

De ene energiebron is de andere niet

Beste lezer, dit hoofdstuk vormt het hart van dit boek. Mocht u van plan zijn het merendeel van de tekst onlezen te laten, wat ik u overigens ten sterkste zou afraden, sla dan de rest over. Maar niet wat nu komt.

Om te beginnen, de ene energiebron is de andere niet. Er zijn tal van verschillen. Neem de CO₂-uitstoot bij de productie van elektriciteit. Er zijn verschillende meetmethoden en ranglijstjes, maar ze hebben gemeen dat steenkool het slechtst scoort en windturbines plus kerncentrales het best. Natuurlijk stoten windturbines en kerncentrales geen CO₂ uit tijdens de stroomproductie maar bij de aanleg en voor de productie van bouwmaterialen wordt wel CO₂ uitgestoten, dus dat is de reden waarom er toch een cijfer voor de uitstoot aan wordt toegekend. Het IPCC, het klimaatpanel van de Verenigde Naties, geeft voor kernenergie een aldus berekende uitstoot van 12 gram CO₂ per kilowattuur elektriciteit, evenveel als voor windmolenparken op zee. Groene stroom uit waterkracht heeft tweemaal zoveel uitstoot, zonne-energie viermaal zoveel, steenkool 75 maal zoveel.¹

De kwaaië pier van de opwarming is dus steenkool (plus haar nog viezere zusje bruinkool, dat vooral bij onze oosterburen wordt verstoekt, het groene gids-

land Duitsland). Het verbruik van steenkool blijft maar groeien. Tussen pakweg 1800 en 2000 is het wereldwijde verbruik zelfs verachthonderdvoudigd.² Op z'n Angelsaksisch, *coal is king*. Koning kool, heerser over een broeierig rijk.

Bij het Global Carbon Project – een wetenschappelijk samenwerkingsverband – hebben ze geschat waar de stijging van de CO₂-concentratie vandaan is gekomen. Steenkool droeg 92 ppm (*parts per million*, een tienduizendste procent) bij. Nummer 2 is veranderd landgebruik (vooral het kappen van bossen) met 88 en nummer 3 olie met 70. U hebt al meerekenend gelijk, dit is meer dan de 125 die er sinds 1800 is bijgekomen. Gelukkig is er ook veel CO₂ vastgelegd door planten en oceanen, anders was de concentratie nog hoger geweest.

Er is nog een andere reden waarom steenkool zo smerig is. Het verbranden van steenkool in elektriciteitscentrales, fabrieken en huizen leidt tot verschillende vormen van luchtvervuiling: zwaveldioxide, stikstofdioxide en fijnstof. Ook bij deze ouderwetse luchtvervuiling is kool koning. Neem zwaveldioxide, SO₂. Tegenwoordig hoor je daar niet meer over. Zoals ik in hoofdstuk 3 al heb aangegeven, zijn de meeste vormen van luchtvervuiling vrijwel verdamppt, althans in de westerse wereld.

Gelukkig. Zwaveldioxide bijvoorbeeld vormt in de lucht druppeltjes zwavelzuur en dat is een van de meest agressieve zuren die we kennen. Het is de substantie die gebouwen en monumenten van kalksteen aantreet en ervoor verantwoordelijk was dat er een jaar of vijftig geleden in de meeste geïndustrialiseerde landen bijna

geen korstmossen meer voorkwamen. En dan hebben we het maar niet over wat het in de longen van astmapatiënten aanricht.

Welnu, in Rotterdam zat in 1965 gemiddeld per jaar 200 microgram zwaveldioxide in de lucht. Daarvoor moet het nog meer zijn geweest, maar toen werd het niet gemeten. Nu is het in Nederland, zelfs in Rotterdam met al die raffinaderijen en petrochemische installaties in de Europoort, om en nabij de één, in cijfers: 1. Het ligt voor de hand dat die hartverwarmende afname komt door het milieubeleid dat vanaf 1970 is opgetuigd. Aardolie en benzine werden zwavelarm gemaakt, er kwamen driefwegkatalysatoren onder de auto's, elektriciteitscentrales en raffinaderijen werden verplicht om ontzwavelingsinstallaties te bouwen. Toch is dat maar een deel van het verhaal. Er was een nog andere oorzaak.

Chemicus Ed Buijsman, tot zijn pensionering verbonden aan het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), heeft in het tijdschrift *Lucht* in 2008 een analyse gemaakt van de daling van zwaveldioxide.³ De grootste daling manifesteerde zich in de jaren zestig, voor er überhaupt milieubeleid wás. Het kwam, in de woorden van Buijsman, door 'een andere vorm van ruimteverwarming'. Door aardgas dus, dat vanaf 1959, het jaar van de ontdekking van de gasbel in Slochteren, zwavelloos de vaderlandse huizen in stroomde en steenkoolverving.

Hoe smerig steenkool is, blijkt ook bij roet en fijnstof (min of meer hetzelfde). Steenkool heet niet voor niets steenkool. Een deel is onverbrandbaar en leidt bij verbranding dus tot fijnstof en as. Uit cijfers die Max Roser

(een Duitse econoom die aan de universiteit van Oxford in Engeland is verbonden) heeft verzameld op zijn website (Our World in Data, een schatkamer vol cijfers en grafieken waaruit blijkt dat het met de wereld veel beter gaat dan de meeste mensen denken) komt naar voren dat de concentratie fijnstof piekte rond 1900.⁴ Dat was het hoogtepunt van de industriële revolutie, toen er massaal steenkool werd verstoekt. De concentratie was destijds meer dan 600 microgram fijnstof per kubieke meter lucht. Tegenwoordig één tot twee procent daarvan, althans in de rijke landen.

In veel Chinese en Indiase steden en dorpen wordt overigens nog steeds massaal steenkool verstoekt. En dan op een schaal die wij nooit hebben gekend; zo barst het in die contreien bijvoorbeeld van de hoogovens. Als gevolg daarvan is de fijnstofconcentratie in Oost-Azië nog een paar tandjes erger dan het ooit bij ons was. *The New York Times* meldde dat Oelaanbataar (ook wel geschreven als Oelanbator) in Mongolië in 2018 het wereldrecord fijnstofvervuiling kende, met een piek van 3320 microgram per kubieke meter lucht, zes maal zo erg als in 1900 in Londen.⁵

Steenkool is een verouderde en vervuilende manier om warmte en elektriciteit op te wekken. Het is bizar dat een moderne samenleving als Nederland nog steeds kolen verstoekt voor stroom. Achteraf lijkt het een vlieg van verstandsvijverij dat de regering nog in 2005 besloot om nieuwe kolencentrales te bouwen. Pikant detail is dat juist een minister (Laurens-Jan Brinkhorst) van D66 – een partij die vooroploopt in de strijd tegen steenkool en andere fossiele brandstoffen – daar een handtekening onder heeft gezet.

Een extra complicatie voor Nederland is nu dat onze kolencentrales zo nieuw en efficiënt zijn dat het – los van de onbetrouwbare indruk die de overheid aldus wekt – eigenlijk zonde is om ze te sluiten. Nederland zit in de Europese Unie en het sluiten van kolencentrales zou communautair beleid moeten zijn. Per euro valt er meer CO_2 -winst te boeken met het sluiten van een Poolse of Duitse kolencentrale dan met een Nederlandse.

Er is nog een reden waarom het probleem van klimaatverandering vooral om steenkool draait. Dat zijn de voorraden. Er is nog voor een paar eeuwen steenkool. De voorraden zijn veel groter dan die van aardolie (over pakweg een halve eeuw op) en aardgas (dat gaat vermoedelijk nog wel een eeuw mee).

Over aardgas gesproken, dat genereert bij verbranding de helft van de CO_2 -uitstoot van steenkool. De eerlijkheid gebiedt wel om te vermelden dat van dit voordeel iets wordt afgeknabbeld door het lekken van aardgas via kleppen en aansluitingen. Aardgas is voor ruim tachtig procent methaan (CH_4), ook een broeikasgas, en wel 25 maal sterker dan CO_2 . Dat speelt trouwens niet wanneer aardgas keurig wordt verbrand in een cv-ketel, gasfornuis of elektriciteitscentrale.

Aardgas is in vergelijking met steenkool en aardolie relatief koolstofarm. Iedereen die een klein beetje heeft opgelet tijdens de scheikundelessen op de middelbare school kan dat begrijpen. Permitteer me om hier even bij stil te staan.

Methaan (CH_4) bestaat uit vijf atomen waarvan één koolstof. Dat is dus twintig procent. Aardolie en steenkool daarentegen bestaan voor 60 tot 90 procent uit koolstof. Ik zal geen poging wagen formules van aard-

olie en steenkool weer te geven want dat zijn complexe mengsels. Dat ze veel meer koolstof bevatten dan aardgas laat zich begrijpen aan de hand van benzine. Ook dat is een mengsel van vloeistoffen die bij het raffineren van aardolie ontstaan. Een daarvan is octaan. Dit kunt u weten want als u tankt, let u zonder dat u het in de gaten hebt op of de pomp het juiste octaangetal (95 of 98) vermeldt. Octaangetal 91 (bestaat niet meer) heet te vroeger 'normaal', benzine met octaangetal 95 was 'super' en met octaangetal 98 'super-plus'.

Octaan is C_8H_{18} , 26 atomen waarvan acht koolstof. Met andere woorden, ruim 30 procent ervan is koolstof. Dat is de helft meer dan aardgas, met slechts 20 procent. En dan is benzine ook nog eens een licht en relatief koolstofarm destillatieproduct. Steenkool op haar beurt is weer een heel stuk zwaarder en koolstofrijker dan aardolie. Als je bij deze ruwe rekensom ook nog het gewicht van de atomen en de dichtheid van aardgas en steenkool meeneemt, is de uitkomst, nogmaals (maar dit veel te weinig bekende feit kan niet vaak genoeg worden herhaald), dat aardgas iets meer dan de helft van de CO_2 -uitstoot heeft van steenkool.

Natuurlijk moeten we op lange termijn – over een halve eeuw of zo – ook van aardgas af, simpelweg omdat het gaat opraken, maar in de komende decennia kan aardgas wel degelijk een buitengewoon nuttige rol spelen als koolstofarm en direct toepasbaar alternatief voor steenkool. Daarom is het ook zo merkwaardig dat in de strijd tegen de opwarming alle fossiele brandstoffen in de ban zijn gedaan. Het is alsof je uit angst voor leeuwen, tijgers en wolven voor alle zekerheid ook maar de lammetjes doodschiet want het zijn toch allemaal

zoogdieren. Nee, het ene zoogdier is het andere niet en de ene fossiele brandstof is de andere niet.

Niet fossiele brandstoffen in het algemeen zijn de vijand, steenkool is het.

Even een intermezzo voor ik verder ga met de vraag hoe steenkool moet worden vervangen. In de bovenstaande opsomming van CO₂-productie per energiebron heb ik het niet over elektriciteit of waterstof. Dat zijn geen energiebronnen maar energiedragers. Die twee categorieën worden vaak op één hoop gegooid maar ze zijn wezenlijk anders. In energiedragers zit energie maar die komt ergens anders vandaan. Zowel stroom als waterstof kan dan ook 'groen' zijn (gemaakt met zon en wind), 'grijs' (uit fossiele brandstoffen) of 'rood' (uit kernenergie).

Daarom is het ook zo vreemd om onvoorwaardelijk geheel of gedeeltelijk (zogeneten hybride) elektrische auto's te omhelzen. Die zijn immers pas 'schoon', 'duurzaam' of 'groen' als de energiebronnen waarmee hun stroom is opgewekt dat zijn. Een Tesla die in Frankrijk rijdt, met al die kerncentrales, heeft een aanzienlijk lagere CO₂-uitstoot dan een Poolse Tesla, met al die kolencentrales. Nederlandse elektrische auto's zitten ertussenin omdat de elektriciteit waar zij op rijden vooralsnog uit gascentrales komt.

Martien Visser, strategiemanager bij de Gasunie en lector energietransitie aan de Hanzehogeschool in Groningen, schat dat voor de Nederlandse elektrische auto's in 2018 30 miljoen kubieke meter aardgas is verstoekt. Zijn redenering hierbij is dat de kolencentrales al op hun maximum draaien en met de aanschaf van de

elektrische auto's de wind evenmin harder gaat waaien. En dus komt die extra stroom voor de Nederlandse elektrische auto's uit gascentrales, die als back-up (achtervang) dienen. Daarmee wordt 40 miljoen liter benzine en diesel bespaard. De vervanging van benzine en diesel door elektriciteit uit aardgas leidde tevens tot een halvering van de CO₂-uitstoot.⁶

Overigens vond Liesbeth van Tongeren, voormalig Kamerlid voor GroenLinks en tegenwoordig wethouder duurzaamheid en energietransitie in Den Haag, dat Visser deze cijfers niet naar buiten mocht brengen. 'Jij weet hoe gevoelig dit ligt.' Ze wees erop dat tegenstanders konden gaan denken dat elektrische auto's eigenlijk op aardgas rijden.

CO₂-uitstoot is maar één maatlat voor energiebronnen. Minstens even belangrijk is energiedichtheid en de daaraan verwante vermogensdichtheid (vermogen is de hoeveelheid energie per tijdseenheid). De enorme verschillen op dit vlak tussen de diverse energiedragers vormen het best bewaarde geheim van de energietransitie. Het is tevens de belangrijkste reden waarom zon en wind geen aantrekkelijke kandidaten zijn om de uitstoot van CO₂ te verlagen. Wie de cijfers over energiedichtheid en vermogensdichtheid tot zich laat doordringen, begrijpt waarom de energietransitie met de huidige ambities buitensporig veel geld gaat kosten, buitengewoon ineffectief is en niet te verwezenlijken binnen afzienbare tijd.

Energiedichtheid is zoals de naam aangeeft de hoeveelheid energie die per gewichtseenheid in een energiebron of energiedrager zit. De absolute kampioen is

kernenergie. In een gram uranium zit drie miljoen maal zo veel energie als in een gram steenkool of bruinkool. Anders gezegd, één gram uranium levert evenveel warmte of stroom als drie ton steenkool.⁷ De voordelen hiervan reiken ver. Zo heb je maar weinig uranium nodig om de stroom van een gebied, stad of land, op te wekken. De gehele elektriciteitsvoorziening van Nederland kan worden gedekt met tien moderne, flinke kerncentrales, niet eens één per provincie.

Natuurlijk is kernenergie – in hoofdzaak acht ga ik er uitgebreider op in – geen bijster aantrekkelijke energiebron. Er komt radioactiviteit aan te pas, er blijft stralend afval over en een kerncentrale kan ontploffen of in brand vliegen, zo hebben we gemerkt. Het zou leuker zijn als er kernenergie bestond zonder straling, zonder afval en zonder gevaar. Helaas, dat is niet mogelijk, al belooft kernenergie in de toekomst met nieuwe ontwikkelingen zoals thorium en de gesmoltenzoutcentrale wel minder bezwaarlijk te worden.

Dat gezegd hebbende, het is altijd wat met energie. Er bestaat op dit vlak geen *free lunch*, zoals de Amerikanen zeggen. Elke energiebron of -drager heeft zijn nadelen. Zonnecellen, windmolens, biomassa, kerncentrales, schaliegas, aardgas. De Nederlandse minister van Economische Zaken en Klimaat Eric Wiebes zei op 31 oktober 2018 in de Tweede Kamer: 'Er zijn een heleboel onaan trekkelijke energiebronnen. Ik ken eigenlijk geen één aantrekkelijke.'

De aantrekkelijkheid van een energiebron houdt verband met de energiedichtheid. Neem het radioactieve afval. Dat probleem is opgeblazen door de milieubeweging (miljoenen jaren levensgevaarlijk!). Het

kan gemengd worden met glas, waardoor het niet meer toegankelijk is voor terroristen die er een atoomboom van zouden willen maken. In glas is het afval ook beter hanteerbaar. Het kan tijdelijk boven de grond worden opgeborgen in speciale bunkers zoals van Covra in Vlissingen, waardoor de straling na een eeuw of zo hanteerbaar is. Daarna kan het op sommige plekken in stabiele geologische lagen worden opgeslagen. Sommige elementen uit het kernafval kunnen bovendien teruggewonnen worden en in een ander type kerncentrale worden opgestookt.

Dit laat natuurlijk onverlet dat kernafval wel degelijk een kopzorg is. Wel is het probleem door de hoge energiedichtheid van uranium in omvang niet groot. De hoeveelheid kernafval die een gezin gedurende het leven produceert wanneer alle stroom uit een kerncentrale was gekomen, heeft de omvang van een tennisbal. Al het hoogactieve afval dat in de Verenigde Staten met zijn 97 kerncentrales gedurende al die decennia is geproduceerd, past op één voetbalveld.⁸

Uranium is qua energiedichtheid de absolute top. Dat komt door het uitzonderlijke karakter van kernenergie. Een van de weinige formules die de meeste mensen – zelfs zij die Frans of kunstgeschiedenis studeerden – kennen, is $E=mc^2$. De E staat voor energie, de m voor massa (zeg maar gewicht) en de c voor de lichtsnelheid. Er valt veel over deze formule te zeggen, maar dat gaan we hier en nu niet doen; wel dat de formule helpt om te begrijpen waarom de energiedichtheid van uranium zo hoog is. Bij kernenergie wordt massa (een stukje uranium) omgezet in energie. Omdat de lichtsnelheid zo hoog is (ruim één miljard kilometer per uur

en dan ook nog eens in het kwadraat), levert een brokje spijgbaar materiaal (uranium-235, plutonium-236 of californium-252) dan ook een gigantische hoeveelheid energie, te gebruiken naar believen: warmte, elektriciteit of waterstof.

Er is op energiegebied niets dat daarbij in de buurt komt. Zelfs niet bij benadering. Dit is dan ook de reden waarom kernenergie een behoorlijk schone, veilige en koolstofarme energiebron is.

Ook verder naar beneden in de piramide van de energiedichtheid zijn er interessante verschillen. Fossiele brandstoffen kunnen zoals hierboven aangegeven niet tippen aan de energiedichtheid van uranium, maar ze zijn op hun beurt veel beter dan wat we 'duurzaam' noemen. Zo kwam zowel *de Volkskrant* als *NRC Handelsblad* eind 2018, begin 2019 ietwat beteuterd tot de conclusie dat het voorlopig nog lang niet en misschien wel nooit zal lukken om met een elektrisch vliegtuig naar New York te vliegen.⁹ Joris Melkert, luchtvaartingenieur bij de TU Delft, wees erop dat accu's zwaar zijn en dat aldus een sneeuwbaleffect ontstaat. Door die accu's wordt een vliegtuig zwaarder en heb je dus grotere motoren nodig. Die grotere motoren hebben nog meer accu's nodig, enzovoorts. Verstoep in het verhaal zat een cruciale mededeling, waar vermoedelijk de meeste mensen overheen zullen hebben gelezen: er gaat ongeveer 60 keer minder energie in een kilo batterijen dan in een kilo kerosine.

60! Dat is een moeilijk te overbruggen kloof. Technische vooruitgang – slimmer produceren, efficiëntere processen, allerlei zaken die wel gevangen worden in de term 'learning curve' – is in staat om een factor twee of

drie te overbruggen, maar zestig is gigantisch. Laten we het even naar hardlopen vertalen. De huidige atleten lopen de marathon in iets meer dan twee uur. Dat is een enorme verbetering ten opzichte van beginners. Ik heb in 1985 New York gelopen in een (slechte) tijd van vier en een half uur. Had ik getraind als een waanzinnige, meer talent gehad en was ik ook nog eens broodmager als een Oost-Afrikaan geweest, dan had ik de marathon misschien twee keer zo snel kunnen lopen. Maar zestig maal zo snel? Dat is in vier minuten! Voor een marathon in vier minuten zou een hardloper 600 kilometer per uur moeten rennen.

Van batterijen is het makkelijk om de energiedichtheid per kilo aan te geven. Niet voor wind en zon. Dat is zogeheten stromingsenergie. De energie van wind zit 'm in de beweging van lucht, de energie van zonlicht in de beweging van lichtdeeltjes, fotonen. Het is niet simpel om de energie die in zoiets vluchtigs als bewegende lucht en licht zit te vergelijken met energie in dingen die je kunt beetpakken zoals een jerrycan met benzine of de accu van een mobiele telefoon.

En dus worden er kunstgrepen uitgehaald. De absolute expert op dit terrein is Vaclav Smil, een Tsjechisch-Canadese emeritus hoogleraar milieukunde aan de universiteit van Manitoba (Canada). Smil drukt energiebronnen uit in vermogen (watt) per vierkante meter. Hij berekent dus wat elektriciteitscentrales die op fossiele brandstoffen (gas of steenkool) draaien per vierkante meter aan energie leveren. Dat maakt een vergelijking met windturbines en zonnecellen mogelijk. Welnu, uit zijn berekeningen komt naar voren dat de productie van elektriciteit met behulp van fossiele

brandstoffen een vermogensdichtheid heeft van duizenden tot tienduizenden watts per vierkante meter, zon en waterkracht zitten op enkele watts per vierkante meter en in het beste geval enkele tientallen, windmolens en biobrandstoffen zitten rond de 1 watt per vierkante meter of zelfs daaronder.

Anders gezegd, als energiebron zijn fossiele brandstoffen ongeveer duizendmaal zo efficiënt als zonnecellen en waterkracht en misschien wel tienduizend maal zo efficiënt als windturbines, biomassa en biobrandstoffen.

Eigenlijk zou iedereen die zich met klimaatbeleid en de energietransitie bezighoudt, de boeken van Smil moeten lezen. Vooral *Power Density* uit 2015 is onmisbaar. Met als waarschuwing: Smil is een honderd procent bèta en meer geïnteresseerd in cijfers dan in een heldere schrijfstijl. Maar de ondertitel van zijn boek is terecht: *a key to understanding energy sources and uses*, wezenlijk om energiebronnen en hun gebruik te begrijpen. Als je dit boek hebt gelezen, begrijp je bijvoorbeeld waarom steenkool voor het smelten van metalen (en dus het maken van ijzer en staal) zo veel aantrekkelijker was dan het houtskool dat eerder werd gebruikt. Ook zie je in waarom een klimaatbeleid dat beoogt om fossiele brandstoffen te vervangen door hernieuwbare brandstoffen niet gaat lukken, althans niet binnen afzienbare tijd. Scenario's die beogen om al in 2030 de wereld te bedienen met hernieuwbare energie zijn meer dan sciencefiction, zegt Smil, ze zijn *'science and engineering fiction'*. Op wetenschappelijke en technologische gronden is dat onmogelijk, zo stelt hij.¹⁰

Wat de teleurstellende prestaties van windenergie betreft, twee onderzoekers van het Milieucentrum van de Harvard Universiteit, Lee Miller en David Keith, berekenden in 2018 op basis van metingen bij ruim 400 windparken dat de vermogensdichtheid van wind in de praktijk vijf tot tien keer zo laag is als in verleden werd aangenomen.¹¹ Eerder kwam ook de Duitse onderzoeker Axel Kleidon van het Max Planck Instituut in Jena, die samenwerkt met Lee Miller, tot een vergelijkbare conclusie. Waar eerdere studies aangeven dat er misschien wel zeven watt per vierkante meter kan worden benut met windmolens, concludeerde een studie onder leiding van Kleidon in 2015 dat het er maar één was. De onderzoekers observeerden tevens dat windturbines die dicht bij elkaar staan maar tien procent van hun maximale productie halen.¹²

Dat komt in de eerste plaats omdat windturbines de windstromen en dus elkaars opbrengst beïnvloeden. Ze hebben een soort schaduw. Daarom moeten ze verder van elkaar worden geplaatst dan nu gebeurt. Wordt daar rekening mee gehouden, dan is een oppervlak ter grootte van tweemaal Californië nodig om in de Verenigde Staten alle stroom (let wel, stroom is maar een vijfde van het totale energieverbruik) met windmolens op te wekken.¹³ Windmolens hebben niet alleen een schaduw, ze remmen ook nog eens de wind af. Onderzoekers van de universiteit van Kansas constateerden dat in de buurt van grote windparken de wind minder hard waait. Hun verklaring daarvoor is simpel: als windturbines energie uit wind halen, neemt de energie in wind af. Het gaat minder hard waaien.¹⁴

Het is een verschijnsel dat voor iedereen valt te her-

kennen. Aan de rand van een bos waait het minder hard dan op een open vlakte. De bomen halen energie uit de wind. In de stad waait het minder hard dan op het platte land en op zee waait het harder dan boven land, allemaal omdat de wind energie kwijtraakt wanneer hij tegen een object – een wolkenkrabber, de bomen in een bos of de windturbines in een park op de Noordzee – aanbotst. Het opmerkelijke is dat hier, althans dat stellen Miller en Keith, in het verleden geen rekening mee is gehouden.

Overigens is het debat over energie en klimaat tegenwoordig zo gepolariseerd dat hoogleraar David Keith zich in een blog geroepen voelde om zichzelf te verdedigen tegen de kritiek dat hij met deze cijfers de verkeerde mensen in de kaart zou spelen. 'Sommige serieuze milieuactivisten die elke dag vechten tegen de belangen van de fossiele brandstoffenindustrie en het gebruik van koolstofarme technieken willen versnellen, zullen vragen: waarom publiceert je een stuk dat munitie geeft aan de andere kant?'⁵

Het antwoord van Keith is dat elke energietechnologie nu eenmaal nadelen heeft. Omdat windenergie zo langzamerhand volwassen begint te worden, zouden mensen die zich om het milieu bekommeren blij moeten zijn met een gedegen analyse van de nadelen van windenergie.

Samenvattend, er is maar één energiebron die heel goed scoort zowel qua energiedichtheid (en vermogensdichtheid) als qua lage CO₂-uitstoot: kernenergie. Steenkool doet het goed in dichtheid en dramatisch in uitstoot. Zon, wind en biomassa doen het goed in uitstoot maar presteren slecht in dichtheid.

En aardgas? Dat doet het redelijk in zowel dichtheid als uitstoot. Waardoor het des te moeilijker te begrijpen valt waarom een land in de strijd tegen de opwarming in hemelsnaam van het koolstofarme gas af zou willen.