

## 4 GOEDKOPE SLAVEN, ADIEU

Ik mocht altijd graag de ketting werpen. Het vergde de nodige oefening, maar als ik het goed deed – met een goegetimedede, soepele polsbeweging – was het resultaat betoverend. Als een kronkelend slang wikkelde de ketting zich in meerdere lussen rond het verticale stuk pijp voor me. Vervolgens trok de lier achter mijn schouder het losse eind van de ketting strak en sjarde hem vast. Terwijl de lier uit alle macht trok, groef het staal van de ketting zich in de pijp vast, zodat hij met razende vaart begon te draaien en zich in de onderliggende pijp vastschroefde. Met een knal kwam de bovenste pijp tot stilstand en wist ik dat de beide buizen strak met elkaar verbonden waren.

Het was het midden van de jaren zeventig en ik werkte als *motorman*, als bediener van de kraan voor de buizen en boren, op een boorinstallatie in Alberta. Het werpen van de ketting behoorde tot mijn werk.

Boorinstallaties zijn als grote boormachines die op de grond staan gericht. Een boorkop bestaat doorgaans uit drie kegelvormige wielen ter grote van een hand die aan het uiteinde van een tien meter lange, zware metalen pijp is gemonteerd. De pijp wordt dan vanuit het platform omlaag gericht en draait met hoge snelheid rond, waardoor ook de kop rondspint en een gat in de steenlaag boort. Er wordt voortdurend een dik smeermiddel, beter bekend als boormodder, door de pijpen omlaag gestuwd, door de boorgaten in de kop gepompt, om vervolgens met boorgruis en al weer omhoog te komen. Terwijl de kop zich dieper in de grond boort, worden er van bovenaf nieuwe stukken pijp aan toegevoegd. Na weken of soms zelfs maanden van boren, kan de sliert van aaneengekoppelde stukken pijp een lengte van vele kilometers bereiken.

Elke keer als de boorkop stomp wordt en vervangen moet worden, moet het hele netwerk van pijpen uit elkaar gehaald en vervolgens weer in elkaar gezet worden – een karwei dat *tripping* wordt genoemd. Omdat het boren tijdens de demontage stilligt, doen de boorplatformmedewerkers er alles aan de pijpen zo snel mogelijk uit het gat te hijsen, de boorkop te vervangen en het geheel weer in de grond terug te stoppen. Bij een diepe oliebron wordt aan een volledige *trip* wel tien uur of langer



Borend naar gas bij de Sikanni Chief River  
in noordelijk British Columbia  
in 1974.

aan een stuk doorgewerkt. Het werk is gevaarlijk, slopend en van een hypnotiserende eentonigheid. De mannen op de werkvloer weten de choreografie van hun bewegingen bij de montage en demontage van de pijpen heel precies te *timen*.

En het is tijdens het proces dat de pijpen weer terug de grond in gaan dat de motorman de ketting werpt. Ten minste, dat was hoe het in de jaren zeventig gedaan werd. Vervelend genoeg waren die kettingen buitengewoon gevaarlijk: soms braken ze en raakten ze iemand in het gezicht of rukten ze de vingers van de motorman af. Dus gebruiken de meeste boorinstallaties tegenwoordig mechanische rotatieapparaten in plaats van kettingen om de pijpen op elkaar te schroeven.

Als jongeman van rond de twintig leerde ik enkele van de belangrijkste levenslessen op de olievelden, terwijl ik als lid van een olieboorploeg door westelijk Canada trok, als onderhoudsmonteur in een gasraffinaderij werkte en lassers bij de aanleg van pijpleidingen assisteerde. In deze banen ontmoette ik enkele van de beste mensen die ik ooit ben tegengekomen. Altijd vindingrijk, grof in de mond, meestal buitengewoon vakbekwaam en boven alles vooral ongelooflijke doordouwers. Als het er echt om spande, en soms spande het er verschrikkelijk om, werd er niet geklaagd: dan werd er simpelweg bedacht hoe de klus geklaard moest worden, welke maatregelen daarvoor nodig waren en werd er vervolgens keihard aangepakt. Vaak namen ze bij het klaren van die klus grote financiële risico's voor hun werkgevers en schuwden ze ook gevaar voor eigen lijf en leden niet. Op hun eigen unieke wijze toonden ze het soort van vooruitziende geesteshouding waar ik het in hoofdstuk één al over had: ze lieten zich niet door verrassingen verrassen, voelden zich bij buitengewone, onzekere omstandigheden op hun gemak en begrepen op een instinctief niveau dat veerkracht in het licht van voortdurende verandering constante creativiteit vereist – vooral als het erom gaat nieuwe manieren te bedenken om de beschikbare gereedschappen en materialen in te zetten om problemen op te lossen.

Ook leerde ik in die jaren, zogezegd van onderaf, een heleboel over de energie-industrie. Ik begon me te realiseren dat het energie kost om energie te produceren – een principe dat in het ‘energierendement op investering’-concept (EROI) dat ik in hoofdstuk twee beschreef, geformaliseerd is. En ik zag hoe grootschalige energieproductie vaak grootschalige milieuschade met zich meebrengt; van de wegen die dwars door kwetsbare subarctische bossen snijden tot kunstmatige meren die geheel met boormoddersmurrige zijn volgelopen (tegenwoordig wordt deze boormodder soms in de ondergrond gespoten). Ik raakte in de boorplatformtechnologie en de geologie van de ondergrond geïnteresseerd – zozeer zelfs dat mijn eindeloze gevraag het geduld van mijn collega’s danig op de proef stelde.

Deze ervaringen brachten mij een levenslange fascinatie met energie bij – met wat het precies is, waar het vandaan komt en hoe we het gebruiken. En naarmate ik de daaropvolgende jaren meer over onze mondiale



De auteur als lid van een olieboorploeg op de werkvloer van de Sikanni Chief-boorinstallatie.

energiesituatie leerde, begon het meer en meer tot me door te dringen dat verstoringen in de wereldwijde energievoorziening gecombineerd met onze toegenomen kwetsbaarheid voor dergelijke verstoringen tezamen een tektonisch spanningsveld vormen dat onze toekomst bedreigt.

Zoals we gezien hebben is energie onze voornaamste hulpbron. En het vormt onze hoofdhelpbron in twee verschillende betekenissen – in de profane en in de sacrale zin van het woord. In de profane of wereldlijke zin van het woord is energie niet meer dan een brandstof. Het zorgt ervoor dat alles loopt. Zonder voldoende energie op de juiste momenten op de juiste plekken zouden onze economieën en samenlevingen tot stilstand komen. Meer specifiek zouden ze niet langer in staat zijn zich te voeden, in hun drinkwaterbehoefte te voorzien of de mogelijkheid hebben chemicaliën, geneesmiddelen, kleding, onderdak en cruciale industriële goederen te produceren. Ze zouden niet langer in staat zijn grote aantallen mensen en grote hoeveelheden materialen en informatie te vervoeren. Zonder voldoende energie zal de mensheid in de toekomst geen enkele kans zien de levensstandaard van de armste twee miljard wereldburgers te verhogen, die van twee dollar of minder per dag moeten zien rond te komen.

In de sacrale zin van het woord – in een betekenis die ons aller respect en aandacht verdient – houdt energie de sociale orde en complexiteit overeind die het ons toestaat onze gemeenschappelijke problemen op te lossen en ons leven op een steeds hoger plan te brengen. Als mensen geen toegang tot een steeds verder uitdijend aanbod van hoogkwalitatieve energie hadden gehad, zouden we nog steeds jagers-verzamelaars zijn geweest die op larven, peen en plaatselijke wildsoorten zouden moeten overleven. Deze opvatting van energie is veel ruimer en informatiever dan het beperkte idee dat energie uitsluitend brandstof is, omdat het ons met de neus op het feit drukt dat energie uiteindelijk van levensbelang is voor ons welzijn.

Ook nu al is energie met enkele van de hardnekkigste problemen verknoot waar de mensheid momenteel mee worstelt: de productie van en handel in energie spelen een cruciale rol in de scheve economische verhoudingen tussen rijke en arme landen, het verbruik veroorzaakt vervuiling die aan de klimaatverandering bijdraagt en de ongelijke energieverdeling tussen landen onderling vergroot de kans op oorlog. Maar de energieproblematiek waar we vandaag de dag mee geconfronteerd worden, valt in het niet bij de problemen die wellicht nog in het verschiet liggen. Onze honger naar energie neemt heel snel toe: de meeste deskundigen denken dat het mondiale energieverbruik tegen 2050 zal zijn verdubbeld – een moment dat voor de kinderen van nu zonder meer binnen bereik is – en in 2100 zal zijn verviervoudigd.<sup>1</sup> Opkomende landen

als China en India, die samen bijna veertig procent van de wereldbevolking uitmaken, vormen een grote motor achter deze trend.<sup>2</sup>

In 1993 nog exporteerde China meer olie dan het importeerde. Vanwege een jaarlijkse economische groei van acht à negen procent, fors toegenomen autobezit en een elektriciteitsgebruik dat elke twee jaar met het totale gebruik van dat van Brazilië toeneemt, is de algehele vraag naar energie in China omhooggeschoten. China is na de Verenigde Staten inmiddels de eennagrootste afnemer van aardolieproducten ter wereld geworden en een belangrijke importeur van olie uit het Midden-Oosten en Soedan.<sup>3</sup> Tussen 2000 en het begin van 2005 steeg de dagelijkse olieimport van China met honderdveertig procent, en de verwachting luidt dat de Chinese energiebehoefte de komende vijftien jaar nog eens zal verdubbelen. Vandaar dat China aan plannen werkt voor een energienetwerk dat olie, gas en kolen uit Siberië in het noorden, Centraal-Azië in het westen, Canada en Venezuela in het oosten en Indonesië en Australië in het zuiden moet betrekken – plannen die op een directe confrontatie dreigen uit te lopen met andere energiehappy landen als India, Japan en de Verenigde Staten.<sup>4</sup>

Zal de mensheid in staat zijn de energie te produceren die ze nodig heeft, vooral nu de arme landen die miljarden inwoners tellen aan het industrialiseren zijn? En als we het proberen, met welke problemen zullen we onszelf dan vervolgens opzadelen? Om een idee te krijgen van hoe ernstig de situatie is, kunnen we ons bij de bespreking van deze kwesties het best tot de vraag beperken of we genoeg olie zullen hebben.<sup>5</sup> Zonder olie zouden onze samenlevingen in hun huidige vorm niet kunnen functioneren. Olie is goed voor een kleine veertig procent van het commerciële energieaanbod in de wereld – dat wil zeggen van energie die op de vrije markt verhandeld wordt. Olie is onontbeerlijk voor de landbouw, de meeste vormen van industrie en talloze petrochemische stoffen. En, zoals we elke dag herinnert worden wanneer we benzine tanken, het levert praktisch alle energie voor transportdoeleinden. Olie drijft praktisch al het vervoer van mensen, materialen, voedsel en geproduceerde goederen aan – zowel binnen de landsgrenzen als wereldwijd.

### *Van geopolitiek naar geoschaarste*

Mensen zijn al heel lang bekend met olie. Duizenden jaren hebben mensen het zwarte, kleverige goedje dat door de aardkorst sijpelt, verzameld en voor verschillende doeleinden gebruikt. Sommigen geloofden dat het geneeskrachtige eigenschappen had, anderen gebruikten het om er

boten mee waterdicht te maken. Maar het belang van olie als energiebron werd pas in het industriële tijdperk onderkent.

Tot in de achttiende eeuw verlichtten de meeste mensen hun huizen met was, talkkaarsen en plantaardige olie – dezelfde technologieën die de oude Romeinen al gebruikten. Vervolgens wendden ze zich tot walvisstraan en tijdens de eerste helft van de negentiende eeuw tot stadsgas (een mengsel van methaan en waterstof) en uit kolen geproduceerde lampenpetroleum.<sup>6</sup> Maar terwijl de overbejaagde walvispopulatie slonk en de nieuwe machines van de industriële revolutie betere smeermiddelen en ongekende hoeveelheden kracht vereisten, was de weg voor het olietijdperk bereid.

In 1859, nog geen twee mensenlevens terug, dreef kolonel Edwin Drake in Titusville in westelijk Pennsylvania de eerste olieboor speciaal met dat doel de grond in. En al vroeg in de twintigste eeuw zouden boorinstallaties van Canada tot de Kaspische Zee de aardkorst op tienduizenden plekken perforeren om oliebronnen aan te boren.<sup>7</sup> Tussen 1950 en 2000 steeg de wereldwijde energieconsumptie meer dan twee keer zo snel als tijdens de hele daaraan voorafgaande eeuw, en olie dreef het grootste deel van deze groei aan.

Het olietijdperk is slechts het laatste stadium van een grotere energietransitie die onze soort de afgelopen twee eeuwen heeft doorgemaakt. We hebben een bijna complete verschuiving zien optreden van de traditionele energiebronnen – zoals hout en snelstromende rivieren – die min of meer rechtstreeks door de zon werden opgewekt.<sup>8</sup> Hout vangt zonne-energie af en slaat deze hooguit een paar eeuwen op, en de energie in een snelstromende rivier is niet meer dan een door zonnekracht aangedreven uitwisseling van water dat zich op het aardoppervlak en water dat zich in de atmosfeer bevindt: de zon verdampt het water in meren en zeeën dat vervolgens condenseert en van grote hoogte als regen op het land valt, waarna de zwaartekracht ervoor zorgt dat het in de vorm van rivieren terug naar de meren en de zeeën stroomt. Maar terwijl onze energiebehoeften almaar stegen, hebben we ons steeds meer tot energiebronnen gewend die in veel mindere mate rechtstreeks door de zon worden opgewekt, zoals fossiele brandstoffen die ontstonden toen zeer oud organisch materiaal door de immense hitte en druk diep onder de grond van eigenschap veranderde. Ook richtten we ons op energiebronnen zoals kernenergie waarbij zonne-energie geen enkele rol speelt.

We hebben gezien dat het Romeinse Rijk van zonne-energie afhankelijk was. Zijn boerderijen fungeerden als batterijladers die zonne-energie opzogen en in hoogkwalitatieve energie als luzerne en tarwe omzetten

die opgeslagen en vervoerd kon worden, en die op hun beurt weer het werk van de mannen, vrouwen en dieren die het imperium bouwden aandreven. Waar het fossiele brandstoffen betreft, kunnen we de hele aarde als één grote batterijlader opvatten. Deze batterijlader doet zijn werk echter niet in de loop van één oogstseizoen, maar op een termijn van miljarden jaren. Tijdens deze onnoemelijk lange periode vinggen organismen minuscule beetjes zonne-energie op en sloegen deze op, waarna ze door de zwaartekrachtenergie van de planeet samengeperst werden en in bronnen van hoogkwalitatieve energie als kolen, olie, teerzanden, olieschalie en aardgas omvormden.<sup>9</sup>

Van al deze energievormen is olie de meest bijzondere, vandaar dat het wel zwart goud wordt genoemd. Het herbergt zowel in termen van massa als gewicht enorme hoeveelheden energie: drie grote eetlepels aardolie bevatten ongeveer dezelfde hoeveelheid energie als acht uur menselijke handarbeid, en als we benzine voor onze auto's tanken, gieten we het equivalent van grofweg twee jaar menselijke handarbeid in de tank.<sup>10</sup> Ook is olie veelzijdig, handig en nog steeds relatief goedkoop. Geen enkele andere substantie of brandstof beschikt over eigenschappen die ook maar in de buurt komen. En de exploitatie van deze eigenschappen door de mens heeft de koers van onze economische, technologische en sociale evolutie drastisch verlegd. De overvloedige aanwezigheid van olie is de bron van onze rap toenemende voorspoed geweest, en het bood ons de gelegenheid onze huidige complexe mondiale economie op te bouwen. Ook stelde het ons in staat om de wereldbevolking de afgelopen eeuw te laten verviervoudigen – en gemiddeld genomen veel gezonder te worden –, grotendeels als gevolg van het feit dat we zo veel meer voedsel op ons land kunnen verbouwen: met een verachtvoudiging van de energie-input (om tractoren en irrigatiepompen mee aan te drijven en kunstmest te produceren) zijn we erin geslaagd de voedselopbrengst per hectare te verviervoudigen.<sup>11</sup> Zoals de oliegeoloog Colin J. Campbell het ooit omschreef: 'Het is alsof ieder van ons er een groepje slaven op na houdt dat praktisch voor niets werkt.'<sup>12</sup>

Maar we putten onze oliebatterij veel sneller uit dan ze ooit kan worden opgeladen. Net nu we halverwege de bevolkingsexplosie zijn, zijn we waarschijnlijk ook zo ongeveer halverwege de wereldvoorraad beschikbare olie. Goed beschouwd is het einde van het olietijdperk nu al in zicht – nu de olieprijzen in de zomer van 2006 naar meer dan zeventig dollar per vat zijn gestegen en landen en bedrijven elkaar steeds agressiever bejegenen om het beheer over de resterende reserves te krijgen – en worden we nu met de inleidende schokken van de onvermijdelijke overgang van olieovervloed naar olieschaarste geconfronteerd.

Ondanks het steeds overtuigender bewijs dat deze transitie eraan zit te komen, wordt dit door veel prominenten als totale onzin afgedaan. In 2002 verklaarde Stephen Moore, de toenmalige voorzitter van de invloedrijke Amerikaanse conservatieve lobbygroep Club For Growth, bijvoorbeeld dat er 'onder milieuactivisten het geloof bestaat dat olie straks opraaft en dat we zuiniger met energie moeten omgaan. Ik ben faliekant tegen energiebesparing. De olie raakt helemaal niet op. We hoeven alleen maar goed om ons heen te kijken, het te vinden en het op te pompen.'<sup>13</sup> Morris Adelman, emeritus hoogleraar hulponderzoek aan het Massachusetts Institute of Technology en een van de meest vooraanstaande economen ter wereld, schreef in dezelfde teneur: 'Mineralen zijn onuitputtelijk en zullen nooit opraken. Een investeringsstroom zal nieuwe bronnen toevoegen aan de bewezen *reserves*, een enorme ondergrondse inventaris die constant wordt vernieuwd, terwijl het gewonnen wordt... Hoeveel er aan het begin in de grond zat en hoeveel er uiteindelijk over zal blijven, is niet bekend en niet belangrijk.'<sup>14</sup>

Men maakt zich de laatste tijd de nodige zorgen over de prijs en beschikbaarheid van olie, maar Adelmans optimisme klinkt in het Westen en met name in de Verenigde Staten nog steeds in vele beleidskringen door. Amerikaanse beleidsmakers maken zich dan misschien ongerust over de schaal van hun olie-importen (Amerika importeert inmiddels tweederde van haar totale olieconsumptie, waar dat twintig jaar geleden nog achtentwintig procent was) en ze tobben wellicht over de westerse afhankelijkheid van olie uit de Perzische Golf, maar slechts weinigen twifelen eraan dat met de inzet van voldoende nieuwe technologie en kapitaal olie-exploitanten enorme nieuwe olievelden zullen aanboren.<sup>15</sup> En er is – op het eerste gezicht ten minste – een krachtig bewijs voor dit optimisme: de enorme prijsschokken van olie in 1973 tot 1975 en van 1979 tot 1981, waarvan menig pessimist veronderstelde dat het de voorbodes van chronische olieschaarste waren, bleken slechts van tijdelijke aard. De hogere prijzen brachten een golf aan onderzoek, ontginning en technologische ontwikkeling voort, en tegen het midden van de jaren negentig was olie weer even goedkoop en overvloedig voorradig als daarvoor.

Maar we hebben de aard van deze prijsschokken grotendeels verkeerd ingeschat: ze hadden feitelijk een geopolitieke en geen fysieke oorzaak. De schok van 1973, toen de prijs van ruwe olie binnen een paar maanden van vier naar twaalf dollar per vat steeg, was het resultaat van opzettelijk ingrijpen door een aantal Arabische staten dat zich kwaad maakte over de Amerikaanse steun aan Israël tijdens de Yom Kippoer Oorlog. Op dezelfde manier volgde de prijsschok van 1979 tot 1981, toen de prijs van

veertien naar vijftig dollar per vat steeg, op de Iraanse Revolutie, de oorlog tussen Iran en Irak en een productieverlaging door de Organisatie van Olie Exporterende Landen (OPEC).<sup>16</sup>

In fysieke zin was er geen sprake van olieschaarste, in ieder geval niet wereldwijd – dat was überhaupt het probleem niet. In plaats daarvan bleek dat een groot deel van de aardolieproductie in de wereld in handen van een klein aantal Golfstaten geconcentreerd was die de installaties van internationale oliemaatschappijen binnen hun grenzen onteigend hadden. De oliemaatschappijen werden gedwongen elders op zoek te gaan naar olie. Omdat de Golfstaten in de positie verkeerden om, zouden ze dat willen, de markt met goedkope olie te overspoelen, werden ze wat deskundigen wel ‘producenten op de wip’ noemen die in staat zijn het relatieve evenwicht van vraag en aanbod op de oliemarkten te bepalen. En zodra ze eenmaal geleerd hadden om deze macht te eigen bate aan te wenden, werd de oliemarkt zeer gevoelig voor alles wat zich in het Midden-Oosten afspeelde.

Het klopt dat hogere prijzen nieuwe olievondsten stimuleren, maar de resultaten waren mager en hadden weinig direct effect op de olievoorziening.<sup>17</sup> De daaropvolgende ineenstorting van de olieprijs tijdens midden de jaren tachtig en de jaren negentig (na een piek net voor de Golfoorlog van 1991) was opnieuw vooral het resultaat van de verschuiving van de economische en geopolitieke oliebelangen: de eerdere hogere prijzen zouden de vraag naar olie een tijdje drukken; landen die voorheen hun aanbod ingeperkt hadden, begonnen weer grote hoeveelheden aardolie te verkopen; en nieuwe olievelden die al eerder buiten de OPEC-landen ontdekt waren, zoals die in Alaska en de Noordzee, werden eindelijk in productie genomen. Maar net zoals de eerdere hoge prijzen niet betekenden dat olie wereldwijd een schaars goed was geworden, betekende het ineenstorten van de prijs niet dat olie nu opeens eeuwig in overvloed aanwezig zou zijn.

### *Piekolie*

Hadden de olieprijschokken van de jaren zeventig en de vroege jaren tachtig nog geopolitieke oorzaken, het verhaal van de komende jaren zal er heel anders uitzien: geopolitieke overwegingen zullen een belangrijke rol blijven spelen, maar we zullen ook een echte en toenemende fysieke olieschaarste te zien krijgen. Deze schaarste zal het gevolg zijn van het schrille contrast tussen een sterk oplopende vraag en de onvermijdelijke realiteit van de beperkte wereldwijde oliereserves.

Daarmee wil ik niet beweren dat de olie straks op is – daar zal voorlopig geen sprake van zijn. Olie zal nog heel lang een rol blijven spelen. Maar de goedkoopste olie – dat wil zeggen, de makkelijkst winbare – zal wel degelijk opraken, omdat: het steeds moeilijker wordt deze te vinden; het kostbaarder wordt om te winnen; en de resterende oliereserves meer en meer in politiek onstabiele landen geconcentreerd zijn.<sup>18</sup> In relatie tot de energie die we eruit halen, zullen we in het winnen van deze olie steeds meer energie moeten steken (het onvermijdelijke *EROI* of energierendement op investering). De mondiale economie zal zich aan een permanente olieschaarste moeten aanpassen, en de overgang van onze huidige olieovervloed naar olieschaarste zal met nieuwe prijsschokken gepaard gaan die veel ontwrichtender zullen zijn dan die van de jaren zeventig en tachtig.

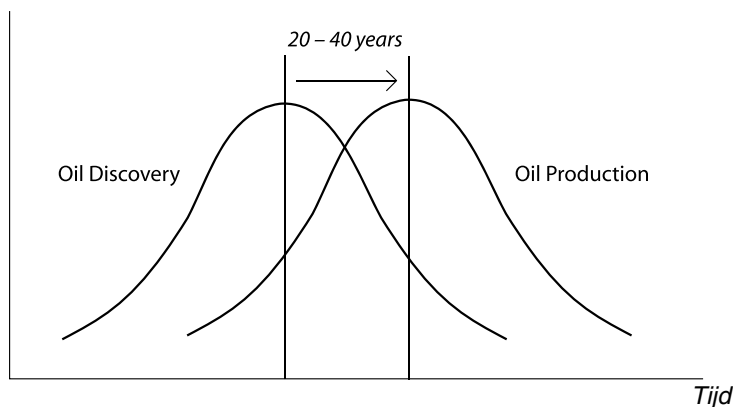
Ook al weten we uiteraard niet precies wanneer we door deze schokken getroffen gaan worden, we tasten ook weer niet helemaal in het duister waar het de toekomstige olievoorziening betreft, want we beschikken over een instrument waarmee we dit kunnen voorspellen. Tijdens het midden van de jaren vijftig toonde M. King Hubbert, een geofysicus van Shell, aan dat we de productietrend van een specifieke geografische regio ruwweg kunnen voorspellen. Bij een ongelimiteerde oliewinning vertoont het olievolume dat uit de grond wordt opgepompt alle trekken van een klokkromme – aanvankelijk verloopt de winning traag om vervolgens een piek te bereiken, waarna deze met grofweg dezelfde snelheid daalt als dat hij aanvankelijk steeg. De maximale productie – weergegeven als de piek van de kromme – wordt bereikt wanneer ongeveer de helft van de olie is gewonnen.

Tijdens een sensationele voordracht in 1956 voor het American Petroleum Institute voorspelde Hubbert met behulp van zijn model dat de oliewinning in Amerika in de achtenveertig aaneengesloten staten (dus zonder Alaska) tussen 1965 en 1971 haar piek zou bereiken. De meeste deskundigen waren verbolgen. Ze vonden deze voorspelling onzin en meenden dat de Amerikaanse olieproductie nog zeker tientallen jaren op hetzelfde niveau zou blijven. Shell schrapte zelfs delen van de geschreven versie van Hubberts toespraak om de scherpe kantjes van zijn waarschuwing te verzachten.<sup>19</sup> Pijnlijk genoeg voor hen bleek echter dat, na wat een van de meest verbijsterend accurate langetermijnvoorspellingen ooit moet zijn geweest, de Amerikaanse aardolieproductie in 1970 inderdaad haar piek zou bereiken.<sup>20</sup> Zelfs met de nieuwe olie die vanaf de late jaren zeventig uit Alaska zou stromen – iets wat Hubbert niet had voorzien – zou het Amerikaanse productieniveau haar vroegere piek nooit meer evenaren. Tegen het midden van de jaren tachtig, toen ook

de winning in Alaska over haar hoogtepunt heen was, begon de algehele Amerikaanse olieoutput aan haar onverbiddelijke neerwaartse glijpartij over de keerzijde van Hubberts kromme. Vandaag de dag is de totale Amerikaanse productie van ruwe olie en vloeibaar gas veertig procent lager dan in 1970, terwijl het energieverbruik met bijna dertig procent gestegen is. Olie-importen zijn noodzakelijk geworden om deze steeds breder wordende kloof te overbruggen.<sup>21</sup>

Als we Hubberts methode willen toepassen om in te schatten wanneer de olieproductie in een regio haar piek bereikt, hebben we eerst twee andere ramingen nodig: de toekomstige productiegraad (in laten we zeggen miljoenen vaten olie per jaar) en de hoeveelheid olie die de regio uiteindelijk opgebracht zal hebben wanneer al het geboor en gepomp uiteindelijk zijn gedaan – wat deskundigen de uiteindelijk recupereerbare rijkdommen of de URR noemen.<sup>22</sup> De URR is de hoeveelheid olie die we realistisch gezien uit een veld kunnen winnen. De URR is makkelijker te berekenen wanneer we over een redelijk lang historisch overzicht van olievondsten in de betreffende regio beschikken, omdat ook het volume van de olie die jaar op jaar gevonden wordt de trekken van een klok-kromme vertoont.<sup>23</sup> De piek in de olievondsten gaat gewoonlijk enkele decennia aan de piek in de olieproductie vooraf. Neem bijvoorbeeld de Verenigde Staten: qua olievondsten werd de piek tijdens de jaren dertig bereikt, toen een boorploeg op het East Texas-olieveld stuitte, maar qua productie pas veertig jaar later, in 1970. Hoe dan ook, toen Hubbert in 1956 zijn voorspelling deed, was de ontdekkingsgraad in de Verenigde

### Productie



Tientallen jaren kunnen verstrijken tussen de ontdekking van olie en het bereiken van de productiepiek.

Staten al zover gedaald dat hij de productietrend met opmerkelijk nauwkeurigheid kon berekenen.<sup>24</sup>

Ondanks de immense investeringen van kapitaal en technologie door de olie-exploratiemaatschappijen nam het tempo van de olievondsten in de Verenigde Staten sinds 1930 gestaag af. Zoals de oliegeoloog Colin Campbell opmerkte: 'De Verenigde Staten beschikten over het geld [om meer olie te vinden], de motivatie [en] de technologie, dus werd de piek in de olievondsten niet bereikt – om vervolgens... zeventig jaar lang gestaag af te nemen – omdat ze het niet geprobeerd zouden hebben. Het was te wijten aan de fysieke grenzen waarmee de natuur het land had opgezadeld.'<sup>25</sup> Overal ter wereld hebben oliegeologen in de olievelden een zelfde opeenvolging van een piek in de olievondsten door een productiepiek waargenomen, en in zo'n vijftig landen – waaronder Groot-Brittannië, Noorwegen, Indonesië, Oman en waarschijnlijk Rusland – heeft de deze piek al plaatsgevonden en neemt de productie inmiddels af.<sup>26</sup>

Voor de wereld als geheel ligt de situatie echter complexer. Tot de jaren zeventig volgde de wereldproductie een stijgende lijn, precies zoals we gezien Hubberts model mochten verwachten. Maar als gevolg van de politiek gemotiveerde productieverlagingen door OPEC tijdens de jaren zeventig en tachtig werd de stijgende lijn afgevlakt voordat de wereldwijde piek een feit was (in die jaren beheerste OPEC ongeveer de helft van de mondiale olieproductie). Tegen het midden van de jaren negentig werd de opwaartse lijn weer opgepakt. We mogen aannemen dat, net als in veel afzonderlijke olieproducerende regio's, de mondiale piek eens bereikt zal worden. Maar wanneer deze zal plaatsvinden? Om deze vraag te kunnen beantwoorden moeten we iets meer over de totale oliehoeveelheid weten die op de planeet gewonnen kan worden (de URR), omdat de piek, zoals we gezien hebben, bereikt zal worden wanneer de helft van deze wereldwijde olievoorraad is opgesoupeerd.

Om een schatting van de URR voor de planeet als geheel te maken en het jaar waarin de oliepiek zal plaatsvinden te berekenen, hebben Colin Campbell en zijn collega's van de Association for the Study of Peak Oil and Gas voor elk olieproducerend land gedetailleerde gegevens over de geschiedenis van de olievondsten, de huidige olieproductie, de cumulatieve olieproductie, de geschatte reserves en de vooruitzichten op verdere olievondsten verzameld. Nadat ze al deze gegevens grondig geanalyseerd, geordend en berekend hadden, kwamen ze tot de conclusie dat er in totaal ongeveer 1,9 biljoen vaten conventionele olie (dat wil zeggen lichte, redelijk makkelijk winbare olie) winbaar waren, voordat de mens begonnen was het op te pompen en te verbranden.<sup>27</sup> Gegeven het feit dat

de mensheid inmiddels zo'n 970 miljard vaten heeft opgebruikt, hebben we net iets minder dan een biljoen vaten over. Van dit restant bevin-den zich, zo denkt Campbell, zo'n 800 miljard vaten in reeds ontdekte olievelden en zitten er nog grofweg 140 miljard vaten onontdekt onder de grond.<sup>28</sup> Dus omdat we ruwweg de helft van de ons oorspronkelijk geschonken voorraden hebben opgesoupeerd, moeten we dicht tegen de productiepiek van de wereldvoorraad aanzitten – en dus ook tegen de onomkeerbare afname die daar onvermijdelijk op volgt.

Campbells raming van de wereldwijde URR bevindt zich aan de onderkant van de bandbreedte die door oliedeskundigen wordt gehanteerd, en hij is aanvechtbaar. In 2000 bijvoorbeeld produceerde de United States Geological Survey (USGS) een radicaal andere inschatting – eentje die veel optimistischer was. Zij berekende dat de totale oorspronkelijke olievoorraad op aarde waarschijnlijk zo rond de drie biljoen vaten moet hebben gelegen, wat betekent dat, als de cijfers correct zijn, we nog ruim twee biljoen vaten te gaan hebben – het dubbele van Campbells voorspelling.<sup>29</sup> Deze raming wordt wijd en zijd aangehaald en is in de voorspellingen van de International Energy Agency in Parijs, in die van de US Energy Information Administration en zelfs in die van de Saoedische schatting van de eigen reserves verwerkt.<sup>30</sup> Maar een grondige analyse laat zien dat we vraagtekens mogen plaatsen bij de door de USGS genoemde hoeveelheden.<sup>31</sup>

Feitelijk kunnen we de nauwkeurigheid van de ramingen van de USGS ook nu al controleren. Zij voorspelde dat er tussen 1995 en 2025 wereldwijd jaarlijks gemiddeld zo'n vierentwintig miljard vaten nieuwe olie opgespoord zouden worden. Maar tijdens de eerste acht jaar van deze periode – van 1995 tot 2003 – bleef het aantal daadwerkelijk ontdekte vaten olie op 8,5 miljard per jaar steken, oftewel ongeveer eenderde van de voorspelde hoeveelheid.<sup>32</sup>

Om eerlijk te zijn is het begroten van de trends voor nieuwe vondsten, van de omvang van de bestaande reserves en van de toekomstige groei van deze reserves eerder een vorm van zwarte magie dan van wetenschap. Onder de deskundigen is er de nodige ruimte voor onenigheid en zowel Campbell als het model van Hubbert zijn dan ook zwaar onder vuur komen liggen.<sup>33</sup> De critici stellen vast dat onheilsprofeten al heel lang voorspellen dat de wereldproductie elk moment zijn piek kan bereiken, maar dat deze gevreesde data stuk voor stuk voorbij zijn gegaan zonder dat de wereldproductie ook maar een moment gedaald is.<sup>34</sup> En enkele commentatoren hebben hun afkeur over Campbell en zijn collega's uitgesproken, omdat zij hun mondiale URR-ramingen regelmatig hebben moeten aanpassen.<sup>35</sup>

Toch vertonen ook deze kritische kanttekeningen hun eigen zwakke plekken.<sup>36</sup> Het is bijvoorbeeld onredelijk om Campbell en anderen het verwijt te maken dat zij hun URR-ramingen aangepast hebben alleen maar omdat ze inmiddels over meer en betere data over de wereldwijde olievoorraden beschikken en hun berekeningen verfijnd hebben. Ik ben van mening dat de huidige data de bewering ondersteunen dat de mondiale piek voor conventionele olie snel naderbij komt.

De situatie is mogelijk nog slechter dan het Hubbert-model voorspelt, omdat de ramingen van de reserves die de oliemaatschappijen opgeven gebrekkig zijn – en er misschien wel totaal naast zitten.<sup>37</sup> De gegevens over de reserves van de olieproducerende landen zijn wellicht nog dubieuzer, want deze landen hebben goede redenen om ze op te kloppen. De overtuiging dat een land over grote reserves beschikt, versterkt zijn economische macht en kredietwaardigheid bij internationale banken en investeerders: en voor de landen die deel van het OPEC-kartel uitmaken – zoals Koeweit en Saoedi-Arabië –, zorgen hoge ramingen van de reserves ervoor dat ze van het kartel hoge olie-exportquota toegewezen krijgen. ‘Landen willen hoog ingeschaald worden, en dus passen ze de ramingen daarop aan,’ aldus Fadel Gheit, een vooraanstaande energieanalist van het beurshuis Oppenheimer & Company. ‘Iedereen liegt over zijn reserves en dus wil je er zeker van zijn dat jij nog harder liegt dan je buurman.’<sup>38</sup>

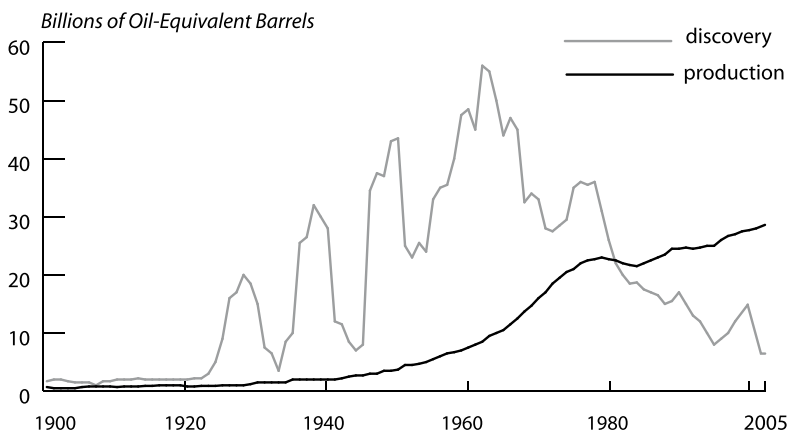
### *Waar blijven de mammoeten?*

De olie-industrie is niet bereid om de dalende trend van nieuwe vondsten en de ophanden zijnde productiepiek te onderkennen. Hoge oliebazen zijn doorgaans alleen zover te krijgen dit soort onderwerpen aan te kaarten nádat ze met pensioen zijn gegaan.<sup>39</sup> Maar zo af en toe is er toch een vooraanstaand iemand binnen de olie-industrie die bereid is nog tijdens zijn carrière toe te geven dat de situatie kritiek is. Een opmerkelijk voorbeeld dateert uit 2002 in *World Energy*, hét tijdschrift van de olie-industrie. Harry Longwell, de toenmalige vicepresident exploratie en productie van ExxonMobil, gaf een overzicht van de door de onderzoeksmedewerkers van zijn bedrijf vergaarde gegevens over de wereldwijde olievondsten. Zijn grafische weergave van deze vondsten vertoonde de duidelijk herkenbare vorm van een klokkromme: de vondst van ruwe olie had een piek rond 1964 en viel daarna snel terug om tijdens de late jaren zeventig (toen het Prudhoe Bayveld in Alaska en de velden in de Noordzee werden gevonden) en rond 2000 een opflikking te vertonen.<sup>40</sup> Rond 1980 zou de jaarproductie de hoeveelheid nieuw gevonden olie

voor het eerst overtreffen en de afgelopen jaren hebben we tussen de vier en vijf keer meer olie opgepompt en verbruikt dan we hebben gevonden.

Heel opmerkelijk was dat Longwell aangaf dat de hogere prijzen in de toekomst geen golf van nieuwe vondsten zullen stimuleren, zoals instellingen als de USGS verwachten. 'Op de lange termijn bekeken, vertonen de cycli van olievondsten weinig verband met de prijzen.'<sup>41</sup> En ook: 'Het wordt steeds lastiger om olie en gas te vinden. De industrie heeft de laatste jaren enkele grote vondsten gedaan. Maar die nieuwe velden bevinden zich op het land op steeds grotere dieptes, op zee in steeds dieper water en ook op steeds grotere afstand van de consumentenmarkten.'<sup>42</sup>

Wanneer Harry Longwell stelt dat het steeds lastiger wordt om olie en gas te vinden, bedoelt hij dat het steeds meer energie vergt om ze te vinden. Met andere woorden: olie-exploratiebedrijven worden met een dalend energierendement op investering (EROI) geconfronteerd. Deze trend is mondiaal, maar doet zich het meest uitgesproken voor in de achtenveertig aaneengesloten staten van Amerika, die eerder door Hubbert in opdracht van Shell onderzocht waren, en waar de exploratie van olie al veel langer plaatsvindt dan zo ongeveer overal elders ter wereld. Tussen 1930 en nu is het Amerikaanse olie-EROI van ruim honderd naar rond de zeventien gedaald, terwijl de gemiddelde diepte van een nieuwe bron van duizend naar tweeduizend meter is gezakt en de gemiddelde omvang van een nieuw veld van ruim twintig miljoen vaten naar minder dan een miljoen is geslonken.<sup>43</sup> En omdat het steeds meer werk vergde om de Amerikaanse olie te winnen, zijn de productiekosten per vat nagenoeg verviervoudigd.<sup>44</sup>



De wereldwijde olievondsten bereikten hun piek aan het begin van de jaren zestig.

Giant Fields Production Barrels per Day	No. of Fields	Total Production 000 B/D	Era Discovered					
			Pre- 1950s	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s
1,000,000 +	4	8,000	2	1		1		
500,000 - 999,000	10	5,900	2	3	3	1	1	
300,000 - 499,000	12	4,100	3	1	6	1	1	
200,000 - 299,000	29	6,450	8	4	6	9	1	1
100,000 - 199,000	61	7,900	5	8	13	13	11	11
Total	116	32,350	20	17	28	25	14	12

De meeste mammoetvelden werden tientallen jaren geleden gevonden.

(vlnr.: categorie vaten dagproductie, aantal velden, totale opbrengst in duizenden vaten per dag, en de periode van ontdekking – de wereldproductie van conventionele olie, zonder butaan en propaan, bedroeg in 2006 67 miljoen vaten per dag)

Maar liggen er geen enorme velden op afgelegen plekken in Centraal-Azië, op de Noordpool en ver uit de kust in zee te wachten om ontdekt te worden? Waarschijnlijk niet. Exploratiemaatschappijen hebben naar alle waarschijnlijkheid zo goed als alle allergrootste velden, die door de deskundigen mammoetvelden worden genoemd, al gevonden. Hoewel de planeet ongeveer dertigduizend actieve velden telt, is de helft van de mondiale olieproductie uit slechts honderd zestien mammoetvelden afkomstig, en twintig procent uit de veertien grootste. Deze veertien velden waren zijn gemiddeld genomen vijftig jaar oud. Zoals we in de tabel kunnen zien, is meer dan driekwart van de mammoetvelden op de wereld voor 1980 ontdekt, waaronder de vier grootste die samen bijna twaalf procent van de mondiale conventionele olieproductie voor hun rekening nemen.<sup>45</sup> Betere methoden om diepliggende velden te vinden en in kaart te brengen, laten zien dat grote delen van de aardkost, waaronder grote stukken oceaانبodem, helemaal geen olie bevatten.<sup>46</sup> En hoewel boorinstallaties dankzij nieuwe technologieën – zoals driedimensionale reflectiedata van oliereservoirs en wendbare olieboeren – meer en meer in staat zijn om kleinere olieholtes, die diep onder grond tussen steenlagen weggestopt zijn, aan te boren, zullen we vele duizenden van dergelijke kleine bronnen moeten opsporen om de productieafname van het handjevol verouderde mammoets goed te maken.

Naarmate het lastiger wordt om nieuwe en grote olievoorraden op het spoor te komen en vele bestaande voorraden buiten het Midden-Oosten al over hun heen piek zijn, neemt het belang van de Golfstaten (vooral

van Saoedi-Arabië, Irak, Koeweit en de Verenigde Arabische Emiraten) navenant toe. In alle optimistische toekomstverwachtingen omtrent de mondiale olievoorraden spelen de Golfstaten een zelfs nog overheersendere rol bij het lessen van onze toekomstige oliebehoefte.<sup>47</sup>

Twee van 's werelds grootste mammoetvelden liggen in Saoedi-Arabië. Deze beide velden – Ghawar en Safaniya – zijn zo groot dat ze door experts supermammoets gedoopt zijn. Het is de moeite waard ze iets beter onder de loep te nemen, omdat er onder commentatoren, economen en beleidsmakers – en zelfs binnen de us Department of Energy – een breed gedragen beeld bestaat dat Saoedi-Arabië over enorme overtollige voorraden beschikt. Deze mensen houden vol dat het land in een flink deel van de toenemende vraag kan voorzien door de oliekranen, elke keer dat de vraag toeneemt, wat verder open te draaien.<sup>48</sup>

Dit zal naar alle waarschijnlijkheid niet gebeuren. Dat twee van de vier supermammoets in de wereld in een en hetzelfde land blijken te liggen, heeft bij menigeen tot de bedrieglijke veronderstelling geleid dat Saoedi-Arabië over een onafzienbaar, nog onaangeboord oliepotentieel beschikt – dat het land in de olie omkomt. Maar de beide supermammoets zijn oud en ondanks dat het hele land grondig op nieuwe voorraden is afgezocht, zijn er sinds de jaren zestig geen grote nieuwe olievondsten meer gedaan.<sup>49</sup> Het overgrote deel van de Saoedische olie is nog steeds in de verouderde velden van Ghawar en Safaniya geconcentreerd.<sup>50</sup> Het Ghawarveld, het grootste ter wereld, werd vijfenvijftig jaar geleden in productie genomen en is nog steeds goed voor ruim vijftig procent van de dagelijkse productie in Saoedi-Arabië – een verbluffende vijf miljoen vaten. Dat is tussen de zes en de acht procent van de totale dagelijkse mondiale output van conventionele olie en vier tot vijf keer meer dan die van het eennagrootste veld ter wereld.<sup>51</sup> Maar nu vullen de reservoirs zich met water, omdat ingenieurs dagelijks miljoenen liters zeewater het veld in pompen om de interne druk op niveau te houden en de olie naar de productiebronnen te stuwen.<sup>52</sup> De hoge waterconcentraties zorgen nu al voor een terugloop van de productie in de zuidkant van het veld.<sup>53</sup>

Saoedi-Arabië waakt over haar productiestatistieken alsof het staatsgeheimen betreft, maar de door hen openbaargemaakte ramingen van hun reserves – grofweg tweehonderdzestig miljard vaten – zijn naar alle waarschijnlijkheid zwaar overtrokken.<sup>54</sup> Ook gaan er geruchten dat de output van oudere Saoedische olievelden als Ghawar inmiddels zijn piek al bereikt heeft en nu al met gemiddeld acht procent per jaar afneemt.<sup>55</sup> In tegenstelling tot wat vaak wordt aangenomen, beschikt het land dus nauwelijks over de overtollige voorraden om in de voortdurende toename van de wereldwijde vraag naar olie te voorzien.<sup>56</sup>

Als enorme nieuwe vondsten onwaarschijnlijk zijn en veel van 's werelds grootste velden hun piek benaderen of al bereikt hebben, ligt de oplossing dan niet in het gebruik van geavanceerde methoden om meer olie uit de bestaande velden te winnen? Inderdaad, een aantal van deze methoden zal zeker effect hebben. Tijdens de jaren zestig gingen olieingenieurs er over het algemeen van uit dat zij slechts dertig procent van de olie uit een veld konden 'winnen'; nu is dat vijftig procent of meer, door netwerken van parallelle horizontale bronnen te gebruiken en koolstofdioxide en water in de allengs minder productieve olievelden te spuiten – zoals in Ghawar waar water gebruikt wordt om olie naar de bronnen te stuwen waar het opgepompt kan worden. Oliemaatschappijen experimenteren ook met nog veel radicalere technologieën, zoals het gebruik van ondergrondse branden om de olie dunner te maken en door bepaalde bacteriën in te spuiten waardoor de olie minder stroperig wordt.<sup>57</sup> Maar deze productiebevorderende technologieën verbruiken normaal gesproken heel veel energie – wat betekent dat ze het EROI van deze extra geproduceerde olie omlaag brengen. Maar belangrijker dan dat lijken ze het meeste effect te sorteren nadat een olieveld al over zijn piek heen is, door de productie van een veld langer op piekniveau te houden. Wanneer de outputafname van een veld dan eindelijk plaatsvindt, verloopt deze veel sneller dan anders het geval geweest zou zijn.<sup>58</sup> Deze technologieën zullen een afnemende productietrend in een olieveld nooit kunnen keren. Vanaf 1989 is de olieproductie in Alaska ondanks de agressieve inzet van de beste winningstechnologieën bijvoorbeeld gestaag – met meer dan vijftig procent – gedaald.

Dus terwijl verbeterde technieken voor de oliewinning ons wat extra tijd geven, verandert dat niets aan de harde realiteit dat we over niet al te lange tijd niet langer in staat zullen zijn genoeg nieuwe olie te vinden om de onverbiddelijke productieafname van veel bestaande velden te compenseren – laat staan genoeg om in de toekomstige behoefte te voorzien die de komende twintig jaar naar verwachting met vijftig procent zal stijgen.<sup>59</sup>

Maar wellicht kunnen we dan onconventionele oliebronnen aanboren – zoals het vloeibaar aardgascondensaat dat in aardgasvelden voorkomt, zware olie uit teerzanden of olie dat door boorplatformen in de diepe oceandelen gevonden wordt. Sommige analisten zijn van mening dat we met deze alternatieve bronnen het grootste deel van de productiekloof zullen overbruggen als straks de conventionele olie over zijn piek heen is.<sup>60</sup> Onconventionele oliebronnen zullen zeker een belangrijke rol spelen, maar ik denk dat het onwaarschijnlijk is dat ze snel genoeg in productie worden genomen om de hoeveelheden te produceren die we

nodig hebben. De winning van alle vormen van onconventionele olie vergt buitengewoon veeleisende nieuwe technologieën en enorme hoeveelheden kapitaal – het Thunder Horse-boorplatform in de Golf van Mexico kostte bijvoorbeeld een miljard dollar. En hoewel Venezuela, Canada, Rusland en andere landen over verbijsterende reserves aan zware olie beschikken, kunnen we niet zomaar een gat in de grond boren en het goedje omhoog pompen. De teerzanden in Alberta moeten bijvoorbeeld eerst worden verpulverd en met heet water en stoom vermengd worden om er bitumen uit te kunnen produceren, dat vervolgens met waterstof gemengd en bij hoge temperaturen gekookt wordt om er aardolie en andere koolwaterstoffen uit te kunnen maken. Dit proces werkt op aardgas, en het kost bijna dertig kubieke meter gas om één vat olie te produceren.<sup>61</sup> Dus is het EROI voor teerzandolie erg laag – waarschijnlijk onder de vijf.<sup>62</sup> En omdat de Amerikaanse conventionele gasvoorraden allang over hun piek heen zijn, zal een hogere gasprijs uiteindelijk ook de prijs van teerzandolie opdrijven.<sup>63</sup>

De mondiale olieproductie is met zoveel politieke, economische, technologische en geofysische onzekerheden omgeven, dat het niet echt mogelijk is om het moment van wereldwijde piekolie accuraat te voorspellen. Maar we kunnen er hoe dan ook zeker van zijn dat die piek eraan komt en we kunnen er maar beter nu klaar voor zijn, want de kans is groot dat deze niet lang op zich laat wachten. De huidige hoge olieprijs – ruim zeventig dollar per vat in de zomer van 2006 – kan erop wijzen dat de piek aanstaande is, en analisten als Colin Campbell hebben voorspeld dat het moment ergens tijdens de komende vijf jaar zal plaatsvinden.<sup>64</sup> Critici stellen daartegenover dat de huidige hoge prijzen slechts een weerspiegeling zijn van de geringe investeringen in de exploratie- en raffinagecapaciteit tijdens de afgelopen tien jaar. Zodra nieuwe velden en olieraffinaderijen in productie worden genomen, zullen de olieprijsen vervolgens weer sterk dalen.<sup>65</sup>

Maar zelfs als er daadwerkelijk nog twee biljoen vaten olie in de aardkorst zitten, zoals door sommigen beweerd wordt, dan nog zal het piekmoment gegeven de klokvormige productiecurve hooguit enkele decennia uitgesteld worden.<sup>66</sup> En zodra we het piekmoment gepasseerd zijn, kan de wereldproductie snel afnemen – met misschien wel drie procent of meer per jaar.<sup>67</sup> In dat geval zal onze energiesituatie er bijna van de ene op de andere dag radicaal anders uitzien, omdat de mondiale economieën, die momenteel aan een voortdurend groeiende olieconsumptie van twee à drie procent per jaar gewend zijn, zich plotseling aan een trend zullen moeten aanpassen die een heel andere kant uit beweegt – neerwaarts.

Het is ook mogelijk dat deze piek nog een tijdje door een sterk gekarteld productieniveau met hoge pieken en dalen zal worden gevolgd, waarbij de scherp verhoogde olieprijs tot economische stagnatie of zelfs krimp kunnen leiden, waardoor de vraag naar olie afneemt en de prijs weer gedrukt wordt.<sup>68</sup> Terwijl de markten en economieën zich trachten aan te passen, zullen periodes van olieschaarste en hoge olieprijs in dit scenario afgewisseld worden met periodes van recessie en dalende prijzen. Ondertussen zullen oliemaatschappijen de planeet naar nieuwe velden afstruinen, velden die voorheen als onbeduidend waren afgedaan in productie nemen en zeer energie-intensieve technologieën gebruiken om de laatste beetje olie uit de bestaande reservoirs te persen. Ook zullen ze de productie van onconventionele olie opkrikken.

Sommige commentatoren zullen een dergelijk kartelvormig niveau voor een tijdelijke hapering aanzien, waarna we gewoon weer tot de orde van de dag overgaan. Maar dan zitten ze eraast: het zal een voorspel voor een tijd van steeds ernstiger wordende energierestricties blijken, en het tijdperk van goedkope olie zal voorgoed voorbij zijn.

### *De wereldeconomie heeft geen backupplan*

Piekolie zal ons dwingen om onze diep ingesleten energiegewoontes te veranderen. We zullen ons aan een onvermijdelijke, maar veel te lang uitgestelde transitie van olie naar fossiele brandstoffen als aardgas en kolen moeten zetten, of op groene elektriciteit uit door de zon, wind, waterstof en misschien zelfs kernsplijting en kernfusie opgewekte energie moeten overstappen.

Een of andere combinatie van deze andere energiebronnen zal uiteindelijk het gat moeten vullen dat door de teruglopende productie van conventionele olie zal ontstaan. Maar elk van deze alternatieven brengt zijn eigen obstakels met zich mee en zal naar mijn mening, met de mogelijke uitzondering van kolen en een biobrandstof als ethanol, niet tijdig in voldoende mate in productie kunnen worden genomen om in de vraag te voorzien. Zoals Matthew Simmons, een in de energie-industrie gespecialiseerde beleggingsadviseur, het omschreef: 'De wereldeconomie heeft geen Plan B.'<sup>69</sup>

Hieronder zullen we enkele van deze alternatieven kort de revue laten passeren.<sup>70</sup>

Aardgas is een buitengewoon nuttige brandstof voor verwarming, industriële processen en zelfs voor vervoer, dus is het een goed substituut voor olie. Maar juist in de regio's waar het verbruik hoog is, zoals in

Noord-Amerika en Europa, dreigen de voorraden uitgeput te raken. In 2005 boorden gasboorplatformen in de Verenigde Staten een record van 27.335 nieuwe bellen aan – zesenzestig procent meer dan in 2000 –, maar kwam de productie vijf procent lager uit en lag de gasprijs voor thuisgebruik bijna tweederde hoger.<sup>71</sup> Onconventionele gasbellen – in diepgelegen velden ver uit de kust, in kolenbeddingen en in laagporeus gesteente – worden langzaam in productie genomen, maar de kosten liggen erg hoog en ze zijn in technisch opzicht lastig af te tappen.

Elders op de planeet zijn nog steeds enorme voorraden conventioneel gas voorhanden: in de grond in het Midden-Oosten, Siberië en Centraal-Azië, en buitengaats op de Noordpool, in de Golf van Mexico en langs de kust van West-Afrika. Helaas liggen deze voorraden praktisch allemaal ver van de mensen verwijderd die ze zouden kunnen gebruiken. Schepen met dubbelwandige opslagtanks kunnen het vloeibare aardas (LNG) – afgekoeld naar min honderdzestig graden – van de verafgelegen velden naar de gebieden transporteren waar ze er om zitten te springen. Maar de Verenigde Staten, Europa en Azië zullen tientallen nieuwe LNG-terminals moeten aanleggen (in de Verenigde Staten zijn er op dit moment slechts vier), en de energie die nodig is om gas samen te persen, af te koelen en te vervoeren, vormt een forse aanslag op zijn ROI. Mensen zijn begrijpelijkerwijs ook bezorgd dat deze terminals – met alle LNG-tankers die daar aangemeerd liggen en hun enorme velden met opslagtanks – een aantrekkelijk doelwit voor terroristen vormen.<sup>72</sup> Dus zal aardgas door een combinatie van hoge kosten en veiligheidsrisico's wellicht niet het droomsstituut blijken om het energiegat op te vullen zodra de olieproductie zijn piek heeft bereikt.

Steenkool is een andere mogelijkheid. Tegenwoordig wordt steenkool voornamelijk gestookt om er elektriciteit mee op te wekken, maar het kan ook tot een vervoersbrandstof omgevormd worden. De wereld beschikt over enorme steenkoolvoorraden, waarvan menig veld in landen met een grote bevolking en een grote energiebehoefte ligt – zoals de Verenigde Staten, India en China. Maar het delven van steenkool brengt ook enorme schade met zich mee: over de hele wereld, en met name in landen als China, vernietigt de kolenwinning enorme gebieden, verziekt het rivieren en meren met giftige stoffen en brengt het ernstige schade toe aan de gezondheid en de levens van de mijnwerkers. Tevens produceert de kolenstook enorm veel vervuiling: zwaveldioxide dat zure regen veroorzaakt en meer koolstofdioxide per energie-eenheid dan gas of olie. Toch zal steenkool vrijwel zeker een centrale rol in onze toekomstige energievoorziening spelen: nieuwe types kolenvergassingscentrales produceren grote hoeveelheden elektriciteit, waarbij enkel stromen pure

waterstof en koolstofdioxide vrijkomen. Daarvan kan waterstof als een vervoersbrandstof worden ingezet, terwijl de koolstofdioxide kan worden afgevangen en in lege olie- en gasvelden, in onexploiteerbare kolenvelden en in diepliggende zoutwaterhoudende grondlagen worden gepompt.<sup>73</sup>

De laatste tijd wordt bio-ethanol, dat uit graan, andere gewassen en verschillende vormen van organisch afval kan worden gewonnen, met veel poeha als alternatief voor benzine aangeprezen. George Bush, de voormalige president van Amerika, maakte specifiek melding van bio-ethanol in zijn 'troonrede' uit 2006, en als gevolg van haar verhoogde ethanolproductie uit rietsuiker zal Brazilië zal binnenkort haar olie-importen terugschroeven. Op dit moment nog neemt ethanol in Amerika een zeer bescheiden percentage van de vervoersbrandstof voor zijn rekening. Sommige wetenschappers schatten dat het meer energie kost om deze ethanol te produceren dan dat deze zelf aan energie bevat (met andere woorden: uit graan geproduceerde ethanol heeft volgens hen een EROI van minder dan 1).<sup>74</sup> Maar momenteel worden er nieuwe technologieën ontwikkeld om ethanol uit cellulose – het celweefsel dat planten hun stevigheid verschaft – te produceren. Door deze technologie kunnen we een veel breder aanbod aan substanties – zoals houtsnippers, maïsliezen, tarwestro en de subtropische grassoort *switchgrass*, een wintervaste prairieplant met hoogenergetische inhoud – als basismateriaal gebruiken, waardoor het energierendement van ethanol flink zal kunnen stijgen.<sup>75</sup> Maar er zijn ook problemen. Het oplossen van de technische obstakels en de aanleg van een ethanolinfrastructuur van boerderijen, verwerkingsinstallaties en distributienetwerken zullen de nodige tijd vergen. Ook speelt dat hoe meer land we gebruiken om het basismateriaal voor onze brandstof te verbouwen, hoe minder we overhouden om ons voedsel op te verbouwen. Een aantal analisten waarschuwt al dat een overgang naar ethanol tot scherp verhoogde voedselprijzen kan leiden. Maar in welke precieze vorm dan ook: de kans is groot dat ethanol, net als steenkool, een sleutelrol in onze toekomstige energievoorziening zal spelen.

Wat zijn de kansen voor zonne-energie? De meeste milieuactivisten zijn van mening dat de zon de energiebron van de toekomst is en in een aantal opzichten hebben ze gelijk. Dag in dag uit overgiet de zon de aarde met een hoeveelheid straling die vele duizenden keren meer energie bevat dan alle energie die door de mensheid wordt verbruikt. Als we zelfs ook maar een miniem deel van deze straling op zouden kunnen vangen, zouden onze energieproblemen voor altijd zijn opgelost. En zonne-energie biedt de mogelijkheid van decentrale flexibele energieopwekking die buiten het elektriciteitsnetwerk om kan plaatsvinden,

omdat afzonderlijke huizen en gebouwen hun daken met zonnepanelen kunnen bedekken. En ook al ligt de prijs nu nog behoorlijk hoog – per kilowattuur tussen de drie en de acht keer zo hoog als steenkool of aardgas –, daar komt snel verandering in en sommige deskundigen geloven dat zonne-energie qua prijs binnen een jaar of twintig met conventionele olie zal kunnen wedijveren.

Maar het zal nog heel lang duren voordat zonne-energie in een groot deel van onze energiebehoefte zal voorzien. Veel van de regio's in de wereld waar de meeste energie wordt verbruikt, beschikken niet het hele jaar door over helder zonlicht (denk aan New York, Londen, Berlijn, Moskou, Tokyo en Toronto tijdens de lange herfst- en winterperiodes). Een meer fundamenteel probleem is dat zonne-energie een 'lage vermogendichtheid' heeft. Zelfs in gebieden waar de zon vaak en helder schijnt (zoals in de Mojavewoestijn of de Sahara), levert een vierkante meter aardoppervlak bij felle zonneschijn hooguit 250 watt zonne-energie op. Dat is voldoende vermogendichtheid om een huis mee van elektriciteit te voorzien, maar niet om een auto of een fabriek mee aan te drijven, laat staan een aluminiumsmeltoven. Windenergie heeft zelfs een nog lagere vermogendichtheid. Onze steden en industrieën worden ondertussen door een zeer hoge verbruiksdichtheid gekenmerkt – een wolkenkrabber kan wel duizenden watts per vierkante meter verbruiken.<sup>76</sup> Om deze zones van wind- of zonne-energie te voorzien, zullen we steeds verder uitdijende windmolen- en zonneparken nodig hebben die een veel groter oppervlak beslaan dan deze zones zelf.

Kernsplijting, de technologie waar alle huidige kernreactoren op werken, is een andere mogelijke oplossing voor ons energieprobleem. Kernreactoren kunnen dicht bij de bevolkingen worden gebouwd die de energie nodig hebben, en door nieuwe ontwerpen is het gevaar op een *meltdown* sterk teruggebracht.<sup>77</sup> Ze kunnen ook kweektechnologie gebruiken, waarmee ze in staat zijn om bij de normale bedrijfsvoering meer van hun eigen kernbrandstof te 'kweken' door onverrijkt uranium met kernstraling te bombarderen. En omdat ze niet door een brandstofaanbod beperkt worden, kunnen we zoveel van die kweekreactoren bouwen als we maar willen.

Maar om veiligheidsredenen is dat iets waar we hoogstwaarschijnlijk weinig trek in zullen hebben. Bij kernenergie komen grote hoeveelheden dodelijk radioactief afval vrij. We zijn er nog steeds niet echt in geslaagd om uit te dokteren waar we dit materiaal de komende tienduizenden jaren veilig kunnen opslaan totdat het onschadelijk is geworden. Het afval kan gestolen worden en tot bommen verwerkt. Het is extreem giftig en dus kunnen terroristen het voor radiologische of 'vuile' bommen gebrui-

ken. Ook bevat het afval plutonium waar atoomwapens mee gemaakt kunnen worden. Een wereld waarin nucleair afval voor het grijpen ligt, biedt een buitengewoon angstaanjagende perspectief. Het bewaken en beheersen van al deze reactoren en hun afval zou een mate van veiligheid vergen die je eerder met een politiestaat associeert.

En kernfusie – de energiebron van de zon en de sterren – biedt ook geen oplossing, in ieder geval niet voor de afzienbare toekomst. Kernfusie mag dan de ultieme energiebron zijn, natuurkundigen hebben de grootst mogelijk moeite het hier op aarde tot een bruikbare energiebron om te smeden. Vijftig jaar geleden werd te pas en te onpas voorspeld dat fusie-energie aan het eind van de twintigste eeuw commercieel beschikbaar zou zijn. Inmiddels zijn we nog steeds vijftig jaar van dat doel verwijderd.

Tot slot is er de laatste tijd nogal wat opwindning rond waterstofenergie. We kunnen dit gas – in potentie – gebruiken om er onze woningen, fabrieken, apparaten en auto's mee van energie te voorzien. De verbranding van waterstof produceert enkel water en warmte. Het wordt met gewone chemische processen gemaakt – dus er zijn geen nieuwe technologische hoogstandjes voor nodig – en het kan net als aardgas in pijpleidingen door het hele land gedistribueerd worden. En het mooiste van al: waterstof is het meest overvloedige element in het universum en zit in enorme hoeveelheden in onder meer zeewater. We zullen nog de nodige technische hordes moeten nemen – wetenschappers zijn er bijvoorbeeld nog niet in geslaagd een echt bevredigende manier te vinden om grote hoeveelheden waterstof in kleine ruimtes als de benzinetank van een auto op te slaan. Maar deze problemen zullen mettertijd wel opgelost worden. Het echte probleem van waterstof is dat het geen primaire energiebron is – het is een energiedrager. Waterstof mag dan overvloedig in de natuur voorkomen, het is niet iets dat zomaar aangeboord kan worden. Het kan niet als olie gewonnen worden, het kan niet als steenkool gedolven worden, het moet *geproduceerd* worden en dat vergt heel veel energie.

Om beter te begrijpen over hoeveel energie we het hebben: stel je voor dat we waterstof in plaats van benzine willen gebruiken om er het hele Amerikaanse wagenpark van tweehonderddertig miljoen auto's, vrachtwagens en bussen op te laten rijden. Dan zou het land elke dag tweehonderddertigduizend ton waterstof nodig hebben – genoeg om zo'n dertienduizend Hindenburgzeppelins mee te vullen. Om dit waterstof door middel van elektrolyse, de standaardmethode om water in waterstof en zuurstof om te zetten, te produceren, zou Amerika haar elektriciteitscapaciteit moeten verdubbelen. En als ze deze elektriciteit met duurzame energietechnologie op zou willen wekken, dan het zou ze een gebied

ter grootte van Massachusetts met zonnepanelen, of de staat New York met windmolens vol moeten zetten.<sup>78</sup>

Het komt er al met al op neer dat als we ons enkel op de aanbodzijde van de energieproblematiek blindstaren, er op dit moment geen echt goede alternatieven voor olie zijn. Dus moeten we ook de vraagzijde van het probleem onder de loep nemen: een ongecompliceerd antwoord op onze energieproblematiek en de nakende piek in de productie van conventionele olie is doodgewone energiebesparing. We moeten de groei van onze totale energiebehoefte inperken, een halt toeroepen of zelfs van groei naar krimp overgaan. Degenen van ons in rijke landen kunnen wat vaker het licht, de verwarming en de airco uitzetten en minder kilometers rijden. Maar sommige mensen maken bezwaar tegen dergelijke strategieën, omdat ze onze kwaliteit van leven – althans wat zij als de definitie van onze levenskwaliteit beschouwen – zouden aantasten. We kunnen in plaats daarvan ook onze huidige levensstandaard handhaven en toch energie besparen door nieuwe technologieën te gebruiken – zoals spaarlampen, hybride auto's en hoogkwalitatief openbaar vervoer – die onze energie-efficiëntie flink bevorderen. Deze technologieën geven ons met elke watt een grotere slagkracht door de energie-intensiteit van onze economie – dat wil zeggen: de hoeveelheid energie die nodig is om een bepaalde hoeveelheid economische output te produceren – te verlagen. Sommige analisten geloven dat rijke landen hun energie-intensiteit zo ongeveer tot in het oneindige jaarlijks met twee procent zouden kunnen verminderen.<sup>79</sup> Arme landen kunnen hun energie-intensiteit zelfs nog sneller terugbrengen, omdat energie er vaak zo ondoelmatig gebruikt wordt dat er veel meer ruimte voor besparingen is.

De afgelopen decennia hebben rijke landen inderdaad een aantal buitengewoon grote stappen gezet. De Amerikaanse staalindustrie heeft zijn energie-efficiëntie sinds 1955 bijvoorbeeld met een indrukwekkende 72 procent verhoogd – waarvan alleen al achtentwintig procent sinds 1990.<sup>80</sup> De Amerikanen hebben ook hun efficiëntie flink weten op te krikken bij de fabricage van glas, aluminium, beton en kunstmest; bij de raffinage van brandstof; in de bouw en bij bouwmaterialen; en bij het alledaagse energieverbruik van huishoudelijke apparaten als afwasmachines en koelkasten.

Jammer genoeg kan de energie-efficiëntie niet oneindig met dit tempo verhoogd worden, omdat industriëlen en ondernemers eerst de makkelijkste en goedkoopste manieren toepassen om energie te besparen. Nadat ze het laaghangende fruit hebben binnengehaald, komen ze er al snel achter dat elke volgende toename van de efficiency een ingewikkeldere – en duurdere – technologische toepassing vereist dan de vorige.

Verder geldt dat hoe noodzakelijk energiebesparingen ook zijn, ze nooit genoeg zoden aan de dijk zullen zetten om onze energieproblematiek op te lossen, zolang onze samenlevingen en economieën voor hun welvaart van hoge groeicijfers afhankelijk zijn. Laten we opnieuw Amerika als voorbeeld nemen. Ondanks de toegenomen efficiency heeft het land zijn totale energieverbruik nog steeds niet weten te verlagen, omdat de economische productie sneller gegroeid is dan de energie-efficiëntie is toegenomen. Terwijl de Amerikaanse energie-intensiteit de afgelopen twintig jaar met bijna twee procent per jaar is gedaald, groeide de economie net wat sneller, met iets meer dan drie procent per jaar. Dus hoewel de energie-intensiteit sinds 1980 met veertig procent is afgenomen, is de Amerikaanse energiehonger in die periode met ruim zevenentwintig procent toegenomen.<sup>81</sup>

Dat resulteert in een frappante conclusie over energiebesparing. Zelfs als landen hun energie-intensiteit met twee procent per jaar verminderen – en het is onwaarschijnlijk dat ze daar tot in het oneindige mee door kunnen gaan –, zullen ze daar hun totale energieverbruik niet mee kunnen stabiliseren of terug kunnen brengen, behalve als hun economische groei lager uitkomt dan hun besparingen. Maar zoals ik later zal laten zien, is er op dit moment geen enkele economische beleidsmaker, en zeker geen enkele politicus, die met een dergelijk middelmatig groeicijfer genoegen zal nemen. Met andere woorden: zolang we aan hoge economische groeicijfers verslaafd zijn, zal ons totale energieverbruik niet omlaag gaan, ook als we onze energie-efficiëntie gestaag verbeteren.

---

Samenvattend kunnen we concluderen dat als het om energie gaat, en vooral om conventionele olie, we aan alle kanten ingeperkt zijn: onze honger naar energie is gigantisch en neemt snel toe; we zijn zwaar afhankelijk van olie om die honger te stillen, terwijl de olievoorraad snel krappert wordt; sommige alternatieven voor olie brengen nationale en internationale veiligheidsrisico's met zich mee, terwijl andere technisch of financieel onuitvoerbaar zijn; en zo ongeveer alles wat we doen heeft enorme repercussies voor het wereldwijde milieu.

Olie zal veel schaarser en duurder worden. Met de piek in de conventionele olieproductie zal een periode aanbreeken, zo schrijft Colin Campbell, 'van opeenvolgende prijsschommelingen, recessies, internationale spanningen en toenemende conflicten om toegang tot de cruciale olievoorraden, terwijl de situatie wat betreft de eigen energievoorziening binnen de Verenigde Staten en Europa steeds slechter wordt.'<sup>82</sup> Simpel

gesteld zal piekolie seismische consequenties voor de hele wereld hebben. Het zal de grond onder onze voeten laten trillen.

Zou dit op een hedendaagse versie van de val van Rome kunnen uitlopen – veroorzaakt door oplopende spanningen, terwijl de sleutelfiguren op het wereldtoneel om het beheer over de olievoorraden strijden en pijlsnel stijgende energiekosten onze economieën ontwrichten? In het volgende hoofdstuk zal ik laten zien dat sociale ontwrichting steeds waarschijnlijker wordt, naarmate onze samenlevingen meer en meer bedolven raken onder de zich opeenstapelende tektonische spanningen – met name de energiespanningen.