dan wie op tijd actie onderneemt en voorbereid is. Want aan die uitputbare energiebronnen hangt ondertussen een hele systeeminfrastructuur vast. Ook bij subsidiering en investering in wat per definitie een aflopend verhaal is, kunnen dus grote vragen gesteld worden.

Onder niet-hernieuwbare energie vallen de fossiele brandstoffen olie, gas en steenkool: grote, maar eindige voorraden die op dit moment op steeds moeilijker plekken gezocht worden, in steeds minder conventionele vormen, en met steeds discutabeler technieken. Voorraden ook waarover gelogen en

---

<sup>34</sup> Syndromen als NIVEA (niet in voor- en achtertuin), of NIMBY (*not in my back yard*) in de ruimtelijke ordening staan hier symbool voor de idee dat er verandering moet of mag komen, en dat we daar willen van kunnen genieten, maar we willen er de hinder, lasten of verandering niet van ondervinden. Beton moet weg, maar niet mijn beton. Windturbines, maar niet hier. Het toont eens te meer dat de energietransitie zien als een simpele, technische kwestie een vergissing is. Het is niet omdat iets technisch kan, dat we het ook zullen of kunnen realiseren in onze samenleving.

gespeculeerd wordt, voorraden die enorme financiële belangen vertegenwoordigen, voorraden die het voorwerp zijn van grote geopolitieke manoeuvres.<sup>35</sup>

Ook nucleaire of kernenergie is niet-hernieuwbaar: uranium, plutonium, ... de voorraden zijn eindig, en aanvoerproblemen liggen mogelijks in de niet al te verre toekomst. De belofte van een zoveelste generatie of type kernreactor zal daar in principe niets aan veranderen: de brandstof ervoor blijft niet-hernieuwbaar. En de droom van kernfusie, in plaats van de kernsplijting die nu in nucleaire reactoren gebruikt wordt, lijkt nog altijd (en al heel lang) niet meer dan een toekomstdroom.

Kernenergie lijkt trouwens terug op de voorgrond te treden. Nu de schrik na het nucleaire ongeval in Fukushima Daiichi in 2011 wat wegdeemstert, breekt nood nieuwe wetten, oude beloftes en gemaakte afspraken. Kernenergie wordt naar voor geschoven als klimaatvriendelijk en CO<sub>2</sub>-neutraal. Dat wil zeggen: voor een bestaande centrale die up and running is. Het is een heel ander verhaal als de hele keten bekeken wordt, inclusief bouw, het mijnen van uranium, onderhoud, ontmanteling en kernafvalopslag. Of ze wordt, iets voorzichtiger, naar voor geschoven als energie die een (tijdelijke) plaats heeft in de energietransitie, precies omdat ze ons toelaat minder fossiele brandstof te gebruiken.<sup>36</sup> Maar de oplopende kostprijs, de traagheid van op- of afschakelen waarmee ze niet als back-up voor wind en zonne-energie kan dienen, de afhankelijkheid van koelwater, en de risico's van een eventuele ramp of accident, en van nucleair afval dat gestockeerd moet worden, blijven lastige kwesties. En bovenal blijft kernenergie natuurlijk in het niet-hernieuwbare kamp zitten.

Onder hernieuwbare energie vallen traditioneel categorieën zoals wind, water, zon, geothermie, biomassa en biobrandstoffen. Binnen windenergie valt bijvoorbeeld te denken aan windturbines, off shore windparken en kleine verticale as-turbines. Waterkracht wordt gehaald uit stuwdammen waar hydro-elektrische centrales op werken, of uit run-of-the-river systemen, watermolens, getijdenenergie of golfslagenergie. Bij zonne-energie kunnen we denken aan fotovoltaïsche panelen voor elektriciteitsopwekking, of thermische energie voor zonneboilers, maar ook aan zonnetorens (die zonne-energie via spiegels capteren) of zonneovens. Onder de categorie geothermie of aardwarmte zijn er de ondertussen bekende warmtepompen in hun verschillende versies, maar de warmte wordt ook gehaald uit geisers en heetwaterbronnen. Het temperatuurverschil met de diepe aarde of diep in de oceaan kan ook omgezet worden in energie. Biomassa, die kennen we als brandhout, houtafval, pellets, landbouwresten, of uit afvalverbranding en biomassacentrales. En biobrandstoffen ten slotte: biodiesels, bio-ethanols uit energiegewassen, puur plantaardige olie, biogas en zo meer. Allemaal hernieuwbaar.

---

<sup>35</sup> Te denken valt hier aan de quota-oorlogen binnen de OPEC: tussen 1983 en 1990 verhoogden het éne na het andere van de grote olieproducerende landen de cijfers over hun oliereserves – en dat zonder nieuwe olie-ontdekkingen! – gewoon om hun productie en export (en dus hun overheidsinkomsten) te kunnen verhogen. Exportquota die men onderling had afgesproken waren immers gerelateerd aan gedeclareerde reserves. Schattingen van Campbell en Laherrère in 1998 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). (Zie: Campbell, C. J., & Laherrère, J. H. (1998). The End of Cheap Oil. *Scientific American*, 78–83. Ook het *International Energy Agency* zelf stelt de officiële reservcijfers 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.”)

En er is nog meer misleiding. Rapporteringsregels voor private 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. (Zie: Campbell, C. J. (2007, July 13). Peak Oil – A Turning Point For Mankind. *ASPO Ireland*.)

<sup>36</sup> Een aantal wetenschappers die de gevaren van klimaatverandering bestuderen, pleiten voor kernenergie. Denk bijvoorbeeld aan James Lovelock, James Hansen, Richard Betts. De redenering: we kunnen beter de overstap maken van fossiele brandstoffen naar nucleaire energie (en duimen dat er een oplossing gevonden wordt voor het radioactieve afval), want we moeten nu af van fossiele brandstoffen als we de kans nog willen behouden op het afwenden van ernstige klimaatverstoring (met haar ronduit desastreuze gevolgen).

Toch hoort bij die hernieuwbaarheid een belangrijke kanttekening. Biomassa mag dan per definitie iets zijn dat zich hernieuwt en dat in die heel grote ecologische kringloop van het leven voortdurend gerecycleerd wordt, de snelheid waarmee die biomassa als energiebron aangesproken wordt, kan wel degelijk een natuurlijk systeem uitputten. Hernieuwbare energie is dus ook uitputbaar. Biomassa bijvoorbeeld in de vorm van brandhout, houtskool, pellets of dergelijke, worden onduurzaam van zodra de biomassa die ervoor gebruikt wordt niet de tijd krijgt terug te groeien. Het gevaar van ontbossing en niet-duurzame houtkap voor de snelle winst is reëel. En bij biobrandstoffen specifiek is er het probleem dat ze in concurrentie dreigen te treden met natuur, landbouw en voedselproductie. En zelfs als ze van landbouwafvalproducten komen: wie zegt dat het land die afvalproducten niet nodig heeft?

Bij andere van de hernieuwbare categorieën hoort een even belangrijke kanttekening. De bronnen mogen dan oneindig en onuitputbaar lijken, de bottleneck of beperking zit daar in de systemen die gebruikt worden om bijvoorbeeld uit zon, wind, water of aardwarmte energie te halen, of in de systemen die die energie opslaan om ze verder te verdelen en beschikbaar te maken. Bepaalde materialen die daarvoor ergens in het systeem nodig zijn: zijn die wel in voldoende mate beschikbaar, of hoe recycleerbaar zijn ze, en wie beschikt erover, en hoe en van wie zijn we dan afhankelijk? Lithium, nikkel, kobalt, koper, zeldzame aardmaterialen, *critical raw materials*? En wat met de mijnactiviteiten en de energiekost die daarbij hoort?

Hernieuwbaarheid en uitputbaarheid – verre van onbelangrijk in het energiedebat.

### Energieverliezen en netto energie

Maar er zijn nog energie-*basics* die belangrijk zijn om een goed zicht te krijgen op de energieproblematiek. Die hebben bijvoorbeeld met energiestromen en energieverliezen allerhande te maken.

Daarmee komt een concept in het vizier waarvan het belang moeilijk overschat kan worden: netto energie. Vanuit het standpunt van de eindgebruiker – gezinnen, bedrijven of scholen zeg maar – telt vooral de hoeveelheid energie die daar terecht komt en die kan gebruikt worden. En niet hoeveel het aan energie gekost heeft om die energie te winnen, om te zetten, op te slaan, te transporteren en beschikbaar te maken; noch hoeveel energie er onderweg gewoon verloren is gegaan. Maar dat doet er natuurlijk allemaal wel toe, zelfs voor de eindgebruiker die dat in de prijs zal gereflecteerd zien: netto moet er zoveel mogelijk energie overblijven. Vanuit het hele energiesysteem bekeken telt dus vooral hoe energie-efficiënt de energie bij de eindgebruiker belandt.

EROI – *energy return on investment* – is een vaak gebruikte factor die de verhouding aangeeft tussen geleverde energie en de energie die daarvoor nodig is geweest.<sup>37</sup> Hoe hoger die EROI hoe

---

<sup>37</sup> Soms wordt een (extra) onderscheid gemaakt tussen EROI (*energy return on investment*) en EROEI (*energy returned on energy invested*), maar dat is onnodig verwarrend. Beide geven hetzelfde aan: de verhouding geleverde energie ten opzichte van de energie nodig om de geleverde energie te leveren. Een EROI van 10 (soms ook wel als 10:1 genoteerd) betekent dus: 10 eenheden geleverde energie voor elke eenheid energie die erin gestoken is; dat betekent een efficiëntie van 90%. Een EROI van 2 (of 2:1) is 2 units energie opgeleverd per unit energie geïnvesteerd; een efficiëntie van 50%. Een andere manier om netto-energie en energieverliezen in kaart te brengen is dan weer NER (*net energy ratio*), en NEA (*net energy analysis*). Allemaal vrij technische materie overigens.

Interessant wordt het ook wanneer (speculatieve) pogingen ondernomen worden om in te schatten hoe hoog de 'maatschappelijke EROI' zou moeten zijn om het soort complexe samenlevingen als de onze draaiende te houden. Het gaat dan dus niet langer om de fysieke EROI of de netto energiebalans van energieprocessen of -systemen, maar om welke gemiddelde EROI we nodig hebben voor onze samenleving. Algemene netto energiefactoren lijken voor complexe samenlevingen (met bijvoorbeeld onderwijs, gezondheidszorg en kunst) al gauw dik boven de 10:1 te liggen. Er moet immers voldoende energie overschieten om allerlei mensen voor allerlei andere dingen dan energie/voedselvoorziening vrij te kunnen stellen.

interessanter natuurlijk – dat komt neer op meer netto energie in verhouding tot de geïnvesteerde energie.

EROI kunnen we op verschillende plaatsen in het systeem bekijken. EROI *at point of extraction* meet bijvoorbeeld enkel hoeveel energie nodig is voor de eigenlijke winning. Voor het bovenhalen van olie bijvoorbeeld. En wie zich herinnert dat de eerste olie van een nieuw aangeboord veld er onder eigen druk vanzelf uit komt, mag hier heel hoge EROIs verwachten – het kost immers geen of nauwelijks energie, het is bijna een kwestie van gewoon opvangen. Maar alleen kijken naar EROI *at point of extraction* is misleidend. In de omzetting van energiebronnen naar energiedragers, en tussen energiedragers, kruipt ook energie, en zitten er energieverliezen. De omzetting van teerzanden naar benzine bijvoorbeeld, of van gas naar elektriciteit. De EROI zakt met andere woorden als die processen in rekening gebracht worden. En het gaat nog verder: ook voor de distributie is energie nodig, en gaat energie verloren. Bijvoorbeeld: de energiekost om LNG (*liquefied natural gas*) te verschepen over de werelddoceanen. Of het energieverlies via gaslekken op pijpleidingen, of via transportverliezen op hoogspanningslijnen.

De EROI die er het meeste toe doet, is daarom EROI *at point of use*. Op het einde van de rit dus, bij de eindgebruiker. Het is de eerlijkste manier om allerlei soorten energie op hun netto energiegehalte te vergelijken.<sup>38</sup>

Het plaatje lijkt wat EROIs *at point of use* betreft op dit moment zo ongeveer het volgende te zijn: de EROI van olie, steenkool en gas daalt en zal nog verder dalen (omdat de kwaliteit ervan daalt terwijl de winning en omzetting ervan meer energie vraagt) en de EROI van zon, wind en water stijgt en zal nog verder stijgen (omdat de technologieën verbeteren om energie uit zon, wind en water te winnen). Bovendien, *point of use*, liggen de EROIs van zon, wind en water op of boven 10, terwijl die van olie, gas en steenkool onder de 10 zitten, en biodiesels en bio-ethanols zelfs ver daaronder.<sup>39</sup>

Maar zelfs met EROIs voor alternatieven die nu EROIs voor fossiele brandstoffen voorbijsteken moet ook de energietransitie zelf nog altijd energetisch betaald worden: de systeemomschakeling zelf, van *fuels* naar elektriciteit bijvoorbeeld, vraagt energie – calculeren we die ook in?

## Operationele energie en verborgen energie

Het bekijken van EROI en netto energie, en van energiestromen en energieverliezen in het algemeen, doet ons ook stilstaan bij het verschil tussen operationele energie enerzijds en verborgen energie anderzijds.

Onder operationele energie verstaan we het directe, zichtbare verbruik. Voorbeelden: de energie die nodig is om een gebouw te verwarmen of koelen, om lichten te laten branden, om machines te laten draaien, auto's te laten rijden, smartphones op te laden, industriële processen aan te drijven. Wat

---

<sup>38</sup> Voor een pleidooi om de methodologieën om EROI te meten consistentere te maken, en vooral om naar *point-of-use* EROI te kijken in de vergelijkingen, zie bijvoorbeeld: Murphy, D. J., Raugei, M., Carbajales-Dale, M., & Estrada, B. R. (2022). Energy Return on Investment of Major Energy Carriers: Review and Harmonization. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 14(7098), 7098-.

Een notoir voorbeeld dat met netto-energie te maken heeft, is hoe een verbrandingsmotor in een auto minder rendement toont dan een elektromotor. Bij de verbrandingsmotor gaat een deel energie in het omzettingsproces naar bewegingsenergie gewoon als warmte verloren. Elektriciteit (uit accu's) in beweging omzetten gaat efficiënter.

<sup>39</sup> Voor details, zie Murphy, D. J., Raugei, M., Carbajales-Dale, M., & Estrada, B. R. (2022). Energy Return on Investment of Major Energy Carriers: Review and Harmonization. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 14(7098), 7098-. Maar zie ook Brockway, P. E., Owen, A., Brand-Correa, L. I., & Hardt, L. (2019). Estimation of global final-stage energy-return-on-investment for fossil fuels with comparison to renewable energy sources. *Nature Energy*, 4, 612–621. Brockway et al houden het op een *final energy stage* EROI voor fossiele brandstoffen van 6:1.

echter nogal eens over het hoofd gezien wordt, is dat er ook zoiets is als verborgen energie. Het is de ingebedde, vervatte of belichaamde energie – *embodied energy* – van die gebouwen, machines, lampen, auto's en smartphones zelf. Onder verborgen energie wordt verstaan: alle energie die nodig is om producten en diensten te vervaardigen en weer te ontmantelen, en ze zit in dingen als grondstoffenwinning, transport, productie, assemblage, installatie, ontmanteling, afbraak.

Voor wie normaal alleen naar operationeel energieverbruik kijkt, kan het ontluisterend zijn om deze verborgen stromen onder de neus geduwd te krijgen. Wat de *embodied energy* van auto's betreft lopen schattingen, afhankelijk van de grootte en het soort auto, van 30.000 tot 75.000 kWh. Om een idee te krijgen: 30.000 kWh is omgerekend de energie die vervat zit in 3.000 liter diesel of 3370 liter benzine. Als het operationele verbruik van de auto zo'n 7 liter per 100 km is, dan is 45.000 km rijden het equivalent van de *embodied energy* van de auto zelf. Voor de grotere schatting (de grotere auto) staat de verborgen energie gelijk met ongeveer 115.000 km rijden.

*Embodied energy* is het concept dat leidt tot het idee van energetische terugverdientijd van installaties die energie leveren. Van windturbines bijvoorbeeld, of van een zonnepaneleninstallatie. Als bijvoorbeeld de energetische terugverdientijd van een installatie 2 jaar is, dan heeft ze twee jaar nodig om de hoeveelheid energie te leveren die het gekost heeft om ze te maken of bouwen. Vanzelfsprekend moet die termijn aanzienlijk korter zijn dan de economische looptijd (hoe lang de turbine of installatie in gebruik is) – het omgekeerde zou betekenen dat er finaal een nettoverlies aan energie is. Overigens is wat mensen gewoonlijk de terugverdientijd noemen, iets anders: het gaat dan over het financiële plaatje en over in hoeveel tijd ze de investering of kostprijs eruit halen.

Een opvallend cijfer dat met netto-energie of met de idee van *embodied energy* te maken heeft, brengt ons recht naar het hart van energie zelf: voedsel. In onze agro-industrie die draait op fossiele brandstoffen (diesel, pesticiden, herbiciden, kunstmest, ...) kunnen we het ons blijkbaar veroorloven tien calorieën aan (fossiele) energie uit te geven voor elke calorie aan voeding die we innemen.<sup>40</sup> Een nettoverlies van 9 calorieën.

### **Energiedichtheid, intermittentie, milieu-impact, lock-ins en meer**

Maar er zijn nog meer issues die spelen als het erop aankomt (alternatieve) energiebronnen te evalueren of in te schatten. Nog meer energie-*basics* en kwesties dus die onze aandacht verdienen.

Energiedichtheid speelt bijvoorbeeld een rol. Het is de hoeveelheid vermogen of energie per eenheid volume of massa. Hogere dichtheid is interessanter: de energie zit immers in een kleiner volume of kleinere massa 'verpakt'. Transporteerbaarheid van energie speelt een rol. Zeker als ze niet gebruikt wordt waar ze opgewekt of gewonnen wordt. De opschaalbaarheid van technieken speelt een rol, evenals de benodigde resources. Maar over dat laatste hadden we het al in het item rond de materiële bottlenecks van technologieën van wind- en zonne-energie, en batterijen.

Betrouwbaarheid en energie(bevoorrading)zekerheid zijn een belangrijk criterium. Er is bijvoorbeeld de niet onaanzienlijke kwestie van intermittentie van wind en zonne-energie: de zon schijnt niet altijd en de wind waait niet voortdurend. Dat betekent dat back-ups in energiesystemen of energievoorziening een rol spelen: ze moeten de dalen kunnen opvangen. Maar ook piekbelasting, en overbelasting van netten vormt een probleem. Er moet met andere woorden zowel voor back-ups

---

<sup>40</sup> Professor David Pimentel, *College of Agriculture and Life Sciences*, Cornell University, personal communication to Richard Heinberg, geciteerd in The Oil Depletion Analysis Centre & and Post Carbon Institute. (2008). *Preparing for Peak Oil. Local Authorities and the Energy Crisis*, p. 11. Zie ook het cijfer van 70 % energieverlies bij voedselproductie in Pfeiffer, D. A. (2006). *Eating fossil fuels: Oil, food and the coming crisis in agriculture*. New Society Publishers, p. 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. (Idem, p. 21.)

en reservesystemen als voor opslag en buffers gezorgd worden, of voor spreiding van belasting – wat bijvoorbeeld de bedoeling is achter slimme meters.

En er is de kwestie van milieu-impact. Die zien we natuurlijk op de eerste plaats bij de klimaatverstoring door de verbranding van fossiele brandstoffen en de milieudegradatie die bij de ontginning komt kijken.<sup>41</sup> Maar het is alvast niet zo dat hernieuwbaar betekent dat er geen milieu-impact zou zijn. Uit de levenscyclusanalyse – LCA, *life cycle analysis* – van de installaties die groene stroom leveren, leren we dat die soms niet te verwaarlozen zijn. Mijnactiviteiten zijn nodig voor de materialen voor nieuwe technologieën en batterijen – daar hangt een milieukost aan vast. Waterkrachtcentrales die op rivieren gebouwd zijn, onderbreken via stuwdammen de trek van vissen of brengen andere ecologische diensten van rivieren in het gedrang: slibafzetting, waterzuivering, voedselvoorziening. Afwegingen zullen nodig zijn.

Aparte aandacht verdient ook nog het idee van energiesystemen zelf. Daarmee bedoelen we alle componenten samen die te maken hebben met hoe (een bepaalde vorm van) energie geproduceerd, omgezet en afgeleverd wordt bij de eindgebruikers. Oliewinning, verbrandingsmotoren, tankstations, mazoutketels, pijpleidingen, ... ze horen bij elkaar. Een samenleving die bijvoorbeeld voor haar mobiliteit resoluut die weg is opgegaan, en daar volop in heeft geïnvesteerd, staat voor een heuse uitdaging als verandering nodig is. Want één component die verandert, betekent een aanpassing van het systeem en de erbij horende infrastructuur, van de hele architectuur van het systeem met andere woorden. Elektrische auto's horen bijvoorbeeld samen met batterijen, laadinfrastructuur, elektriciteitsnetten en hoogspanningslijnen. Niet noodzakelijk een eenvoudige omschakeling.

In systeemterminologie spreekt men wel eens van padafhankelijkheid en – het resultaat ervan – van *system lock-in*: eens een pad gekozen is en de samenleving die weg goed en wel is opgegaan, is het niet meer zo evident te veranderen als we op een fout of doodlopend spoor blijken te zitten. Alles is immers intussen helemaal op elkaar afgesteld geraakt. Keuzes uit het verleden bepalen zo voor een belangrijk deel het nu. En keuzes die we nu maken bepalen de toekomst nog voor die zich manifesteert. Investeringskeuzes van nu hebben een groot belang, en dat geld kunnen we maar één keer uitgeven.<sup>42</sup>

Transities – periodes van overgang – laten overigens typisch een diversiteit aan systemen zien. En laat diversiteit nu net ook zijn wat systemen veerkrachtiger en robuuster maakt: ze hangen immers niet kwetsbaar af van slechts één manier om ons te organiseren wat energie betreft. *One-size-fits-all* oplossingen zijn er niet. Ze zijn zelfs geen goed idee.

En een laatste energie-*basic* om mee af te sluiten: belangrijke energiewinst en -besparing zit in de energie die we niet (meer) gebruiken. Een vaak vergeten basisprincipe.

Of moet de allerlaatste energie-*basic* dan toch de kostprijs zijn? Het mechanisme waardoor we als samenleving ons gebruik zichtbaar naar beneden brengen als de prijs te gortig wordt, en alleen dan? Het spreekt voor zich dat kostprijs een belangrijk en manipuleerbaar criterium vormt in het afwegen

---

<sup>41</sup> Gas wordt wel eens de 'milieuvriendelijkste' van de fossiele brandstoffen genoemd, en wordt daarom door sommigen gezien als waar we misschien iets langer mogen aan vasthouden als we dan toch nog fossiele brandstof nodig hebben. Maar als alles in rekening gebracht wordt – de vele methaanlekken bij winning en transport bijvoorbeeld – maskeert zo'n term ('milieuvriendelijkste') nog altijd een harde, klimaatontwrichtende realiteit. Voor steenkool en gas doet zich trouwens iets vergelijkbaars voor als bij olie: dat de winning steeds moeilijker wordt, met meer milieu-impact, en wat men wint is gemiddeld van steeds mindere kwaliteit.

<sup>42</sup> Investeringskeuzes bijvoorbeeld in verband met de energiedrager: elektriciteit of toch maar waterstof (of allicht een combinatie)? Een voorbeeld: aanzienlijke investeringen in LNG-terminals en -infrastructuur in de nasleep van een Europese energiecrisis in 2022 maken ons deels afhankelijk van dat pad. Een ander: keuze voor kernenergie maakt decentralisering – waar verschillende energiespecialisten voor pleiten – minder makkelijk: kerncentrales horen bij grote gecentraliseerde energiesystemen. Blijven inzetten op individuele automobilititeit – in plaats van bijvoorbeeld openbaar vervoer – betekent bruggen en wegen en bijhorende infrastructuur onderhouden, vernieuwen, uitbreiden.

van energiealternatieven. Maar wat iets uiteindelijk kost, en op welke termijnen bepaalde kosten worden afgewenteld op anderen, is al een kwestie op zich: naast productiekosten is het een kwestie van onderzoeksbudgetten, investeringskapitaal, subsidies of voordelen op allerhande niveaus, marktmechanismen, prijsafspraken, geopolitieke beslissingen, speculatie, monopolisering en zo meer. Ecologische (en toekomstige) kosten worden meestal genegeerd.

### **Het licht dat niet mag uitgaan over een tijdperk**

Tijd om even op onze stappen terug te keren.

We hebben gekeken naar de energiemix van de wereld: wat onze primaire energie betreft draaien we nog steeds voor 80 % op fossiele brandstoffen. We blijven bovendien op een ongezien groeipad. Ook al daalt op verschillende plekken in de wereld het fossiele brandstofverbruik – of moeten we zeggen het: het verplaatst zich? – de voorbije halve eeuw is het wereldwijd meer dan verdubbeld.<sup>43</sup> En als het even hapert of niet lukt – financiële crisis, pandemie, oorlog, geopolitiek gerommel – doen we er alles aan om toch maar zo snel als mogelijk weer aan te pikken met de voor ons normale gang van zaken. Groei dus. Die meer energie vraagt.

We weten dat fossiele brandstoffen eindig zijn en zien signalen van dit aflopend verhaal aan de horizon. Al meer dan die halve eeuw lang waarin we het gebruik ervan verdubbeld hebben. We weten van klimaatverandering. Al diezelfde halve eeuw lang. We snappen de link tussen fossiele brandstoffen en die klimaatverandering. En we hebben weet van tal van alternatieven om in energie te voorzien, en hoe we minder energie kunnen gebruiken, en desnoods hoe we de tering naar de nering moeten zetten. De alternatieven werken, stuk voor stuk, en beter en beter, al blijven er ook issues rond en moeten er afwegingen gemaakt worden. Maar we hebben ze dus blijkbaar niet op de schaal en op de snelheid die nodig zijn.

De samenleving als geheel lijkt zich meer en meer ook echt bewust van het klimaatprobleem dat rechtstreeks aan energie gekoppeld is. Bewust ook van een uitdijende ecologische crisis. Minstens één volledige nieuwe generatie is er ondertussen mee opgegroeid. Elk bedrijf, elke school, elke groep of instelling die zichzelf min of meer respecteert heeft het over duurzaamheid, transitie, of de noodzaak van verandering.

Er gebeurt veel. Ontzettend veel. Mensen laten hun stem horen, gooien dingen over een andere boeg, werken aan transitie, herstellen veerkracht, beschermen natuur, veranderen van economie, beslissen om anders te reizen of anders te eten, hun kinderen anders op te voeden... We organiseren klimaatstoppen, biodiversiteitstoppen, oceaantoppen, duurzame ontwikkelingstoppen. We maken mooie beloftes en vinden mekaar (moeizaam, en een beetje) in onze bezorgdheid. Om de zoveel tijd komen we met nieuwe *frameworks* die ons moeten gidsen: *millenium development goals*, *sustainable development goals*, *roadmaps*, *target plans*, protocollen.

En toch slaan we amper een deuk in een pakje boter: CO<sub>2</sub>- en fossiele brandstofcurves willen van geen wijken weten en blijven netjes op hun groeilijnen zitten.

Waarom? Waarom mag het licht niet uitgaan over dit tijdperk, zodat iets anders in de plaats kan komen? Zodat wat nodig is kan gebeuren, en niet alleen wat haalbaar en betaalbaar is?

Er moet meer aan de hand zijn.

---

<sup>43</sup> Om te kunnen vergelijken met de eerdere IEA-cijfers van 1973 en 2019: in die tijd daalde in EU-27, het Europa van de 27 lidstaten, het fossiele brandstofverbruik met bijna 9 %. Het verplaatsen van industriële activiteiten naar elders in de wereld zal daar niet vreemd aan zijn.



## Ethiek als kritische reflectie op onze gangbare moraal

Op dit punt in onze verkenning van het energievraagstuk wordt het stilaan goed duidelijk dat de energiekwestie om het zo te zeggen geen energiekwestie is.

Of toch niet alleen.

Het is veel meer dan een technisch, brandstof- of vervangingsprobleem. Het is een economisch vraagstuk, een samenlevingskwestie, een cultureel issue. Een ethische aangelegenheid. Als ethiek de kritische reflectie is op onze gangbare moraal, dan houdt onze energiesituatie ons een spiegel voor. Ethiek vraagt zich immers af wat wijs handelen is, wat het goede is, en ze doet dat in de praktijk met vragen te stellen in de trant van: zijn we goed bezig? De energiesituatie houdt ons zo'n spiegel voor. Ze confronteert ons met de gangbare moraal van onze economie en ons geld, met de waarden en normen die in onze samenlevingen gelden, met wat we als geoorloofd en correct vinden in onze politiek, met wat we als normaal beschouwen in onze omgang met elkaar, de rest van het leven en de planeet. Met wat we doorgeven aan onze kinderen.

En ze doet ons daar vragen over stellen: over de dingen waarmee we vastlopen, over de dingen die ons welzijn op de lange termijn ondergraven, over de kansen die we anderen, en de toekomstige generaties van allerlei soorten ontnemen. Het wordt wel eens gezegd: foute vragen leveren nooit goede antwoorden. Het komt erop aan – en misschien is dat op dit moment wel onze grootste kracht als mensen – om de goede en pertinente vragen te stellen. Die verbinden ons trouwens meer dan de noodzakelijke diversiteit van antwoorden die mensen op die vragen dan weer geven.

Nu we op zoek moeten naar straffere hefboomen voor verandering zullen we met andere woorden dieper in het systeem moeten gaan neuzen. Of we kunnen het ook zo verwoorden: wie wil begrijpen waarom de dubbele bekommernis rond klimaat en uitputting de groei van het gebruik van fossiele brandstof in de wereld hoogstens een fractie heeft afgeremd, en al zeker niet naar beneden gebracht, die zal onder de waterlijn moeten gaan kijken. Wat zit daar waarom de verandering die nodig is er niet komt?

Daarmee roepen we het beeld op van een systeem als een ijsberg.<sup>44</sup> Onze samenleving bijvoorbeeld, of onze economie, of ons geldsysteem, of de combinatie ervan, of de wereld zoals we hem nu kennen, het zijn allemaal grote, samenhangende gehelen – systemen – die we als een ijsberg kunnen zien. Alleen het topje is zichtbaar, veruit het grootste deel van de ijsberg zit onder de waterlijn.

Het zichtbare topje, dat is wat er gebeurt in de wereld: iemand fietst naar school, een land valt een ander land binnen, een president wordt verkozen. Onder de waterlijn zit waarom er gebeurt wat er gebeurt: waarom fietsen, waarom die inval, waarom haalt die persoon het? Waarom, in de kwestie die ons hier bezighoudt, blijft verandering uit? En binnen de systeemvoorstelling van de ijsberg is wat er onder de waterlijn zit op zich ook weer gelaagd. Net onder de oppervlakte zit wat we patronen en trends kunnen noemen: gewoontegedrag dat de laag boven het water verklaart. Daaronder zitten dan weer de structuren, krachten en dynamieken die aan ons gewoontegedrag ten grondslag liggen. En het onderste stuk van de ijsberg, dat voor zijn stabiliteit zorgt en al het bovenliggende draagt, wordt gevormd door onze mentale modellen: hoe we denken over de werkelijkheid. Hoe we denken over de werkelijkheid wordt zichtbaar in fietsen naar school, een land binnenvallen, verkozen geraken.

---

<sup>44</sup> Zie bijvoorbeeld: <https://donellameadows.org/wp-content/userfiles/Final-Iceberg-Model.pdf> op de website van het Donella Meadows Project. Donella Meadows was één van de auteurs van het befaamde *The Limits to Growth* in 1972. Meadows is een autoriteit op vlak van systeemdenken. Meadows, D. H., & Wright, D. (2009). *Thinking in systems: A primer*. Earthscan. Meadows, D. H. (1999). *Leverage Points: Places to Intervene in a System*. The Academy for Systems Change. <http://donellameadows.org/archives/leverage-points-places-to-intervene-in-a-system/> Meadows, D. H. (n.d.). *Dancing With Systems*. The Academy for Systems Change. from <http://donellameadows.org/archives/dancing-with-systems/>

Maar uiteindelijk is er dus gewoon die ijsberg: één groot massief kluwen met een klein stuk dat zichtbaar is.

### **Inertie van een systeem**

Dus wat is dat massief kluwen waardoor we nog geen deuk in ons pakje boter slaan?

Wat zit er allemaal onder de waterlijn van onze systeemijtsberg waarom we maar niet van koers veranderen? Wat zijn de redenen waarom we blijkbaar het licht over dit tijdperk niet kunnen laten uitgaan, en de transitie maken naar iets anders? Redenen dat een paradigmashift geen realiteit wordt?<sup>45</sup>

*Wicked. A wicked problem.* Zo noemen we tegenwoordig zo'n kluwen:<sup>46</sup> een probleem dat zelfs aan probleemdefinitie ontsnapt. Een probleem dat als we het willen pinpointen eerder een symptoom van een ander probleem blijkt te zijn. Een probleem dat van gezicht verandert als het perspectief verandert: er is dus niet één verklaring die afdoende is. Een probleem waarvoor je een mogelijke oplossing niet kunt testen zonder in te grijpen. Een probleem dat met elke ingreep zelf weer verandert. Begin maar.

Onze strategie is de volgende. In een eerste stap duiken we onder de waterlijn en proberen een deel van dat kluwen zichtbaar te krijgen. Als warrig kluwen, als verweven geheel van verklarende elementen die tot allerlei domeinen van de werkelijkheid horen, gaande van politiek over sociologie en psychologie tot economie. Een laat ons wel wezen: en deel ervan, als aanzet. Maar wel in een dijk van een rollercoaster – zo zal blijken. In een tweede beweging proberen we daaruit een aantal dingen scherper te krijgen die met de diepe grondoorzaken van onze precare situatie te maken hebben. Met de culturele *lock-in* waarin we zitten: hoe we misschien als cultuur op een aantal punten gewoon vastlopen in een bepaalde manier van kijken en denken, in bepaalde logica's. *Change the way you look at the world and the world you look at begins to change.*

Om maar ergens te beginnen: veel beleid en politiek geeft niet echt blijk van een goed begrip van de ernst van de energie-annex-klimaatsituatie, en toont niet echt het wijze en volwassen leiderschap dat we ervan zouden verhoppen. Op allerlei niveaus zit beleid en politiek gevangen in het kortetermijndenken – van verkiezingen onder meer, of van populariteitspolls en bijhorende peilingskoorts. Daardoor kan al zeker niet voor ongemakkelijke boodschappen gerekend worden op de stemmenwinst of op het markt- en machtsaandeel waar het uiteindelijk om te doen is. En als het dan toch de kiezer zou zijn die beslist of de achterban die het laatste woord heeft, dan geeft die misschien ook niet echt blijk van een goed begrip van de ernst van de situatie. Zelfs democratisch kunnen samenlevingen hun ecologische basis zonder moeite onderuithalen. Politiek en beleid, op tal van niveaus, is in haar wetgevende of uitvoerende macht vaak ook gewoon geen match meer voor de machtige bedrijfs- en financiële lobby's. En om werkgelegenheid in huis te houden – die vaak afhankelijk is van die grote spelers – wordt politiek het hoofd gebogen. Privékapitaal dat privébelangen verdedigt – die alles met de opbouw van dat privékapitaal zelf te maken hebben –

---

<sup>45</sup> Onder paradigma verstaan we een samenhangend geheel van uitgangspunten, waarden en denkwijzen. Een basisset aan opvattingen over hoe de werkelijkheid werkt zeg maar. Onder paradigmashift of paradigmaverschuiving verstaan we dan een revolutie of omkering in ons hele denken, in onze cultuur, in ons mens- en wereldbeeld. Het is een inzicht uit systeemwetenschap dat als we fundamentele en blijvende veranderingen willen teweegbrengen, we dan diep in die 'identiteit' of de 'logica' van een systeem moeten ingrijpen.

<sup>46</sup> De term *wicked problem* is ondertussen gemeengoed geworden, en wordt ook voor andere issues gebruikt dan het sociale beleid waarvoor hij aanvankelijk bedacht was. De term gaat terug op Horst W. J. Rittel & Webber, M. M. (1973) Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy sciences*. 4 (2), 155–169. Voor het gebruik van de term *super wicked problem* en de toepassing ervan op klimaatverandering: Levin, K. et al. (2012) Overcoming the tragedy of super wicked problems: constraining our future selves to ameliorate global climate change. *Policy sciences*. 45 (2), 123–152.

slaagt erin om belangen in wetgeving, afspraken of akkoorden te gieten. En op bepaalde plekken in de politiek, waar macht gewoon helemaal verweven is geraakt met die financieel-economische toplaag, heeft lobbyen zichzelf overbodig gemaakt: de vroegere lobbyisten bezetten nu de politieke stoelen. Een rechterlijke macht moet dan weer waken over het naleven van de nieuwe wetten. Grondwetten en wetten van het volk die er blijkbaar niet in slagen om ecocide tegen te gaan of te bestraffen – misdaden tegen de natuur die vooralsnog als categorie ontbreken in dat grondrecht. En wat de regels en wetten betreft waaraan het bedrijfsleven en de financiële spelers zich te houden hebben, zien we het omgekeerde van wetgeving: vrijbrieven voor financieel kapitaal, deregulering die alles overlaat aan de economie van markten. Een wereldomspannende economie ondertussen die steeds meer energie gebruikt om steeds meer rijkdom te concentreren eerder dan te verdelen. En laten we niet vergeten dat ‘politiek en beleid’ haast synoniem is geworden met het bepalen en kanaliseren van geldstromen. Wat wordt belast? Wie? Hoe zwaar? En waar gaat het geld naar toe? Wat wordt gesubsidieerd? Rechtstreekse en onrechtstreekse subsidies bijvoorbeeld voor de fossiele brandstofindustrie: subsidiëren we dan niet onze eigen klimaatverandering?

Dat geloof in de werking van markten is meteen een ander punt waar we hadden kunnen vertrekken. Markten werken. Daar bestaat geen twijfel over, al bedoelen we met ‘marktwerking’ hier iets anders dan wat mainstream economisten daar nu doorgaans onder verstaan. Markten werken in de zin dat ze een bepaalde dynamiek kennen, gedrag sturen en een bepaalde uitkomst hebben. Vraag is alleen natuurlijk welke kant ze dat gedrag opsturen, en dus hoe ze werken. Maar werken doen ze allemaal: zogezegde vrije markten (waarvan we ondertussen weten dat ze een mythe of utopie zijn), gereguleerde markten, lokale wekelijkse markten, nieuw ontwikkelde markten zoals voor broeikasemissies, markten gekenmerkt door oligopolies, kartelvorming, monopolies, supermarkten, markten van supermarkten, factormarkten.<sup>47</sup> En niet te vergeten: financiële markten. Geen enkele van deze markten faalt – alweer in de oneigenlijke betekenis van ‘marktfalen’. Al die markten doen allemaal precies wat ze doen, of wat we ze toestaan te doen. Soms, en gedurende enige tijd, zijn sommige van die markten goed voor het algemeen belang en lijken ze welvaart te verspreiden, en vooruitgang te verzekeren. Dat is althans het verhaal dat errond hangt: via het wonder van de concurrentie worden dingen alsmaar goedkoper en gaan technologie en wetenschap er altijd maar op vooruit. Nog los van of dat allemaal werkelijk zo is, en nog los van het menselijk leed en de milieudegradatie die achter ‘goedkoop’ zit, is dit op zijn minst een opvallende attributietheorie: dat wat we rondom ons zien (en vooral dan de positieve aspecten daarvan) te wijten zou zijn aan (vrije) markten. Zo iets zet wel heel wat tussen haken: sociale strijd, samenwerking, maatschappelijke spelers als universiteiten en onderzoeksgroepen, sociaal kapitaal waarzonder niets nog werkt, en de enorme toename aan beschikbare energie om er maar een paar te noemen. Energie: de over het hoofd geziene *resource of resources*.

Markten lijken vooral ook meer en meer geld te concentreren op enkele plekken, en de winst voor sommigen fenomenaal op te voeren. Winstgroei in plaats van winst. Overwinst, meer dan normale winst. Farmabedrijven cashen op een pandemie, wapenindustrie cashet op angst, energiebedrijven cashen op geopolitiek, financiële spelers cashen op zichzelf. Het gaat hier niet om een graantje meepikken, het gaat om een nauwelijks te stuiten honger naar meer. Bekommernissen, bezorgdheden en maatschappelijke betrokkenheid verdwijnen naar de achtergrond: iets voor *losers*, iets voor overheden. Wat geld kan opbrengen zal geld opbrengen – zo zegt de markt. En daarmee lijkt alles en iedereen onder het aanzuigeffect te komen van de ongrijpbaarste van alle soorten markten: de financiële markten.

Met de deregulering van daarnet in het achterhoofd zien we hier trouwens een ander deel van het massieve kluwen onder de waterlijn van de laatste 30 à 40 jaar. Het gaat om het voet aan de grond

---

<sup>47</sup> We spreken over factormarkten als niet alleen producten en diensten via markten verhandeld worden, maar ook de productiefactoren zelf: arbeid, land en kapitaal. Zie de analyse van historicus Bas van Bavel over hoe markteconomieën een cyclus ondergaan waarbij ze finaal en onvermijdelijk zichzelf onderuithalen. Zie: van Bavel, B. J. P. (2016). *The invisible hand? How market economies have emerged and declined since AD 500*. Oxford University Press.

krijgen van een verhaal of systeem dat uit verschillende componenten bestaat: zo weinig mogelijk overheidsinmenging, lastenverlaging voor bedrijven, verregaande privatisering van overheidsdiensten, vrij verkeer van kapitaal en goederen, prijzen bepaald door vraag en aanbod op de markt, bezuiniging op sociale uitgaven van de overheid, competitie en concurrentie als de drivers van vooruitgang, en als ieder voor zichzelf zorgt dan komt het goed voor iedereen. Aspecten van de realiteit die dit verhaal heeft weten te creëren: een wereldomspannende economie, een massale schaal, uitholling van daadkracht van overheden, rooibouw op mensen, op klimaat en op ecologie, het in de vergetelheid geraken van alles wat niet opbrengt, toenemende concentratie van rijkdom en macht bij een beperkte kring, welzijn van mensen onder druk, *a rising tide that sinks a lot of boats*, en een hoog competitief spel dat resulteert in *miracles* voor sommigen en een *race to the bottom* voor velen. Veel van deze dingen zouden er overigens niet geweest zijn als dit verhaal niet de enorme energiegolf had gekend waarop het surfte.

Misschien kunnen we zeggen dat het ons ook heel wat heeft opgeleverd – maar dan mogen we ook hier weer niet vergeten kijken naar de energie die er de mogelijkhedenvoorwaarde van was, en naar wie het dan precies is voor wie het heel wat heeft opgeleverd. Veel spullen, materiële welvaart, comfort en de wonderen van de moderne technologie bijvoorbeeld. Maar vooral heeft het ons – het grote woord! – vooruitgang gebracht. Die zijn er. Veel spullen. Materiële welvaart, al is die lang niet algemeen en zeker niet goed verdeeld. En comfort. Voor sommigen is het leven zelfs ongemakkelijk comfortabel ondertussen. Om de vele wonderen van moderne technologie kunnen we echt niet heen: er zijn nog nauwelijks plekken op de wereld waar daarvan geen spoor te vinden is, gaande van satellietverbindingen over medische spitstechnologie tot *open pit mines*. Maar vooruitgang? Dat vraagt minstens enige nuance. Zelfs waar het die medische wetenschap betreft die er het haast klassieke voorbeeld van geworden is. Is onze lichamelijke gezondheid en ons mentaal welbevinden, en die van de ecologie waar we deel van uitmaken, er echt op vooruitgegaan? Het minste wat daarover kan gezegd worden is dat dat discutabel is. Het hangt er dus toch maar vanaf wat we met vooruitgang bedoelen nu we in de situatie zitten waarin we zitten. En als we vooral kijken naar de positieve aspecten ervan, dan rijst opnieuw de belangrijke attributievraag: waar is die vooruitgang aan toe te schrijven? Verschillende ideologieën en verschillende (politieke) partijen schrijven vooruitgang en periodes dat het economisch goed gaat op het conto van hun eigen verhaal, programma of ideologie. Of als ze verkiezingen te winnen hebben, maken ze beloftes dat met hen de welvaart en vooruitgang zal terugkomen. Er is nauwelijks iemand te vinden die *credit gives where credit is due*: aan de haast eindeloze stroom aan goedkope energie die dit alles heeft mogelijk gemaakt. Successen worden doorgaans aan ideologieën gekoppeld, niet aan lage olieprijsen. Omdat moderne economische theorieën zich ontwikkelden in een tijd dat energiekosten verwaarloosbaar klein waren, enkele procentpunten, werd energie zelfs niet als limiterende factor ingecalculerd. Maar als een systeem echt op de fysieke grenzen botst van zijn energievoorziening, dan kan (politieke) ideologie daar weinig aan veranderen. Ook straatprotest, vakbondsacties of rebellie overigens niet. Die doen er allemaal (heel erg) toe als het erop aankomt hoe we met de situatie omspringen, hoe we beleid in deze situatie vorm moeten geven, welke koers we moeten varen, maar aan de fundamentele realiteit van grenzen zelf verandert er niets. Misschien heeft af en toe één generatie het beter dan een vorige, maar elke?

Om nog even bij de attributietheorieën te blijven: dat – hier, bij ons – nogal wat mensen het (materieel) beter hebben dan in de beginnende industriële revolutie, heeft met sociale strijd te maken, met mensen die opkomen voor hun rechten binnen een systeem dat in zijn interne dynamiek die rechten zoveel mogelijk ontkent. Tot op zekere hoogte. Want het systeem werkt natuurlijk bij gratie van die arbeiders. En gaandeweg ook bij gratie van die werknemers in hun hoedanigheid van consumenten. Een typische, zelfversterkende terugkoppeling. Omdat we via onze jobs en onze inkomens in ons levensonderhoud dienen te voorzien, zijn we natuurlijk ondertussen allemaal betrokken partij. Wat we nodig hebben moet gekocht worden op die markten. In de vorm van producten en diensten. Consumptie moet productie en diensten op peil houden. Productie en

diensten moeten werkgelegenheid op peil houden. Werkgelegenheid moet koopkracht op peil houden. Koopkracht moet consumptie (en afbetalingen) op peil houden. Een cirkel van productie en consumptie waarin steeds minder vragen mogelijk zijn over het wat en hoe van wat er verhandeld wordt, of over de inhoud en zinvolheid van onze jobs: alleen dat alles overeind moet gehouden worden.<sup>48</sup> Dat is de logica zelve als we van binnenuit kijken, maar van op afstand is het een vreemd kaartenhuis dat gebouwd is op enorme hoeveelheden goedkope energie.

De logica en de zelfversterkende terugkoppeling waarin we vastzitten gaan trouwens nog verder: het net geschetste spel van productie en consumptie moet via belastingen ook overheidsinkomsten op peil houden. Om kwalitatief onderwijs op peil te houden. Om publieke infrastructuur zoals rioleringen en wegen, om dienstverlening, om gezondheidszorg, om pensioenen en ga zo maar door op peil te houden. En bij voorkeur nog te verbeteren. Al voelen we met dat laatste voorbeeld dat er grenzen bereikt zijn. De voorzieningen, de dienstverlening en de materiële welvaartsniveaus die een naoorlogse generatie hier stilaan begon te genieten (vooral op basis van de energierevolutie): we zijn eraan gewoon geraakt. Als was het normaal, een basisrecht. Veel mensen staan, waar ze dat kunnen, op wat ze als hun rechten beschouwen, en boeten niet graag aan comfort en welvaart in – en al zeker niet als ze zien dat anderen steeds meer van de koek naar zich toehalen. Toenemende individualisering ondergraaft op veel plaatsen een pleidooi voor solidariteit, plichten en verantwoordelijkheden. Zijn we egoïstischer geworden? Misschien wel, misschien ook niet: mensen helpen elkaar in concrete situaties en zeker waar de nood het hoogst is. Maar er is wel iets met die toenemende individualisering. Voor velen is ondertussen een neoliberal en vrijemarktverhaal niet langer slechts een visie op economie, maar een zelfdefinitie van de mens: we zijn egoïstisch, *selfish genes*, en we móeten vooral aan onszelf denken. Hier en nu, want we leven maar één keer. Een zelfverstaan dat het hele systeem alleen nog maar sterker betonneert. En een gigantische ineenschrompeling van de kosmische inbedding van onze menselijke realiteit.

Geld – wat al terloops is aangeraakt – is overigens ook een substantieel deel van de verklarende ijsberg die onder water zit.<sup>49</sup> Onze wereld draait om geld, en zonder geld valt alles stil, gebeurt er niets. Geld is zondermeer deel van het kluwen, als het er al niet het bindweefsel van is. Economie en bedrijfsleven, zeker waar het de megaspelers betreft, worden meer en meer door geld, beursnotering, aandelhouderswaarde en de belofte van grote dividenden gedicteerd. Bekommernis voor *people* en *planet* gaan vaak niet verder dan waar dat goed is voor de *profit*. En niet te vergeten: werkgelegenheid, inkomens, en dus ook belastinginkomsten voor overheden zijn in toenemende mate afhankelijk van deze grote spelers die meer en meer de regels gaan bepalen – in het belang van sommigen. Een financiële wereld, waarin het alleen nog maar om de flitsende *bits and bytes* van supermobiel geld gaat, is niet geïnteresseerd in ecologie of energie of (zelfs) economie. Tenzij er geld mee kan gemaakt worden. Het is een wereld die leeft van waarde-extractie: hij voegt niets toe en haalt overal geld uit. Het is ook een wereld die de gevangene is van haar eigen kortetermijndenken: kwartaalcijfers eerder dan generaties vooruit te denken, en nanoseconden als het op lucratieve transacties aankomt.

Maar ook het geldsysteem op zich speelt een onthutsende rol onder onze waterlijn. Het systeem zelf is met andere woorden veel minder onschuldig dan het lijkt. Geld dat voor het overgrote deel uit schuld bestaat, die met samengestelde interest moet afbetaald worden – door gezinnen, bedrijven en overheden gelijk – betekent dat er in de toekomst groei moet gerealiseerd worden om dat extra geld voor die samengestelde interest te gaan verdienen. Al bij al een dodelijke cocktail: *to keep going, we need to keep growing*. Vreemde economische concepten zoals ‘nulgroei’ en ‘negatieve

---

<sup>48</sup> Hier botsen we op de reden van heel wat mist, verwarring en (opzettelijk) onbegrip in het duurzaamheidsdebat. Het is een zinloos debat tenzij er op de echt belangrijke vraag gefocust wordt: wat moet er volgehouden of overeind gehouden worden?

<sup>49</sup> Geld vormt een apart hoofdstuk en een aparte tekst.

groei' laten zien hoe groei inderdaad het onbetwiste nieuwe normaal is geworden. We zijn bovenop onze energieafhankelijkheid ook nog eens groeiafhankelijk. Met onze jobs en onze inkomens zitten we in groei-economieën vast die niet anders kunnen dan het primaat van zichzelf te bevestigen over alle (andere, ecologische) bekommernissen. Economische nood breekt telkens weer ecologische wet, en verkiezingsbeloften die inspelen op de terechte aandacht voor de ecologische onderbouw, verwateren maar al te vaak als het op concurrentie, en jobs aankomt. *It's the economy, stupid!*<sup>50</sup> Op een eindige planeet, met een beperkte draagkracht, en met dat enorme surplus aan fossiele energie dat hoe dan ook, vroeg of laat, die groei niet kan blijven ondersteunen. Gesteld dat we dat al willen – ecologisch en klimatologisch slaat het alvast nergens op, er bestaat niet zoiets als *decoupling*. *What goes up must come down* – de wet van het leven. Groeidynamieken die uit de hand lopen, eindigen in systeemcrashes of burn-outs. En wat energie betreft: 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. Er is geen empirische evidentie voor. Als materiaal- en energieverbruik al dalen in zogezegd ontwikkelde landen, dan betekent dit vaak gewoon dat veel van de (energieverslindende, grondstofbelastende en milieuvervuilende) productie geoutsourcet is naar verre, andere plekken.

We komen terecht bij andere dingen onder de waterlijn. Wat we zo mooi mondialisering of globalisering noemen – een realiteit die op zich al heel wat mobiliteits- en transportenergie vraagt – maskeert vaak minder fraaie toestanden. Termen als neokolonialisme, uitbuiting, exploitatie, uitsluiting, extractivisme en roofbouw zijn vaak beter op hun plaats. Grote stukken van de wereld zijn omwille van olopemde schulden, omwille van opgelegde herstructureringsplannen, omwille van corruptie, interne conflicten of falend beleid, omwille van schaamteloze buitenlandse inmenging, omdat ze slachtoffer zijn geworden van financiële markten, omdat ze een grote droogte of andere natuurramp niet op eigen kracht te boven konden komen, of simpelweg omdat het geluk niet aan hun kant stond, overgeleverd geraakt aan een ideologie en een waarde-extractiesysteem waar ze totaal geen vat meer op hebben. Ook dit is de geschiedenis van de voorbije decennia: een diversiteit van lokale subsistentie-economieën geraakt nog verder ontwricht en ontmanteld om vervolgens opgezogen te worden in een wereldeconomie gedicteerd door financiële markten, grote aandeelhouders en al wie gretig op return on investment en dividenden wacht. Er rest velen, individuen zowel als landen die in een schuldental zijn terechtgekomen, niet veel anders om simpelweg hun arbeid, hun grondstoffen, energie, bossen en andere natuurlijke rijkdommen in toenemende mate uit te verkopen. De groepen die daarvan ter plekke profiteren, vervoegen, nu ze over de middelen beschikken, op hun beurt de mondiale productie- en consumptiekring. Waarom zouden mensen overigens achterblijven, of minder recht hebben op het soort materiële welvaart dat elders in de wereld de norm is?

Via schimmige constructies, belastingparadijzen en schaduwbankieren komt echter veel van die rijkdom – ondertussen in de vorm van geld – wel ergens anders terecht waar men niet op een feestje meer of minder kijkt. En als grote spelers financieel aan het feest zijn, strijken de spelverdelers gegarandeerd bonussen op. Het is zelfs zo dat wat vroeger niet echt het licht mocht zien – al die schimmige dingen die toch een beetje onheus werden geacht – ondertussen open en bloot kunnen: wie wint heeft het spel goed gespeeld, wie verliest moet het spel maar beter leren spelen. Dat is wat velen stilaan ook echt zijn gaan geloven. De winnaars staan in onze economiehandboeken: als de grote voorbeelden van hoe we het allemaal zouden kunnen, als we het spel maar goed genoeg spelen. Maar welk spel spelen we dan precies? Onze planeet is eindig, onze draagkracht beperkt en onze ecologie is een nulsumspel, *a zero-sum game*: iemands winst is altijd het verlies van iemand anders. Alle win-wins en win-win-wins ten spijt (ook in dat soort terminologie bestaat een onzalig opbod): als de totale koek niet groeit, kunnen we onmogelijk allemaal winnen. Alleen heeft een ware

---

<sup>50</sup> Verwijzing naar een zin van campagnemaker James Carville in de presidentiële campagne van Bill Clinton in 1992 in de VS: het belang van de economie boven alles.

energiebonanza, en een *sky* die *the limit* werd, ons besef van realiteit min of meer on hold gezet. Grenzen? Daar doen wij niet aan.

Een andere insteek onder de waterlijn: de wereld waarin we leven is tegenwoordig veel meer die van steden, gebouwen, auto's, computers en schermen. Veel meer een technologische omgeving dan een werkelijkheid van bomen, dieren, rivieren en bergen. Natuurlijke ritmes van dag en nacht geraken verstoord, en seizoensverschillen worden in onze gebouwen geneutraliseerd via de klimaatcontrole van airconditioning en temperatuurregeling. Virtuele omgevingen worden de nieuwe werkomgevingen: onze nieuwste habitat. Onze fascinatie voor en vertrouwen in technologische vooruitgang is groot. Bij zoverre dat het vooral vanuit die hoek is dat we de oplossingen verwachten. Wat het probleem ook is: de technologie gaat het oplossen, en innovatie is daarbij de toverstaf. Innovatie: 'nieuw' of 'anders-dan-vroeger' is haast per definitie beter dan beproefd of *time-tested*. Wat oud is moet en zal vervangen worden. Daarmee komt veel bij het afval te staan. Ook dingen die altijd gewerkt hebben; of dat nu beproefde methoden van landbouw zijn of de op-één-na-laatste versie van onze smartphone. Alleen ziet haast niemand de gigantische olifant in de technologiekamer: zonder energie geen technologie. Technologie werkt niet vanzelf. En laten we bij technologie niet enkel aan machines, bedrijven en toestellen allerhande denken, maar ook aan informatie- en communicatietechnologie, data storage en gegevensnetwerken, aan internetten, intranetten, clouds, servers, *digital currencies*, e-commerce, artificiële intelligentie, rekenkracht, betaalinfrastructuur. Daarvoor mag de stroom ook niet uitvallen. Omwille van het energieverbruik, en omwille van de kwetsbare afhankelijkheid, verhuist technologie, minstens gedeeltelijk, van de oplossingskant naar de probleemkant. Technologie heeft overigens last van het reboundeffect of de Jevons' paradox: energiebesparing en efficiëntie worden meestal op verschillende manieren tenietgedaan door ander gedrag, hogere vraag, meer gebruik of veranderingen elders in het systeem.

Technologie heeft vooral ook onze werkelijkheidsbeleving veranderd. Net zoals geld dat deed. En markten dat deden. En schermen dat deden en doen. Het heeft er misschien de schijn van dat onze wereld groter en ruimer en weidser geworden is, maar evengoed kunnen we argumenteren dat het omgekeerde waar is. Eigenlijk zien we overal elders stilaan hetzelfde van wat we zien als we in de spiegel kijken. De werkelijkheid wordt in zijn kleurrijke diversiteit, ecologische zowel als culturele diversiteit, bedreigd. En de veelheid van perspectieven die we zelf kunnen innemen geraakt al eens gereduceerd tot voornamelijk één bril: de economische bril, en hier en daar een (pseudo)wetenschappelijke ter ondersteuning, als die beschikbaar is. Of we kiezen geld zelf als de maat van alle dingen; en zelfs als we dat niet echt willen worden we haast gedwongen om dat te doen – we hebben het voor zoveel dingen nodig. En door die bril verdwijnt er veel uit het zicht. En wat we wel nog zien, dreigt teruggebracht te worden naar het nut ervan in het eigen (economisch) project: veel van de natuurlijke omgeving wordt gewoon *resources*, mensen worden *human resources* – allemaal dingen die ingezet en gemanaged worden. Zelfs waar we geld als meetinstrument gaan gebruiken om bijvoorbeeld de waarde van belangrijke ecosysteemdiensten in te schatten ontstaan er perverse redeneringen. Alsof we financieel kapitaal kunnen omzetten in ecologisch kapitaal. Een op zijn minst vreemde kijk op de wereld. Geld is waardeloos. Tenzij er nog iets van waarde tegenover staat: als er geen waarde meer kan mee gekocht worden wordt geldelijke rijkdom synoniem met tragische en dodelijke armoede. Als geld het doel wordt, houdt het vroeg of laat op het middel te zijn waarvoor het bedoeld was. Gebiologeerd (of gegijzeld) door het geld slaagt ons systeem er niet in de meest fundamentele rijkdom van ons bestaan te onderkennen en te waarderen: onze natuur, de dragende kracht van ons bestaan. Ons ecologisch analfabetisme is zorgelijk. En steeds minder hebben wij het gevoel en de dagelijkse ervaring dat we onderdeel zijn van de natuur. Een losgeknipt bestaan. Vaak weten we niet, en ervaren we niet, wat zich afspeelt. En wat niet weet, niet deert?

Laten we, om onze duik onder de waterlijn af te sluiten, nog even specifiek naar energie kijken: naar een evolutie die er tegelijk het enorme belang van toont. Vreemd om er zo mee te beginnen, maar energie is op de eerste plaats energie: het is wat alles en iedereen nodig heeft om, volgens de

woordenboekdefinitie, 'arbeid te verrichten'. Alles draait op energie en energie is de bron van alle leven: planten halen ze uit de zon, voor zichzelf, en voor anderen, die ze op hun beurt voor zichzelf gebruiken, en voor anderen. En zo verder in eindeloze cirkels en cycli van omzetting en recyclage. Voedsel. Spierkracht. Dierkracht. Met de massale consumptie van oude, opgeslagen zonne-energie in de vorm van fossiele brandstoffen neemt onze capaciteit om 'arbeid te verrichten' gigantisch toe. Dat verandert, in tandem met de industriële revolutie, de aanblik van de wereld. Omdat de voorraden fossiele brandstof niet gelijk over de wereld verdeeld zijn – sommige landen hebben er veel, andere landen weinig, nog andere geen, en alle nuances daartussenin – wordt deze energie natuurlijk vrij snel een belangrijke handelswaar: iets wat kan verkocht worden op de markt en waar inkomsten of winsten mee kan gemaakt worden. Energie wordt dus ook meer dan simpelweg energie: ze wordt handelswaar, *commodity*. Belangrijke en interessante handelswaar: niemand, en al zeker niemand in de ondertussen hooggeïndustrialiseerde wereld kan nog zonder. Dat soort afhankelijkheden creëert – om het neutraal te zeggen – mogelijkheden: om dingen te verkrijgen, markten te bespelen of allianties vorm te geven wordt de flow van dit soort energie naar de wereldmarkt gemanipuleerd. In een geopolitiek spel worden olie- en gaskranen dicht- of opengedraaid worden. Pijpleidingen gebouwd en pijpleidingen gesaboteerd. Energie is daarmee opgeschoven van handelswaar naar *strategic resource*: een zo belangrijke hulpbron dat er diplomatieke oorlogen, handelsoorlogen, en echte oorlogen over gevoerd worden. Voor die echte oorlogen is overigens ontzettend veel fossiele brandstof nodig: energie wordt zo zelfs oorlogswapen, want een militair-industrieel complex zonder energie verliest zijn machtsbasis. En energie en energie-infrastructuur worden zelf ook doelwit in oorlogen – daar kan de ander mogelijks op de knieën gaan. We zien dus het enorme economische, strategische, geopolitieke en militaire belang van energie, en meer bepaald van wat er de hoofdmoot van vormt: fossiele brandstoffen. En net omdat ze zo ontzettend belangrijk zijn, en omdat in onderlinge afhankelijkheidsrelaties niemand de dans nog ontspringt, zijn fossiele brandstoffen ook nooit anders dan in het vizier geweest van de financiële markten. Onze simpele energie toont nog maar eens een ander gezicht: ze verschijnt nu als cruciale investeringsopportunity, en maakt stilaan ook het voorwerp uit van schaamteloze speculatie. Fossiele brandstoffen vertegenwoordigen tientallen procenten van de beurswaarde van grote bedrijven, banken, pensioenfondsen.

En er valt wellicht nog meer te ontwaren diep in het systeem. Bijvoorbeeld rond de verwevenheid van energie, via groot geld, met kranten, tv-stations, (sociale) media en (des)informatie. Allemaal deel van een massief kluwen.

### **Van brandstof veranderen en van systeem veranderen**

Zulke rollercoaster onder de waterlijn van ons systeem laat een aantal dingen zien.

Hij laat zien dat energie verweven zit in veel meer dan we doorgaans beseffen, en dat de wereld zoals we haar nu kennen ook mee het resultaat is van die energie – aan energie raken is aan alles raken. Hij laat de mirakels daarvan zien, zowel als de donkere schaduwkanten en de ondertussen kwetsbare afhankelijkheid. Maar vooral ook laat onze duik onder de waterlijn zien hoe alles samenhangt en hoe die samenhang zich als het ware (verbeten) aan zichzelf vastklampt, zichzelf in stand houdt. Daarvan getuigden al eerder de cijfers over nog steeds toenemend energieverbruik en toenemende broeikasgasuitstoot ondanks het besef van nakende uitputting en de realiteit van klimaatverandering. Systeemdenkers zijn vertrouwd met deze dynamiek: ze heeft te maken met een complex patroon van terugkoppelingen dat een systeem in zelfbehoud vastzet. Een soort *lock-in*.

Op zich is er natuurlijk niets mis met een tendens om zichzelf in stand te houden, integendeel. We kennen allemaal dingen waarvan we hopen dat die zich in stand houden, dat ze blijven duren, dat ze niet ondergraven worden. Systemen vertonen trouwens vaak ook een andere dynamiek: een tendens tot aanpassing aan veranderende omstandigheden. Of ze beschikken over de veerkracht om



schokken te incasseren. En eigenlijk kan je ook die nog zien als een uiting van de dynamiek van zelfbehoud. Maar systemen kunnen of moeten soms ook echte transformatie ondergaan: dan worden ze iets anders dan wat ze waren. Misschien worden ze wel iets heel anders met het oog op het behouden van hun oorspronkelijke doel of functie. Veranderen om te behouden – zo zouden we het dan kunnen benoemen.

In de achtergrond voelen we de vraag rond energie verschuiven. Van ‘hoe houden we onze wereld draaiend?’ naar ‘welke wereld willen we eigenlijk draaiende houden?’.

Het hele punt is inderdaad gewoon: wat willen we behouden, wat willen we bereiken, en wat moeten we daarvoor veranderen? De tijdsdimensie die daarbij hoort maakt het complex: dingen die we op de korte tijd willen behouden, staan soms haaks op wat we op de lange termijn (op een ander niveau) willen bereiken. Maar als het systeem waarin we ons bevinden ons niet langer helpt, niet resulteert in wat we willen bereiken, of ondergraaft wat we willen behouden, dan is een *system lock-in* wel degelijk een probleem. We worden als het ware onze eigen valkuil waar we maar niet uit geraken.<sup>51</sup> En *scratching the surface* zal niet helpen.

Over wat we willen bereiken, en wat we willen behouden, en wat we daarvoor eventueel moeten veranderen, bestaat natuurlijk een diversiteit aan opvattingen. En niet te vergeten: voor heel wat mensen is er gewoon ook geen issue: het systeem geeft hun wat ze willen, en er hoeft helemaal niets te veranderen. Bijkomende moeilijkheid – lastig om te zien, vervelend om toe te geven – is dat nogal wat opvattingen over wat we al dan niet te doen hebben, gewoon een exponent van het systeem zelf zijn. Of hoe een nauwelijks zichtbare *lock-in* zelfs hier in haar eigen staart bijt. *Bounded rationality* wordt zo iets wel eens genoemd: we nemen beslissingen en maken keuzes op basis van onze kijk op de zaak (die per definitie altijd een beperkt perspectief). En binnen onze logica zijn die beslissingen natuurlijk logisch – wat anders? Een gekende uitspraak die over de moeilijkheid gaat om de eigen logica te doorbreken, is die van Einstein: krankzinnig ben je als je steeds hetzelfde doet en toch andere resultaten verwacht – we kunnen een probleem niet oplossen met de denkwijze die het heeft veroorzaakt. Helaas staat het ondertussen heel chic om Einstein te citeren en daarna doodleuk verder te wandelen op de platgetreden paden.

Uitmaken wat ertoe doet, en een doodlopend spoor verlaten, het is een hele opgave. Vandaar overigens onze verkenning van de ecologie en geschiedenis van energie, en onze duik onder de waterlijn van de wereld die we kennen: om een zo breed en geïnformeerd mogelijke kijk te ontwikkelen als het op keuzes, veranderingen en hefboomen in het systeem aankomt. Een belangrijk onderscheid dat we daarbij opgeraapt hebben, is het verschil tussen natuurlijke systemen enerzijds en doelgerichte, menselijke systemen anderzijds. Ecologie kunnen we misschien beperkt oprekken in haar capaciteit om energie en resources te leveren en afval op te nemen, we kunnen natuurlijke systemen misschien een tijdlang overvragen als het op de vele ecosysteemdiensten aankomt die de planeet ons levert, maar finaal valt er met die planeet niet te onderhandelen. Die heeft haar eigen wetten. Menselijke systemen, zoals economieën, geldsystemen, voedselsystemen, politieke systemen en onderwijssystemen, daar valt wel over te onderhandelen. Het zijn stuk voor stuk manieren van denken die uitmonden in manieren van doen. Het zijn geen natuurwetten. Menselijke systemen kunnen we wel veranderen – hoe moeilijk of onmogelijk dat soms ook kan lijken. Natuurwetten niet.

Als we de oplossing van het energievraagstuk blijven zien als een simpele substitutiekwestie – we vervangen de brandstof van het systeem en verder niets – dan missen we belangrijke lessen uit het heden en het verleden. Bovendien is de (economische, sociale, culturele) realiteit om ons heen zo taai, zo locked-in, dat die vervanging ons blijkbaar gewoon niet lukt, op wat procentpunten na. Wat

---

<sup>51</sup> *When you find yourself stuck in a hole, rule number one is to stop digging* - Matthew Simmons. Simmons, M. R. (2005) *Twilight in the desert: the coming Saudi oil shock and the world economy*. Hoboken: Wiley.

meer is: in de diepte van die realiteit zitten economische en instrumentele logica's die ervoor zorgen dat die vervanging ons ook nooit zál lukken. Tenzij we precies van systeem veranderen: systemen gekenmerkt door groei en door het feit dat groei die groei moet overeind houden, zijn een anomalie – een afwijking. Daar kan, finaal, geen alternatieve energie tegen op. De hele energiekwestie doet ons daarom vragen stellen bij de economische opvattingen die ons dus niet toelaten, gisteren niet, nu niet en later niet, om fundamenteel van koers te veranderen. Het is een economie (en in haar zog een samenleving en een cultuur)<sup>52</sup> die in haar grondprincipes niet op een biofysische wereld gebaseerd is, geen rekening houdt met de wetten van de thermodynamica, en het speelveld en de verantwoordelijkheid voor zichzelf te nauw afbakent. Het is een economie die in haar dynamiek niet doorheeft dat geen ecologie geen economie betekent.<sup>53</sup>

Als we als mensen de beste versie van onszelf willen zijn, dan zou dit kunnen zijn waar we op inzetten: het welzijn van allen, en daarom ook het welzijn van de planetaire ecologie en onze directe omgeving die daar de dragende grond van is. Die moeten we in ere houden, mogelijks zelf regenereren. We zullen dus niet alleen van brandstof moeten veranderen. We moeten ook dieper in het systeem ingrijpen.

En hefbomen daartoe zitten overal: in hoe we reizen, hoe we in voeding voorzien, hoe we landbouw organiseren, hoe we bouwen en wonen, hoe we steden inrichten, hoe we ons verplaatsen, hoe we ons kleden, hoe we ons onderwijs inrichten, hoe we met natuur omgaan, hoe we aan politiek doen, hoe we wetgeving maken, hoe we nieuws maken, hoe we met technologie omgaan, hoe we geld gebruiken, ... Eenvoudige (en overlappende) basisprincipes die een leidraad kunnen vormen voor alle spelers in een samenleving zijn er eveneens: geen energie verspillen, kiezen voor efficiëntie, energie gebruiken waar dat prioritair is, dingen lokaal organiseren, lokaal produceren en lokaal consumeren, de aarde niet uitputten, overschakelen van dingen hebben naar dingen gebruiken, ophouden met geplande veroudering van producten, van producten diensten maken, de cycli en kringlopen van de natuur respecteren, dingen maken die lang meegaan, seizoensgebonden eten, plantaardig eten, de grote gehelen blijven zien, spullen hergebruiken, samenwerken en coöperatief denken, circulair denken, zo weinig mogelijk weggooien, ons afvragen wat gelukkig maakt, onnodig transport vermijden, diversiteit waarborgen, ons afvragen wat we kunnen geven in plaats van wat we kunnen krijgen, op de lange termijn denken, ... Alternatieven voor de gangbare economische theorieën en praktijken zijn er al evenzeer, het zijn evenzovele hefbomen voor ons denken: ecologische economie, *steady-state* economie, *commons* denken, welvaart zonder groei, post-koolstof samenlevingen, bioregionale economieën, transitie-initiatieven, *degrowth* economie, *local futures*, circulaire economie, donut-economie, *earth democracy*, economie van het genoeg, *gift economies*, deeleconomieën, *foundational economy*, regeneratieve economie, *biophysical economics*, *living economies* ...<sup>54</sup>

Het zijn notoir ook de moeilijkste dingen om aan te pakken, maar de diepste hefbomen, met de grootste kracht van verandering, zitten daar waar de energiekwestie onze cultuur een wat ongemakkelijke spiegel voorhoudt. Het is de plek waar we geconfronteerd worden met onze

---

<sup>52</sup> Het heeft er soms de schijn van dat onze economie onze cultuur en onze identiteit geworden is: 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. Daar kunnen scholen goede plaatsen voor 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. Schumacher, E. F. (2011). *Small is beautiful: A study of economics as if people mattered*. Vintage.

<sup>53</sup> De etymologie van de termen helpt: economie = oikos (huis) + nomos (regels, beheren) en ecologie = oikos (huis) + logos (woord, kennis). Geen huishoudkunde zonder kennis van het huis, en ook niet zonder het huis zelf.

<sup>54</sup> Enkele namen: Nicholas Georgescu-Roegen, Robert Costanza, Joan Martinez-Alier, Herman Daly, Elinor Ostrom, Tim Jackson, Ernst Friedrich Schumacher, Rob Hopkins, Helena Norberg-Hodge, Vandana Shiva, Charles Eisenstein, Kate Raworth.

verstoorde relatie met de natuur, ons ecologisch analfabetisme, ons ingekrompen tijdsbesef, ons niet of moeilijk kunnen accepteren van grenzen en van de dood, onze lineaire ideeën over vooruitgang, evolutie en groei,<sup>55</sup> ons antropocentrisme dat de mens centraal stelt en alle anderen en al het andere reduceert tot goed-indien-bruikbaar, ons verlies van gemeenschap en verbondenheid, ...

Maar in die spiegel zien we vast ook nog wel hoe uniek en prachtig we zijn als mens. Net als al die anderen met wie we het bestaan delen. En we zien een vindingrijke, creatieve en verbeeldingsvolle soort die haar naam – homo sapiens, de wijze mens – alle eer kan aandoen, en die weet wat haar bijdrage kan zijn aan de ecologie van het leven.

Misschien hebben we dus te herontdekken wie we zijn. En wat onze heel eigen energie is.

Tal van inheemse culturen op tal van plekken hadden daarvoor speciale rituelen. In zekere zin waren het misschien wel hun kostbaarste rituelen, want van het slagen ervan hing de toekomst af: kinderen of jongeren moesten op bepaald moment de overgang maken naar volwassenheid. Dat betekende dat ze afscheid namen van een zekere zorgeloosheid om hun eigen unieke verantwoordelijkheid en plek te ontdekken in het grotere geheel dat niet alleen dat van hun groep of samenleving was, maar ook van de wereld om hen heen en van de kosmos daaromheen. Het betekende dat ze ontdekten wie ze waren en wat hun unieke bijdrage aan het grotere geheel was. Als dat niet gebeurde viel volgens de overleveringen vroeg of laat de groep, de wereld en de kosmos uit elkaar. In al onze vermeende slimheid zijn wij ondertussen geneigd te lachen met dit soort praktijken, en met het soort misplaatste geloofssystemen dat eronder schuilt. Misplaatst?

Eén van de manieren waarop zo'n overgangsritueel naar volwassenheid gebeurde, was het uitsuren van de jongere om soms gedurende dagen eenzame tijd door te brengen op een iconische plaats in de natuur: op een berg, aan een waterval, bij de ingang van een grot, in de woestijn, onder een eeuwenoude boom, aan een rivier, bij een bron. De traditie wist, uit gecumuleerde ervaring van generatie op generatie, dat uiteindelijk alleen de natuur in staat is mensen hun plaats te wijzen en hen hun kracht te laten ontdekken. In wat voor rustige of uitdagende tijd ze ook terecht kwamen.

## Een begin

Het einde van een rit.

De verkenning die we gemaakt hebben van het energithema is maar een begin. Ze heeft ons op veel plekken gebracht en hopelijk wat energiewijzer gemaakt. En allicht heeft ze ons hier en daar aan het denken gezet. Ze is vooral een stevige uitnodiging geworden om energie in haar maatschappelijk-historische context te verstaan. En in het bijzonder de fossiele brandstoffen in hun maatschappelijk-historische rol.

We denken zo graag dat alles wat we bereikt hebben, voortkomt uit onze prachtige eigen ideeën, onze knappe koppen, ons technologisch vernuft en onze onnavolgbare creativiteit. We lijken een heel eenvoudige maar nuchtere observatie te vergeten. Zoals Heinberg het aangeeft: om samenlevingen te begrijpen, moeten we hun energiebasis begrijpen. Energie is de bepalende factor in geschiedenis en 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 fenomenale uitbreiding van de draagkracht van onze omgeving door massale consumptie van niet-hernieuwbare fossiele brandstoffen. Samenlevingen en maatschappijen gebouwd op de beperkte energie van

---

<sup>55</sup> Het is goed er nog even op te wijzen hoe diep dit tegen de haren instrijkt, en hoe contra-intuïtief dit voor veel mensen is: het is zo gangbaar, zo normaal, zo vanzelfsprekend om groei en vooruitgang als de oplossing voor alles te zien, en niet als deel van het probleem zelf. Geloof in vooruitgang en in groei: het is de dragende mythe van onze tijd geworden. Idem dito voor geld: het is gangbaar, normaal en vanzelfsprekend om geld als de oplossing te zien voor problemen (zelfs klimaatoplossen gaan *basically* over geld), niet als één van de grondoorzaken van bijvoorbeeld die klimaatmiserie.

vooral spierkracht en dierkracht zijn behoorlijk verschillend van wat we fossiele brandstofsamenlevingen zouden kunnen noemen. Maar hoe dan ook, in welke samenleving dan ook: haar energie is wat haar draagt. Energie is *altijd* van strategisch belang: de *resource* van alle andere *resources*. Met minder energie krijgen we minder toegang tot alle andere resources. En zonder energie kunnen we zelfs niet jagen, bewegen, denken of school maken.

Ecosystemen en samenlevingen volgen een primair metabolisme. In zekere zin moeten we zelfs niet leren om binnen de grenzen van de beschikbare energie te blijven: dat doen samenlevingen en ecosystemen altijd, met de ups en downs, en de ondergangen en heroplevingen die daarbij horen. Een samenleving kan geen energie aanwenden die ze niet heeft. Een samenleving kan geld als schuld uit de toekomst halen en het nu gebruiken met de belofte het terug te betalen. Maar voor energie werkt zo'n goocheltruc niet. Daar is het voeten op de grond: we hebben wat we hebben. Punt. De vervangers beginnen in de tabellen te verschijnen. Maar zoals we in de cijfers zagen: de uitdaging is fenomenaal. Evenredig fenomenaal – als we dat zo kunnen zeggen – met de boost die we kregen toen we het winnende lot van de fossiele brandstoffen trokken.

Fenomenale uitdagingen, misschien houden we daar als mens wel van.

De uitdaging om op korte termijn vervangers en alternatieven op stevige poten te zetten. De uitdaging om het gewoon met minder te doen, en wat we hebben eerlijk te verdelen. De uitdaging om daarvoor samen te werken in plaats van in escalerende conflicten verwickeld te raken. De uitdaging om afscheid te nemen van economische systemen die hun houdbaarheidsdatum ver voorbij zijn. De uitdaging om anders in ons voedsel te voorzien. De uitdaging om de energie van verbeelding, van creativiteit en van moed te herontdekken. De uitdaging om toe te geven dat we er op heel wat punten een potje van gemaakt hebben. De uitdaging om ondanks het rad dat geld ons voor de ogen draait onze ware rijkdom opnieuw te leren zien. Wij. Deze planeet.

De fenomenale uitdaging om onder een boom te gaan zitten. Of op een berg. Of bij een bron.

En te luisteren.

Rudy Dhont 2023

## Bibliografie

Wat volgt is een literatuurlijst die een deel van mijn studie- en onderzoekswerk in verband met het thema energie reflecteert.

- Abicht, L. (1993). *Goed leven is goed samenleven: Inleiding in de ethiek* (1. druk). Acco.
- Aertsen, C. (2009). *Designing Change. Social marketing voor duurzaamheidstransities*. Change Designers.
- Algera, M. (Ed.). (1993). *Ethiek in bedrijf*. 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*. Peeters.
- Bakan, J., & Nobel, J. (2005). *The corporation: Het pathologische streven naar macht en winst*. Business Contact.
- Barad, K. M. (2007). *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. Duke University Press.
- Barber, B., & Diderich, P. (2007). *De infantiele consument: Hoe de markt kinderen bederft, volwassenen klein houdt en burgers vertrap*. Ambo.
- Barrez, D. (2007). *Koe nummer 80 heeft een probleem: Boer, consument, agro-industrie en grootdistributie*. EPO.
- Bauman, Z. (2007). *Liquid times: Living in an age of uncertainty*. Polity Press.
- Berns, G. (2016). *De poriën van de economie: Een essay over de verhouding tussen economie en politiek*. Garant Uitgevers.

- Berry, T. (1999). *The great work: Our way into the future*. Three Rivers Press.
- Blowfield, M. (2013). *Business and sustainability*. Oxford University Press.
- Bode, B., & Vervliet, E. (2001). *Verbeter de wereld, begin bij de aarde*. Wereldwijd Mediahuis.
- Borradori, G., Habermas, J., & Derrida, J. (2009). *Philosophy in a time of terror: Dialogues with Jürgen Habermas and Jacques Derrida* (Nachdr.). Univ. of Chicago Press.
- Bouckaert, L., & Zsolnai, L. (Eds.). (2007). *Spirituality as a Public Good*. Garant.
- Boyle, D., & Simms, A. (2009). *The new economics: A bigger picture*. Earthscan.
- 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?* Van Arkel.
- Bregman, R. (2013). *De geschiedenis van de vooruitgang*. De Bezige Bij.
- Brockway, P. E., Owen, A., Brand-Correa, L. I., & Hardt, L. (2019). Estimation of global final-stage energy-return-on-investment for fossil fuels with comparison to renewable energy sources. *Nature Energy*, 4, 612–621.
- Campbell, C. J. (1999). *The coming oil crisis*. Multi-Science Publ.
- Campbell, C. J. (2005). *Oil crisis* (Reprinted). Multi-Science Publ.
- Campbell, C. J. (2007, July 13). Peak Oil – A Turning Point For Mankind. *ASPO Ireland*.
- Campbell, C. J., & Laherrère, J. H. (1998). The End of Cheap Oil. *Scientific American*, 78–83.
- Campbell, C. J., & Wöstmann, A. (2013). *Campbell's atlas of oil and gas depletion* (Second edition). Springer.
- Carbon Tracker & The Grantham & Research Institute, LSE. (2013). *Wasted capital and Stranded Assets*.
- Carbon Tracker Initiative. (2011, November). *Unburnable Carbon. Are the World's Financial Markets Carrying a Carbon Bubble?*
- Carrington, D. (2015, May 18). Fossil fuels subsidised by \$10m a minute, says IMF. *The Guardian*.
- Cato, M. S. (2006). *Market, schmarket: Building the post-capitalist economy*. New Clarion Press.
- Chamberlin, S. (2009). *The transition timeline for a local, resilient future*. Green Books.
- Clercq, B. J. de. (1981). *Politiek en het 'goede leven': Zeven hoofdstukken uit een politieke en sociale ethiek*. Acco.
- Coady, D., Parry, I., Sears, L., & Shang, B. (2017). How Large Are Global Fossil Fuel Subsidies? *World Development*, 91, 11–27.
- D'Alisa, G., Demaria, F., & Kallis, G. (Eds.). (2015). *Degrowth: A vocabulary for a new era*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Deffeyes, K. S. (2006). *Beyond oil: The view from Hubbert's Peak* (Updated with a new pref). Hill and Wang.
- Deffeyes, K. S. (2009). *Hubbert's peak: The impending world oil shortage* (New ed.). Princeton University Press.
- Demuth, B. (2019). *Floating coast: An environmental history of the Bering Strait* (First edition). W.W. Norton & Company.
- Desai, P., & Riddlestone, S. (2007). *Bioregional solutions for living on one planet*. Green Books for the Schumacher Society.
- Diederer, A. M. (2009). *Metal Minerals Scarcity: A Call for Managed Austerity and the Elements of Hope*. TNO Defence, Security and Safety.
- Eisenstein, C. (2011). *Sacred economics: Money, gift, & society in the age of transition*. Evolver Editions.
- Fizaine, F., & Court, V. (2016). Energy expenditure, economic growth, and the minimum EROI of society. *Energy Policy*, 95, 172–186.
- Fleming, D., Arkel, J. van, & Kuipers, I. (2009). *Energieslank leven met klimaatdukaten: Stapsgewijs minder energieverbruik voor allemaal nodig vanwege klimaatverandering en peakoil*. Van Arkel.
- Goodpaster, K. E. (2007). *Conscience and corporate culture*. Blackwell Pub.
- Goodwin, B. C. (2007). *Nature's due: Healing our fragmented culture*. Floris Books.
- Graeber, D., & Wengrow, D. (2022). *Het begin van alles: Een nieuwe geschiedenis van de mensheid* (R. van Kappel & B. Gravendaal, Trans.). Maven Publishing.
- Grauwels, A., Luyten, D., Caestecker, F., Scholliers, P., & Vanhaute, E. (2012). *Hedendaagse economische geschiedenis van België, een inleiding*. Academia Press.
- Gray, D., & Halink, Y. (2017). *De kracht van liminaal denken: Creëer de verandering die je wilt door je manier van denken te veranderen*. Vakmedianet.
- Hall, C. (2022). The 50th Anniversary of The Limits to Growth: Does It Have Relevance for Today's Energy Issues? *Energies (Basel)*, 15(14), 4953–.
- 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.
- 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.
- Hall, C. A. S., & Ramirez-Pascualli, C. A. (2013). *The First Half of the Age of Oil*. Springer New York.
- Harding, S. (Ed.). (2011). *Grow small, think beautiful: Ideas for a sustainable world from Schumacher College*. Floris Books.
- Hawken, P. (2007). *Blessed unrest: How the largest movement in the world came into being, and why no one saw it coming*. Viking.
- Hawken, P. (Ed.). (2017). *Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming*. Penguin Books.
- Heinberg, R. (2006). *The oil depletion protocol: A plan to avert oil wars, terrorism and economic collapse*. Clairview Books.
- Heinberg, R. (2007a). *Peak everything: Waking up to the century of decline in Earth's resources*. Clairview.
- Heinberg, R. (2007b). *Powerdown: Options and actions for Post-Carbon-World* (Repr). Clairview Books.
- Heinberg, R. (2007c). *The party's over: Oil, war and the fate of industrial societies*. 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.
- Heinberg, R., & Fridley, D. (2016). *Our renewable future: Laying the path for 100% clean energy*. Island Press.
- Hens, T. (2021). *Het is allemaal de schuld van de Chinezen! En andere doodoeners over het klimaat*. EPO Uitgeverij & Distributie.

- Hodgson, J., & Hopkins, R. (2010). *Transition in action: Totnes and district 2030; an energy descent action plan*. Green Books [u.a.
- Hofstede, G. H. (1997). *Cultures and organizations: Software of the mind* (Rev. ed.). McGraw-Hill.
- Hojtink, J., & Kranen-van den Ham, H. (2004). *Van geitenwollen sokken naar design jeans: Over duurzaamheid en marketing*. Kluwer.
- Holemans, D. (Ed.). (2020). *Het ecologisch kompas*. EPO.
- Holling, B. (2017). *Bubbles and Spirals: The Memoirs of C S Buzz Holling*.
- Holmgren, D. (2009). *Future scenarios: How communities can adapt to peak oil and climate change*. Green Books.
- Homer-Dixon, T. (2009). *Ten onder te boven: Catastrofe, creativiteit en de vernieuwing van de beschaving*. Uitgeverij Jan van Arkel.
- Homer-Dixon, T. F. (2006). *The upside of down: Catastrophe, creativity, and the renewal of civilization*. Island Press.
- Honoré, C., & Kersbergen, A. van. (2004). *Slow: Een wereldwijde revolutie*. 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.
- Hopkins, R. (2009). *The transition handbook: From oil dependency to local resilience*. Chelsea Green Pub.
- Hopkins, R. (2013). *The transition companion: Making your community more resilient in uncertain times*. Green Books [u.a.
- Hopkins, R., Ven, J. van de, Transitionnetwerk Vlaanderen, & Transition Towns Nederland. (2009). *Het transitie handboek: Van olie-afhankelijkheid naar lokale veerkracht*. Van Arkel.
- Hubbert, M. K. (1956). *Nuclear Energy and the Fossil Fuels*. Shell Development Company, Exploration and Production Research Division.
- Hubbert, M. K. (1981). *Two Intellectual Systems: Matter-energy and the Monetary Culture*".
- Jackson, M. (2017). *How lifeworlds work: Emotionality, sociality, and the ambiguity of being*. The University of Chicago Press.
- Jackson, T., Matthieu, J., Mertens, J., & Scheepers, A. (2010). *Welvaart zonder groei: Economie voor een eindige planeet*. 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*. Harvard Business School Press.
- Jones, P. T., & De Meyere, V. (2009). *Terra reversa: De transitie naar rechtvaardige duurzaamheid*. EPO ; Van Arkel.
- Jones, P. T., & Jacobs, R. (2006). *Terra incognita: Globalisering, ecologie en rechtvaardige duurzaamheid*. Gingko ; Ef & Ef [distr.
- Josephson-Storm, J. Å. (2017). *The myth of disenchantment: Magic, modernity, and the birth of the human sciences*. The University of Chicago Press.
- Kallis, G., Kerschner, C., & Martinez-Alier, J. (2012). The economics of degrowth. *Ecological Economics*, 84, 172–180.
- Kimmerer, R. W. (2013). *Braiding sweetgrass: Indigenous wisdom, scientific knowledge, and the teachings of plants*. Milkweed.
- Kirby, V. (2017). *What If Culture Was Nature All Along?* Edinburgh University Press.
- Klare, M. T. (2008). *Rising powers, shrinking planet: The new geopolitics of energy* (1st ed). Metropolitan Books.
- Klein, N. (2014a). *No time. Verander nu, voor het klimaat alles verandert*. De Geus.
- Klein, Naomi. (2014b). This changes everything: Capitalism vs. The climate. In *This changes everything capitalism vs. The climate*. Allen Lane.
- Kohr, L. (2001). *The breakdown of nations*. Green Books in association with New European Publications ; Distributed in the USA by Chelsea Green Pub. Co.
- Korten, D. C. (2007). *The great turning: From Empire to Earth community* (1. ed., [Nachdr.]). Berrett-Koehler [u.a.].
- Kunstler, J. H. (2006). *The long emergency: Surviving the converging catastrophes of the twenty-first century* (Paperback edition). Atlantic Books.
- LaDuke, W. (2005). *Recovering the sacred: The power of naming and claiming*. South End Press.
- Laherrère, J. H. (2008, March 3). *Revisiting "The End of Cheap Oil"*. Resilience.
- 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.
- Lane, J., Kumar Mitchell, M., & Lane, T. (2000). *Only connect: Soil, soul, society : the best of Resurgence Magazine 1990-1999*. Green Books.
- Laszlo, C. (2008). *Sustainable value: How the world's leading companies are doing well by doing good*. Stanford Business Books.
- Leggett, J. K. (2014). *The energy of nations: Risk blindness and the road to renaissance* (First edition). 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.
- Lenton, T. (2016). *Earth system science: A very short introduction* (First edition). Oxford University Press.
- Leopold, A. (1972). *A Sand County Almanac and sketches here and there*. Oxford University Press.
- Levin, K., Cashore, B., Bernstein, S., & Auld, G. (2012). Overcoming the tragedy of super wicked problems: Constraining our future selves to ameliorate global climate change. *Policy Sciences*, 45(2), 123–152.
- Libbrecht, U. (2007). *Worden alle mensen broeders?: Over globalisering en verscheidenheid*. Lannoo.
- Loocke, P. van. (2008). *Het wereldbeeld van de wetenschap: Waar we geraakt zijn aan het begin van de eenentwintigste eeuw*. Garant.
- MacLeod, D. (2014, November 13). *Watching The Watchdogs: 10 Years of The IEA World Energy Outlook*.
- Macy, J. (2007). *World as lover, world as self: Courage for global justice and ecological renewal*. Parallax Press.
- Macy, J., & Brown, M. Y. (1998). *Coming back to life: Practices to reconnect our lives, our world*. New Society Publishers.
- Madron, R., & Jopling, J. (2003). *Gaian democracies: Redefining globalisation and people-power*. Published by Green Books for the Schumacher Society.

- Mander, J. (1992). *In the absence of the sacred: The failure of technology and the survival of the Indian Nations* (Sierra Club Books paperback ed). Sierra Club Books.
- Mander, J., & Tauli-Corpus, V. (Eds.). (2006). *Paradigm wars: Indigenous peoples' resistance to globalization* (new expanded ed). Sierra Club Books.
- Marshall, J., Coleman, G., & Reason, P. (Eds.). (2011). *Leadership for sustainability: An action research approach*. Greenleaf.
- McDonald, G. (2014). *Business ethics: A contemporary approach*. Cambridge Univ Press.
- McIntosh, A. (2004). *Soil and soul: People versus corporate power*. Aurum.
- Mersch, R. (2016). *Waarom iedereen altijd gelijk heeft*. De Bezige Bij.
- Meynen, N. (2017). *Frontlijnen: Een reis langs de achterkant van de wereldeconomie*. Epo.
- Michaelides, E. E. (2017). A New Model for the Lifetime of Fossil Fuel Resources. *Natural Resources Research*, 26(2), 161–175.
- Mohr, S. H., Wang, J., Ellem, G., Ward, J., & Giurco, D. (2015). Projection of world fossil fuels by country. *Fuel*, 141, 120–135.
- Moratis, L., & Veen, M. van der. (2006). *Basisboek MVO: Maatschappelijk verantwoord ondernemen*. Koninklijke Van Gorcum.
- Morgan, F., Murphy, E., Quinn, M., Community Service, I., & Green Planet Films (Directors). (2010). *The power of community: How Cuba survived peak oil*. Community Service.
- Murphy, D. J., Raugei, M., Carbajales-Dale, M., & Estrada, B. R. (2022). Energy Return on Investment of Major Energy Carriers: Review and Harmonization. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 14(7098), 7098-.
- Nader, L. (Ed.). (2015). *What the rest think of the West: Since 600 AD*. University of California Press.
- Nelson, M. K. (Ed.). (2008). *Original instructions: Indigenous teachings for a sustainable future*. Bear & Company.
- Norberg-Hodge, H. (2000). *Ancient futures: Learning from Ladakh* (revised ed). Rider.
- Nussbaum, M. C. (2016). *Not for profit: Why democracy needs the humanities*. Princeton University Press.
- Orr, D. W. (2004). *The nature of design: Ecology, culture, and human intention* (Oxford Univ. Press paperback). Oxford Univ. Press.
- Orzanna, R. (2018, September 6). Post-Growth Open Letter to EU institutions signed by over 200 scientists: 'Europe, It's Time to End the Growth Dependency'. *Research & Degrowth (R&D)*.
- 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.
- Parkin, S. (2010). *The positive deviant: Sustainability leadership in a perverse world*. Earthscan.
- Peersman, G., & Schoors, K. (2012). *De perfecte storm: Hoe de economische crisis de wereld overviel en vooral: hoe we eruit geraken*. Borgerhoff & Lamberigts.
- Pfeiffer, D. A. (2006). *Eating fossil fuels: Oil, food and the coming crisis in agriculture*. New Society Publishers.
- Pilgrim, S., & Pretty, J. N. (Eds.). (2013). *Nature and culture: Rebuilding lost connections*. Earthscan.
- Pinxten, R. (1999). *Culturen sterven langzaam: Over interculturele communicatie*. Houtekiet.
- Plotkin, B. (2013). *Wild mind: A field guide to the human psyche*. New World Library.
- Plumwood, V. (2002). *Environmental culture: The ecological crisis of reason*. Routledge.
- Prins, M. de, Devooght, K., Janssens, G., & Molderez, I. (2013). *Maatschappelijk verantwoord ondernemen: Van strategische visie tot operationele aanpak*. 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.
- Raes, K. (2009). *Ethiek bedrijven? Ethische dimensies van bedrijf en management*. Academia Press.
- Ray, P. H., & Anderson, S. R. (2000). *The cultural creatives: How 50 million people are changing the world*. Three rivers press.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S. I., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., Wit, C. A. de, Hughes, T., Leeuw, S. van der, Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32-.
- 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.
- Rozak, T. (2001). *The Voice of the Earth: An Exploration of Ecopsychology* (2nd ed). Phanes Press.
- Ryngaert, C. (2007). *Anders globaliseren: Mensenrechten, milieu en internationale handel* (1. dr). 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*. Zed.
- Saha, S. (2021). Introduction: New Materialism(s) and the Question of the Non-human. *Sanglap : Journal of Literary and Cultural Inquiry*, 8(1), 1–19.
- Sahlins, M. (2022). *The new science of the enchanted universe: An anthropology of most of humanity*. Princeton University Press.
- Sams, C. (2003). *The little food book: [An explosive account of the food we eat today]*. Alastair Sawday.
- Sassen, S. (2014). *Expulsions: Brutality and complexity in the global economy*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- Savater, F., & Boon, A. (1998). *Goed samen leven: Politiek voor mensen van morgen*. Bijleveld.
- Schindler, J., & Zittel, W. (2008). *Crude Oil—The Supply Outlook*. Energy Watch Group / Ludwig-Boelkow-Foundation.
- Schumacher, E. F. (1978). *A guide for the perplexed*. Harper & Row.
- Schumacher, E. F. (1980). *Good Work*. Abacus.
- Schumacher, E. F. (1998). *This I believe: And other essays* (Repr. with corrections). Green Books ; Distributed in the USA by Chelsea Green Publishing.
- Schumacher, E. F. (2011). *Small is beautiful: A study of economics as if people mattered*. Vintage.
- Shiva, V. (2006). *Earth democracy: Justice, sustainability, and peace*. Zed Books.

- Shiva, V. (2008). *Soil not oil: Climate change, peak oil, and food insecurity*. Zed Books.
- Simmons, M. R. (2005). *Twilight in the desert: The coming Saudi oil shock and the world economy*. Wiley.
- Simms, A. (2008). *Nine Meals from Anarchy. Oil dependence, climate change and the transition to resilience* [Schumacher Lecture]. New Economics Foundation.
- Skrebowski, C. (2007, June 11). *Crisis or Opportunity? How Close to Peak Oil are we?* Estates in Transition, Dartington Hall, Totnes.
- Sleurs, W., Smet, V. de, & Gaeremynck, V. (2008). *Duurzame ontwikkeling: Hoe integreren in onderwijs*. De Boeck.
- Smil, V. (2017). *Energy and Civilization: A History*. The MIT Press; eBook Academic Collection (EBSCOhost).
- Smith, P. B., & Max-Neef, M. A. (2011). *Economics unmasked: From power and greed to compassion and the common good*. Green Books.
- Smith Stegen, K. (2015). Heavy rare earths, permanent magnets, and renewable energies: An imminent crisis. *Energy Policy*, 79, 1–8.
- Solnit, R. (2006). *A field guide to getting lost*. Canongate.
- Spiritual humanism and economic wisdom: Essays in honour of Luk Bouckaert's 70th anniversary*. (2011). Garant.
- Sterling, S. R. (2001). *Sustainable education: Re-visioning learning and change*. Green Books for the Schumacher Society.
- Stibbe, A. (Ed.). (2009). *The handbook of sustainability literacy: Skills for a changing world*. Green.
- Supran, G., Rahmstorf, S., & Oreskes, N. (2023). Assessing ExxonMobil's global warming projections. *Science*, 379(6628), eabk0063.
- The Oil Depletion Analysis Centre & and Post Carbon Institute. (2008). *Preparing for Peak Oil. Local Authorities and the Energy Crisis*.
- Think Resilience Chapter 2: Energy. (n.d.). *Post Carbon Institute*. Retrieved 31 March 2017, from
- Timmermann, C., & Félix, G. F. (2015). Agroecology as a vehicle for contributive justice. *Agriculture and Human Values*, 32(3), 523–538.
- Tsing, A. L. (Ed.). (2017). *Arts of living on a damaged planet*. University of Minnesota Press.
- Tudge, C. (2008). *Economic renaissance: Holistic economics for the 21st century*. Schumacher College : Green Books [distributor].
- Tukker, A. (Ed.). (2008). *Perspectives on radical changes to sustainable consumption and production*. Greenleaf.
- Tverberg, G. (2016, July 25). Overly Simple Energy-Economy Models Give Misleading Answers. *Our Finite World*.
- van Bavel, B. J. P. (2016). *The invisible hand? How market economies have emerged and declined since AD 500*. Oxford University Press.
- van Gennep, A. (2019). *The Rites of Passage* (Second edition). The University of Chicago Press.
- Van Loocke, P. (2008). *Het wereldbeeld van de wetenschap: Waar we geraakt zijn aan het begin van de eenentwintigste eeuw*. Garant.
- Vandaele, J. (2007). *De stille dood van het neoliberalisme: De nauwe schoentjes van de mondialisering*. Houtekiet.
- Velasquez, M. G. (2006). *Business ethics: Concepts & cases* (6. ed., internat. ed). Pearson Prentice Hall.
- Verbruggen, A. (2008). *Economische benadering van milieu en milieubehoud*. Garant.
- Verstraeten, J., & Van Liedekerke, L. (2008). *Business en ethiek: Spelregels voor ethisch ondernemen*. LannooCampus.
- Viveiros de Castro, E. (2015). *The relative native: Essays on indigenous conceptual worlds*. HAU Books.
- Werner-Lobo, K., Weiss, H., & Hofstede, M. (2004). *Het nieuwe zwartboek wereldmerken en hun praktijken met bedrijfsporetten*. Elmar.
- Wheatley, M. J. (2007). *Finding our way: Leadership for an uncertain time* (1st ed). Berrett-Koehler Publishers.
- When, F. (2004). *How mumbo-jumbo conquered the world: A short history of modern delusions*. Fourth Estate.
- Winkler, P. (2016). *Organisatie-ethiek*. Pearson Benelux.
- Witte, L. de. (2017). *Als de laatste boom geveld is, eten we ons geld wel op: Het kapitalisme versus de aarde*. Epo.
- Wolff, R. (2001). *Original wisdom: Stories of an ancient way of knowing*. Inner Traditions.
- Wynants, M. (Ed.). (2010). *We can change the weather: 100 cases of changeability*. VUBPress.
- Yunkaporta, T. (2020). *Sand talk: How indigenous thinking can save the world* (First edition). HarperOne.