

10'  
jaar *de* Correspondent

Een dag geleden • Leestijd 18 - 23 minuten •

Niet minder dan vier kerncentrales wil de nieuwe coalitie gaan bouwen, voor maar liefst 14 miljard euro. Kan dat? En moeten we dat willen? Spoiler: nee en nee.

# Kernenergie: niet nodig, niet slim en niet te betalen

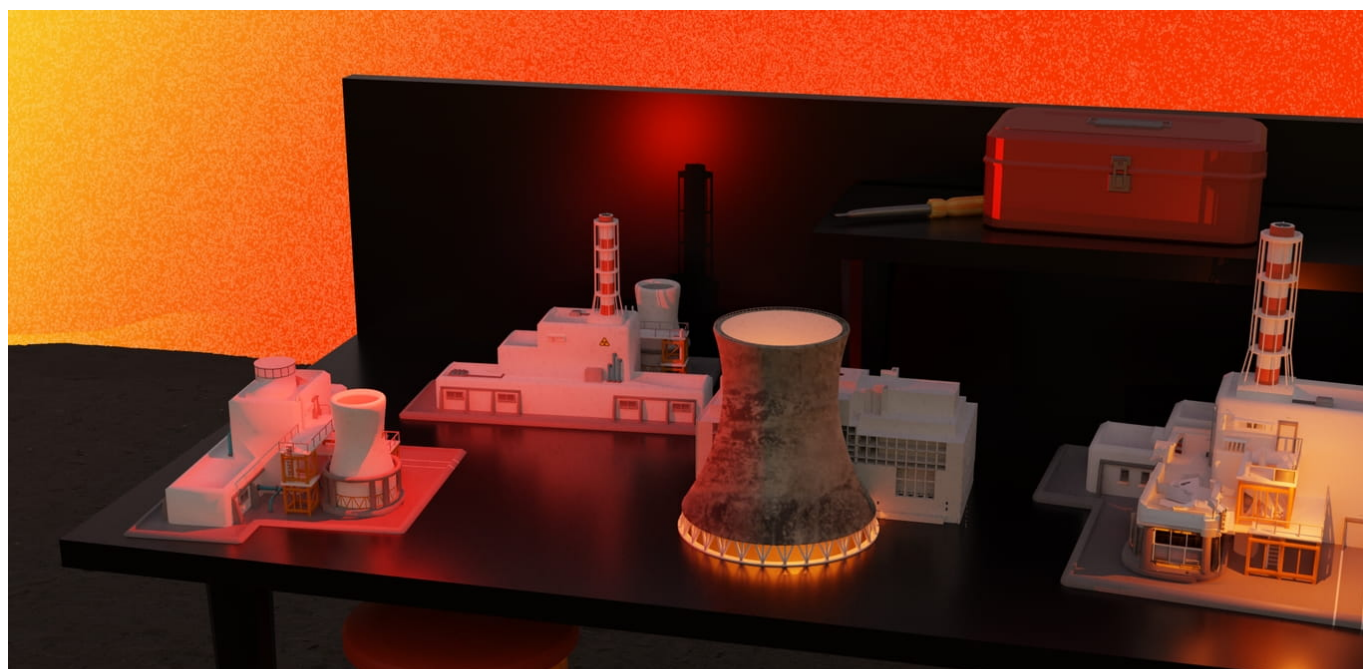
► Luisteren

Beluister in de app

*Correspondent Economie*



Jesse **FREDERIK**



*Illustraties door Rebeka Mór (voor De Correspondent)*

**E**ens waren het er nul, voorzichtig werd het er eentje, het vorige kabinet wilde er twee, en nu gaan Geert Wilders en consorten vier kerncentrales bouwen. 🚧 Of nou ja, er is natuurlijk nog geen schop de grond in gegaan, maar de planvorming over kernenergie zit in ieder geval al op een exponentiële curve!

Maar is er behoefte aan vier kerncentrales? En – ook niet onbelangrijk – gaat dat lukken voor de 14 miljard euro die er nu voor staat gereserveerd?

Spoiler: nee en nee.

Kernenergie is zonder twijfel de meest religieuze onder de energiebronnen. Wat de feiten ook mogen zijn, hoe de feiten ook mogen veranderen, de politieke posities verschuiven niet. Rechts is vóór, links is tegen, en dat is al tientallen jaren zo.

Nu zijn de redenen om tegen kernenergie te zijn niet altijd even sterk. De milieubeweging heeft decennialang irreële angsten aangewakkerd voor de gevaren van kernenergie (in de categorie: groen oplichtend water, driekoppige karpers en oplossend beenmerg). Tuurlijk, de houtje-touwtje Sovjetcentrale in Tsjernobyl, bemenst door malloten, was hartstikke onveilig, maar een moderne kerncentrale – bestendig tegen alles, van aardbevingen tot aanslagen – is eerder té veilig dan te onveilig.

Uiteindelijk hebben steen- en bruinkoolcentrales veel meer doden op hun geweten per opgewekte eenheid energie dan kerncentrales. Over rampen met kolencentrales worden echter geen Netflix-series gemaakt (ooit gehoord van de ontploffing van de kolencentrale in Unchuhar, India?). Kerncentrales zijn dan ook een beetje als vliegtuigen: veiliger dan Hollywood doet vermoeden.

Dat in België en Duitsland het besluit is genomen om kerncentrales voortijdig te sluiten, is ook waanzin. Levensduurverlenging van bestaande kerncentrales is een betrekkelijk goedkope manier om nog jaren koolstofvrije stroom op te wekken. Het sluiten van kerncentrales resulteert op korte termijn gewoon in het verbranden van meer (duur) aardgas.

Het klopt ook dat kerncentrales minder ruimte innemen dan windmolens of zonnepanelen (hoewel die voordelen soms ook worden overdreven). ▼

Kortom, je moet niet blind zijn voor de voordelen van kernenergie, die zijn er zeker. Tegelijkertijd moet je ook niet blind zijn voor de nadelen.

En er is één joekel van een nadeel: kernenergie is achterlijk duur.

## Kernenergie is duur en wordt alleen maar duurder – in tegenstelling tot de groene alternatieven

Nu is achterlijk duur niet zo erg, mocht het van voorbijgaande aard zijn. In 1976 kostte een zonnepaneel immers ook nog iets meer dan 106.000 dollar per kilowatt; inmiddels kun je een Chinees paneeltje op de kop tikken voor slechts 130 dollar per kilowatt. Dat ging ook niet vanzelf, daar zijn een paar decennia aan subsidie voor nodig geweest.

Maar kernenergie bestaat al een poosje, en heeft haar grote technische belofte nooit ingelost. In een befaamde speech uit 1954 schetste Lewis Strauss, de voorzitter van de Amerikaanse nucleaire toezichthouder, een toekomst waarin atoomstroom ‘te goedkoop om te meten’ zou worden. Inmiddels is kernenergie vooral te duur om te bouwen.

In tegenstelling tot zonnepanelen geldt voor kernenergie namelijk: hoe meer kerncentrales we bouwen, hoe duurder ze worden. In een overzicht van meer dan 380 gebouwde kerncentrales tussen 1965 en 2016 laat energieonderzoeker Joana Portugal-Pereira zien dat de bouwkosten grofweg zijn verdubbeld sinds de jaren zeventig.  Toegegeven, er zijn forse verschillen tussen landen. In Zuid-Korea werden kerncentrales wel een pietsje goedkoper, terwijl ze in de Verenigde Staten bijna tien keer duurder werden.



Maar zelfs in een nucleair voorbeeldland als Frankrijk – waar Électricité de France, een toegewijd staatsbedrijf, met brede politieke steun tientallen kerncentrales mocht bouwen – werd kernenergie bijna twee keer duurder. Een van de meest geciteerde onderzoeken over het Franse nucleaire programma heet niet voor niets: *‘The Costs of the French Nuclear Scale-Up: A case of negative learning by doing.’* 

Een overzicht van de bouwkosten van kerncentrales geeft bovendien nog een te rooskleurig beeld, omdat de financieringskosten niet worden meegenomen. Om een kerncentrale te bouwen moet namelijk een stevige smak geld worden geleend. En wanneer de bouw vertraging oploopt – en dat gebeurt vaak – moet je langer en meer geld lenen en begint rente op rente te stapelen.

Alle recent gebouwde kerncentrales in Europa en de Verenigde Staten worden gekenmerkt door zulke dramatische deadline-crashes. Kerncentrale Flamanville 3 in Frankrijk moest in 2012 opengaan en zou 3 miljard euro kosten (1.840 euro per kilowatt). De kerncentrale gaat in 2025 open en kost naar schatting 19 miljard euro (11.656 euro per kilowatt).  Hinkley Point C in het Verenigd Koninkrijk explodeerde van een toch al ruim begrote 6.200 euro per kilowatt naar 16.441 euro per kilowatt (en hij is nog steeds niet open!).  Olkiluoto 3 in Finland ging van 2.000 euro naar 6.875 euro per kilowatt.  En Vogtle 3 & 4 in de Verenigde Staten vlogen van 5.160 euro naar 12.644 euro per kilowatt. 

Nu zijn dit zelfs binnen het genre wel erg grote financiële kraters,  maar kostenoverschrijdingen bij kerncentrales zijn eerder regel

dan uitzondering. Economisch geograaf Bent Flyvbjerg laat in zijn boek over megaprojecten zien dat kerncentrales gemiddeld maar liefst 120 procent over het budget gaan (alleen het organiseren van de Olympische Spelen presteert beroerder). 

Particuliere geldschieters zijn dan ook niet happig om een energiekathedraal te financieren

Particuliere geldschieters zijn dan ook niet happig om een energiekathedraal te financieren die stevast later komt dan verwacht en duurder wordt dan gedacht. Als ze al geld willen verschaffen, dan tegen een fiks rendement – wat voor de businesscase van kernenergie weer funest is. De bouw van een kerncentrale komt dan ook nooit van de grond zonder een overheid die risico's op zich neemt om de rente te drukken.

Zou je het overlaten aan het vrije spel van economische krachten, dan kan kernenergie, met de huidige bouw- en financieringskosten, simpelweg niet concurreren met gas of kolen – laat staan met zonne- of windenergie.

Investeringsbank Lazard publiceert elk jaar een overzicht van de opwekkosten per megawattuur (MWh) van verschillende energiebronnen over hun levensduur.  De opwekkosten van zonne-energie zijn over de afgelopen tien jaar als een baksteen gekelderde, van zo'n 330 euro per MWh naar slechts 35 euro per MWh in 2022. De kosten van kernenergie daarentegen zijn juist gestegen van om en nabij de 92 euro tot zo'n 154 euro per MWh – bijna vijf (!) keer zo duur als zonnestroom.

Bedenk: de Nederlandse stroomprijs is nu ongeveer 60 euro per megawattuur (en met het toenemende marktaandeel van zon en wind wordt dat steeds minder). Tenzij iemand bereid is decennialang meer te betalen voor stroom (misschien even de VVD bellen?), kan een kerncentrale zijn kosten onmogelijk terugverdienen.

Nu vergt de berekening van de opwekkosten een heroïsche hoeveelheid veronderstellingen over bouwkosten, financieringskosten, ontmantelingskosten, onderhoudskosten, brandstofkosten, capaciteitsfactoren en levensduur, waarover je verbale veldslagen kunt voeren – die dan ook gevoerd worden. ▼

Niettemin komen de meeste serieuze analisten op vergelijkbare cijfers uit voor Europese en Amerikaanse kerncentrales. ▼ Je zult moeten uitwijken naar landen als China (65 euro per MWh, volgens Bloomberg New Energy Finance) om veel goedkopere kerncentrales te vinden. Maar dat geldt voor zo'n beetje alles wat ze in China bouwen. Ook windparken zijn er rustig de helft goedkoper dan in de rest van de wereld (21 euro per MWh). ▼

Dus zelfs met de laagste bouwkosten ter wereld is de nucleaire renaissance in China nog niet uitgebroken. De bouw van kerncentrales blijft ook daar achter bij de hooggespannen verwachtingen. ▼

**Maar... wat als de wind niet waait en de zon niet schijnt?**

Op dit punt in de discussie wordt door voorstanders van kernenergie meestal gewezen op het verschil tussen opwekkosten en systeemkosten. Leuk natuurlijk, dat je goedkoop stroom kunt opwekken met een zonnepaneel, maar nu al zwemmen we in de overvloedige elektriciteit op een zonnige meidag (wanneer de stroomprijs onder de nul duikt), terwijl er juist stroomschaarste heerst op donkere, windstille januaridagen (stroomprijzen van meer dan 100 euro per megawattuur). Kortom: zonnestroom komt op momenten dat er geen behoefte aan is, en is er niet op momenten dat we het nodig hebben.

Om vraag en aanbod in een weersafhankelijk energiesysteem op elkaar af te stemmen zul je moeten investeren in het energiesysteem – in batterijen, waterkracht, stroomkabels, en (duur, dus liever niet) waterstof. En wat mag dat dan allemaal kosten? Ziet kernenergie er dan niet plotseling veel aantrekkelijker uit?

Ingenieursbureau Witteveen+Bos deed in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat onderzoek naar de goedkoopste mix van elektriciteitsopwekking, elektriciteitsopslag en elektriciteitskabels in Noordwest-Europa. Wat blijkt? Een systeem zonder Nederlandse kernenergie is voor Noordwest-Europa grofweg even duur (106 miljard euro per jaar) als een energiesysteem met kernenergie (105 miljard euro per jaar).

---

Terwijl het de vraag is of kernenergie goedkoper gaat worden, moet ze

De blijde boodschap – kerncentrales bouwen is lood om oud ijzer! – werd tijdens de verkiezingen dankbaar aangegrepen

concurreren met door de VVD. ‘Hoi technologie die wél @F\_\_Timmermans , zou je me je almaar goedkoper wordt emailadres willen DM’en?’ twitterde partijleider Dilan

Yeşilgöz. 📧 ‘Dan stuur ik je graag de studies over de voordelen kernenergie toe.’

Maar tuur je even onder de motorkap van dit onderzoek, dan zou het enthousiasme heel snel moeten verdampen. De veronderstellingen over de kosten van kernenergie zijn namelijk volstrekt irreal. Het onderzoek gaat uit van opwekkosten van slechts 61 euro per MWh. Een aspirationele aanname, want dat is nog lager dan de kosten van kernenergie in China! In Europa zitten we minimaal twee keer hoger, volgens nagenoeg elke analist.

De studie gaat er gemakshalve ook van uit dat we kerncentrales kunnen bouwen in zes jaar tijd, voor 4.100 euro per kilowatt (bouw- en financieringskosten). ▼ Bedenk: voor alle recent gebouwde kerncentrales in Europa en de Verenigde Staten was meer dan tien jaar nodig, en zelfs de goedkoopste kostte meer dan 6.875 euro per kilowatt. ‘Indien met die kosten [van recent gebouwde kerncentrales in Europa, red.] zou worden gerekend, volgt [...] dat de inzet van kernenergie niet kostenoptimaal is’, wordt in het rapport zelf opgemerkt.

De hoop van de onderzoekers is dat de kosten van kernenergie gaan dalen als we stug blijven doorbouwen. De allereerste kerncentrale van zijn soort is nu eenmaal duur, maar latere iteraties worden vanzelf goedkoper.

Daar is wel wat voor te zeggen. Splits je de gegevens over het Franse nucleaire programma bijvoorbeeld op naar kerncentrales van hetzelfde reactortype, dan zie je dat de bouwkosten binnen eenzelfde ontwerp wel degelijk konden afnemen.  In Japan waren latere iteraties van dezelfde kerncentrale zelfs een derde goedkoper dan de eerste van zijn soort. 

Maar zelfs al zou de huidige generatie Europese kerncentrales een derde goedkoper worden, dan zit je nog steeds op veel meer dan 4.100 euro per kilowatt.

Bovendien is het onderzoek niet eenduidig over deze leereffecten. In de Verenigde Staten was een latere centrale gemiddeld duurder dan de eerste.  En ook bij de huidige generatie Europese kerncentrales (de zogenoemde European Pressurized Reactor, EPR) was de eerste kerncentrale in Finland de goedkoopste, en wordt de laatste kerncentrale in het Verenigd Koninkrijk de duurste. Raadselachtig! 

En terwijl het de vraag is of kernenergie goedkoper gaat worden, moet ze concurreren met technologie die wél almaar goedkoper wordt.  Waar de scenariostudie uitgaat van optimistische veronderstellingen over kernenergie, daar zijn de kosten van batterijen, windenergie en zonnestroom juist aan de behoudende kant.  Waar kernenergie de verwachtingen steevast niet waarmaakt, daar verslaan batterijen en zonnestroom steevast alle prognoses.

Tot slot bouwen de onderzoekers een arbitraire grens in: het elektriciteitsnet mag met slechts 75 procent groeien tot 2050,

terwijl het waterstofnet onbeperkt kan groeien.

Wat dat ertoe doet? Veel. Want je kunt zonnestroom door een elektriciteitskabel brengen naar waar hij moet wezen. Maar je kunt ook met zonnestroom waterstof maken, die waterstof door een pijpleiding sturen naar een gascentrale, om hem daar te verbranden om schone stroom op te wekken. Dit is een misdaad tegen de thermodynamica: je gooit gelijk ongeveer 60 procent van de energie weg door efficiëntieverliezen bij het maken en verbranden van waterstof. Bovendien moet je investeren in prijzig materieel, zoals waterstofcentrales, elektrolyzers en pijpleidingen.

Anders gezegd: stroom als stroom vervoeren zal bijna altijd goedkoper zijn dan stroom als waterstof verslepen. Maar als het stroomnet in het model niet mag groeien, dan dwing je tot het gebruik van dure waterstof. Het gevolg is dat er veel hogere systeemkosten voor het inpassen van zon en wind worden verondersteld dan vermoedelijk nodig. ▼



## Kernenergie ligt niet lekker in de mix

Dus, waarom wilden we nou ook al weer investeren in kernenergie?

Demissionair minister voor Klimaat en Energie Rob Jetten zei tijdens een Kamerdebat dat kernenergie nu eenmaal onderdeel is van ‘een verstandige en voorspelbare energiemix’. Maar hoezo eigenlijk? Waarom zouden kerncentrales lekker gedijen in een energiesysteem waarin de stroomprijs grote delen van de dag richting nul gaat? Bedenk: een kerncentrale wil je zo veel mogelijk laten loeien om de hoge bouw-, onderhouds- en financieringskosten terug te verdienen.

De scenariostudie in opdracht van Economische Zaken gaat er zelfs van uit dat kerncentrales 90 procent van de tijd stroom leveren. Nu is dat technisch best mogelijk (hoewel ze in Frankrijk maar rond de 80 procent leveren, en tijdens de energiecrisis – toen we het best konden gebruiken – zelfs niet verder kwamen dan 50 procent), maar het is de vraag of het wel rendabel is om 90 procent van de tijd stroom te leveren.

Er zijn nu al steeds meer dagen en uren waarop prijzen door gunstige weersomstandigheden tot onder het nulpunt dalen, waardoor zo’n blazend bakbeest als een kerncentrale gewoon verlies staat te draaien. En dat zal natuurlijk naarmate er meer marktaandeel komt voor zon en wind alleen maar toenemen. Wat dat betreft is het ook opvallend dat de scenariostudie eindigt in het jaar 2050. Een kerncentrale staat er echter voor zestig jaar, dus zal ook na 2050 nog geld moeten verdienen.

Soms wordt wel gezegd dat zon en wind hun eigen verdienmodel kannibaliseren – en dat klopt natuurlijk. Maar ze knagen daarmee ook aan het verdienmodel van kernenergie. In een weersafhankelijk energiesysteem zijn er vooral financiële kansen

voor flexibele energiebronnen, zoals batterijen, waterkracht, gascentrales, en elektriciteitskabels naar plekken ergens ver weg. Met energiebronnen zoals kernenergie die – weer of geen weer – door blijven blazen, is er geen synergie.

De financiële rationale voor kernenergie is op zijn zachtst gezegd nogal wankel

De financiële rationale is dus op zijn zachtst gezegd nogal wankel. Wie weet zijn wij Nederlanders heel bijzonder, bouwen wij plotseling kerncentrales voor Chinese tarieven in een land waar de laatste kerncentrale in 1969 werd

gebouwd. En mochten we daar wonder boven wonder in slagen, dan zijn we dus – als je ook alle veronderstellingen in de scenariostudie voor zoete koek slikt – ongeveer even goedkoop uit als in een energiesysteem met alleen hernieuwbare energie. Is het dat waard? Want laten we wel zijn, de kans is natuurlijk groter dat het in eenzelfde financieel tranendal eindigt als bij de nucleair meer ervaren buurlanden.

Het is dan ook niet toevallig dat het kapitalisme zich afkeert van kernenergie. In 2023, zo laat het Internationaal Energieagentschap zien, werd 606 miljard euro geïnvesteerd in hernieuwbare stroom, 98 miljard in fossiele-energiecentrales en een povere 58 miljard in kernenergie (vooral in China). \* Is de VVD nu zo slim of is de markt nu zo dom?

## Is kernenergie doodgereguleerd?

Rest de vraag waarom kernenergie haar technische belofte nooit

heeft ingelost. Wat maakt dat kernenergie hardnekkig duur blijft, terwijl zonnepanelen wél met ieder voorbijgaand jaar goedkoper worden?

Een voor de hand liggende reden is natuurlijk de steeds striktere regelgeving rond kerncentrales. Toen CDA-leider Henri Bontenbal in een praatprogramma werd gevraagd of een kerncentrale niet vatbaar was voor terroristische aanslagen (vliegtuig, boem!, meltdown), deelde hij trots mee dat een moderne kerncentrale inmiddels een aanvaring met een jumbojet kon weerstaan. Hartstikke mooi natuurlijk, maar het wordt er niet goedkoper op als je een kerncentrale Boeing-resistent wilt maken.

Tot in de jaren zeventig hield niemand rekening met de risico's van natuurrampen (waarbij met name aardbevingen kerncentrale bedreigend zijn). Sindsdien is de seismische weerstand van kerncentrales enorm omhooggeschroefd (wederom: niet goedkoop).

Ook een leuke: in 1975 mikte een medewerker van de Amerikaanse kerncentrale Browns Ferry per abuis een brandende kaars een kabelbak in. 🚫 Hierop bleek dat de reguliere en de back-upsystemen dezelfde kabelbak hadden. De toezichthouder verplichtte vervolgens om kabelbakken voortaan te scheiden; kerncentrales in aanbouw mochten vervolgens gaan uitzoeken hoe ze dat nog gingen bewerkstelligen (*duuuuuuur!*).

Het toch al niet eenvoudige ontwerp van een kerncentrale is er, kortom, niet eenvoudiger op geworden door alle regels. Het maakt vergelijkingen over de tijd eigenlijk ook niet fair, omdat een

kerncentrale van nu heel anders is dan een kerncentrale van toen.

Het toch al niet eenvoudige ontwerp van een kerncentrale is er niet eenvoudiger op geworden door alle regels

Over die oude, goedkope kerncentrales moet je overigens ook niet te romantisch doen. Vroegere Amerikaanse kerncentrales waren bijvoorbeeld notoir onbetrouwbaar. Tot in de jaren tachtig leverden Amerikaanse kerncentrales slechts zo'n 60 procent (!) van hun

maximale vermogen aan stroom. Pas nadat in de jaren tachtig en negentig allerlei mankementen werden hersteld, ging de capaciteitsfactor omhoog tot boven de 90 procent. (Puik werk: er is inmiddels de helft zoveel atoomstroom in de Verenigde Staten, zonder dat er een kerncentrale bij is gebouwd!)

Hoe dan ook: zijn al die veiligheidseisen echt nodig? Hebben kolencentrales niet veel meer doden op hun geweten dan zelfs de ergste kernrampen? Er zijn bij de ramp van Fukushima meer mensen doodgegaan aan de evacuatie dan aan stralingsziekte.

Maar dat de gezondheidsschade verhoudingsgewijs meeviel, is natuurlijk lang niet het enige criterium. De ramp bij Fukushima gaat de Japanse overheid naar schatting 125,9 miljard euro (!) kosten aan compensatie, decontaminatie, ontmanteling en afvalberging. 🚩 Wat dat betreft is het natuurlijk niet zo gek dat overheden, die onvermijdelijk voor de schade van een kernramp moeten opdraaien, het risico op een dergelijk incident zo ver mogelijk richting nul willen duwen.

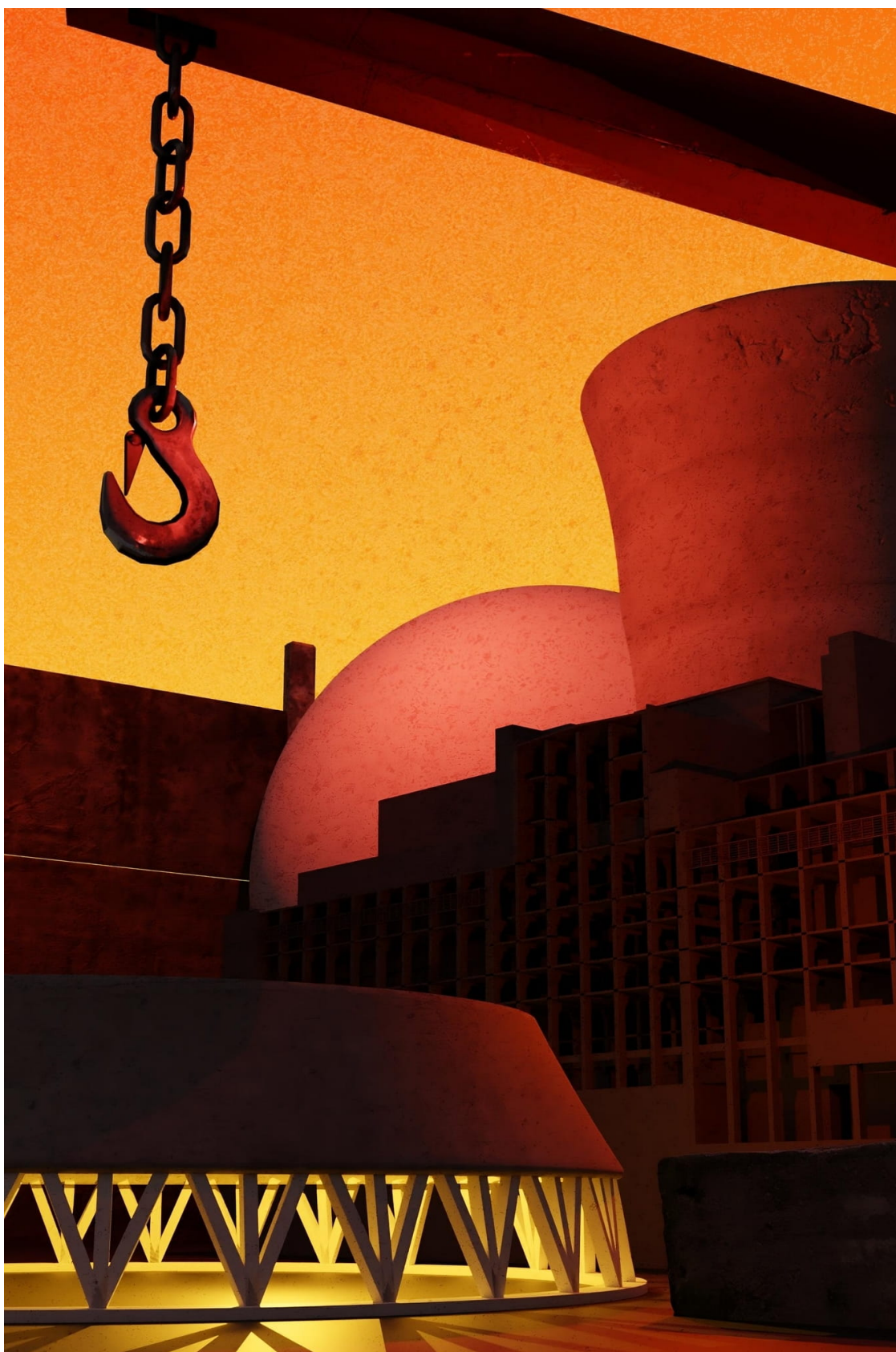
## In een welvarend land is de tolerantie voor risico's laag

Nu kun je tegenwerpen dat veel van deze kosten onnodig waren als de ratio had gezegevierd. Zo moet er 62 miljard euro aan compensatie worden uitbetaald omdat na de kernramp 164.000 Japanners werden geëvacueerd vanwege verwaarloosbare gezondheidsrisico's.

Maar of je het nu leuk vindt of niet: in een welvarend land is de tolerantie voor risico's laag. Wij storten momenteel beton in een gasveld van meer dan 100 miljard euro vanwege een verwaarloosbare kans op een grote aardbeving. Je moet wel redelijk naïef zijn om te denken dat in zo'n land een nucleaire meltdown (*'Geen paniek mensen, het is maar een kleintje!'*) lijdzaam zal worden ondergaan.

Uiteindelijk zal een rationele verzekeraar ook rekening willen houden met de kosten van minder rationeel gedrag. En zelfs bij perfect rationeel gedrag – wat dat ook moge zijn – zullen de kosten van een nucleaire ramp hoe dan ook hoog zijn.

Dus je kunt blogposts volschrijven over de boze krachten van buiten – gemene toezichhouders, domme milieuactivisten, stomme overheden – die kernenergie dood willen reguleren. Maar regelgeving is onvermijdelijk en zal met een toenemende welvaart eerder strikter dan coulanter worden.



Kernenergie: low key lowtech

Tegelijkertijd is regulering ook – in tegenstelling tot wat voorstanders soms beweren – niet de enige reden dat kernenergie niet het succes is geworden waarop ooit werd gehoopt. Kernenergie is misschien ook niet zo'n vreselijk geslaagde technologie.

De indruk wordt nogal eens gewekt dat een kerncentrale het summum van menselijk vernuft is. Maar welbeschouwd is het gewoon een uit de kluiten gewassen kolencentrale met een wat ongebruikelijke warmtebron. Waar je in een kolencentrale stroom opwekt door een fossiel vuurtje op te poken om stoom door een turbine te jagen, daar splijt je in een kerncentrale atomen om met de warmte die daarbij vrijkomt stoom te genereren, die weer een turbine aandrijft.

Net als kerncentrales zijn kolencentrales er sinds de jaren zeventig niet goedkoper op geworden. Zowel kern- als kolencentrales bestaan vooral uit betrekkelijk saaie industriële onderdelen (buizen, stoomgeneratoren, warmtewisselaars, turbines, veel staal, een hoop gewapend beton). En daar valt natuurlijk niet zo gek veel meer aan te innoveren: de buis is inmiddels wel uitgespeeld. ▼

De belangrijkste knop waar je aan kunt draaien om kosten te besparen is schaalvergroting. ▼ In een elektriciteitsopwekker waarin stroom wordt opgewekt door zo veel mogelijk moleculen langs een draaiende turbine te sturen, wil je onderdelen vaak zo groot als praktisch mogelijk maken. Bedenk: als je de diameter van een buis twee keer groter maakt, dan kun je vier keer meer vloeistof door die buis transporteren (en eigenlijk nog iets meer door de verminderde wrijving). Materiaalgebruik schaalt lineair,

terwijl volumes – wind, water, stoom – kwadratisch groeien.

Het is dan ook geen toeval dat kerncentrales groeiden van enkele tientallen megawatts in de jaren vijftig naar energiekathedralen van meer dan 1.000 megawatt in de jaren zeventig. Toen er nog veel verdubbelingen van vermogen mogelijk waren, daalden de kosten van zowel kern- als kolencentrales nog rap.

Maar op een gegeven moment bereik je natuurlijk een grens. Kerncentrales hebben inmiddels zo'n krankzinnige omvang aangenomen dat de limieten van de logistiek zijn bereikt. Neem ter illustratie een persbericht dat Électricité de France er deze maand uitstuurde: ze waren erin geslaagd de 500 ton wegende stoomgenerator met exotisch landtransport naar Hinkley Point in het Verenigd Koninkrijk te slepen. 🚚

[Het persbericht over deze logistieke heldendaad.](#)

Straks zal die stoomgenerator met een megahijskraan – de grootste die de mensheid kan maken – op zijn plek worden gehesen.

Het is logistieke pornografie (kijk die foto's dan!), maar natuurlijk ook ongekend ingewikkeld, zeker als je het vergelijkt met het plaatsen van een paar zonnepanelen in een open veld.

*De stoomgenerator van 500 ton op weg naar de kerncentrale bij Hinkley Point.  
Bron: Hinkley Point C*

Elektriciteitsopwekkers die zijn gebaseerd op het verplaatsen van grote volumes moleculen hebben de neiging uit te dijen tot het

punt waarop het onmogelijk wordt om de logistiek en de bouw nog te verhapstukken.

Je ziet het nu ook gebeuren bij windenergie: met twee keer grotere wieken vang je vier keer meer wind, en zo zijn windturbines groter en groter geworden. In 1977 hadden deze nog een vermogen van zo'n 25 kilowatt; de Chinese fabrikant Mingyang komt in 2025 met een windmolen van maar liefst 22 megawatt (880 keer zoveel).  Hoe vervoer je in vredesnaam een windmolen met wieken van meer dan driehonderd meter lang? Over land gaat dat allang niet meer, maar zelfs over zee beginnen scheepsbouwers moeite te krijgen met deze heroïsche schaal. Bij wind zullen de kosten ook stagneren, zo gauw het punt wordt bereikt waarop er te veel logistieke huzarenstukjes nodig zijn om opschaling nog rendabel te maken. 

Wat dat betreft is een zonnepaneel sowieso volstrekt uniek. Het is de enige serieuze elektriciteitsopwekker die niet is gebaseerd op draaiende turbines. Zonnepanelen hebben meer gemeen met chips en ledlampen (zeg maar: échte hightech) dan met kerncentrales of windturbines. Het is nu eenmaal makkelijker om elektronen door een dun plakje silicium te geleiden dan om moleculen te beheersen terwijl ze zich een weg banen door buizen, warmtewisselaars en stoomgeneratoren.

**Een kerncentrale is een project, een zonnepaneel een product**

Als je het heel simpel wilt stellen: een kerncentrale is een project;

een zonnepaneel is een product. Waar in de wereldgeschiedenis net iets meer dan duizend kerncentrales zijn gebouwd, vliegen er elke dag miljoenen zonnepanelen van de fabrieksband.

De materialen voor zonnepanelen – silicium, glas, zilver, aluminium – kun je bij talrijke leveranciers kopen. De onderdelen van een kerncentrale bestel je niet even op AliExpress. Er is slechts een handvol gespecialiseerde fabrikanten die kerncentrale-fähige onderdelen kunnen leveren. \* Staal voor kerncentrales? 41 procent duurder. Cement voor kerncentrales? 23 procent duurder. Een schuifafsluiter (75 millimeter, roestvrij staal)? Vijftig keer duurder dan een industriële standaardschuif.

Er zijn geen logistieke heldendaden nodig om een veld vol te leggen met zonnepanelen. De gemiddelde kostenoverschrijding, zo laat economisch geograaf Bent Flyvbjerg zien, is bij zonneweides slechts 1 procent. Wanneer een installateur onverhoopt een rij zonnepanelen scheef zet, dan is er ook niet zo gek veel aan de hand. Maar toen in de blessuretijd van de bouw van Flamanville acht kruisende lasnaden tussen de wanden van het insluitingsgebouw werden gevonden, was de Franse belastingbetaler meteen 1,5 miljard euro verder. ↗

Je kunt natuurlijk inzoomen op de oorzaken van specifieke blunders (*welke idioot zet er dan ook kruisende lasnaden tussen de wanden van het insluitingsgebouw!?*), maar het probleem zit hem niet in de specifieke fout, maar in de aard van de kerncentrale. Een kerncentrale is een megaproject, een zonneweide een miljoen miniprojecten. Een grote fout in zo'n miniproject is lang niet zo desastreus als een kleine fout in een

megaproject.

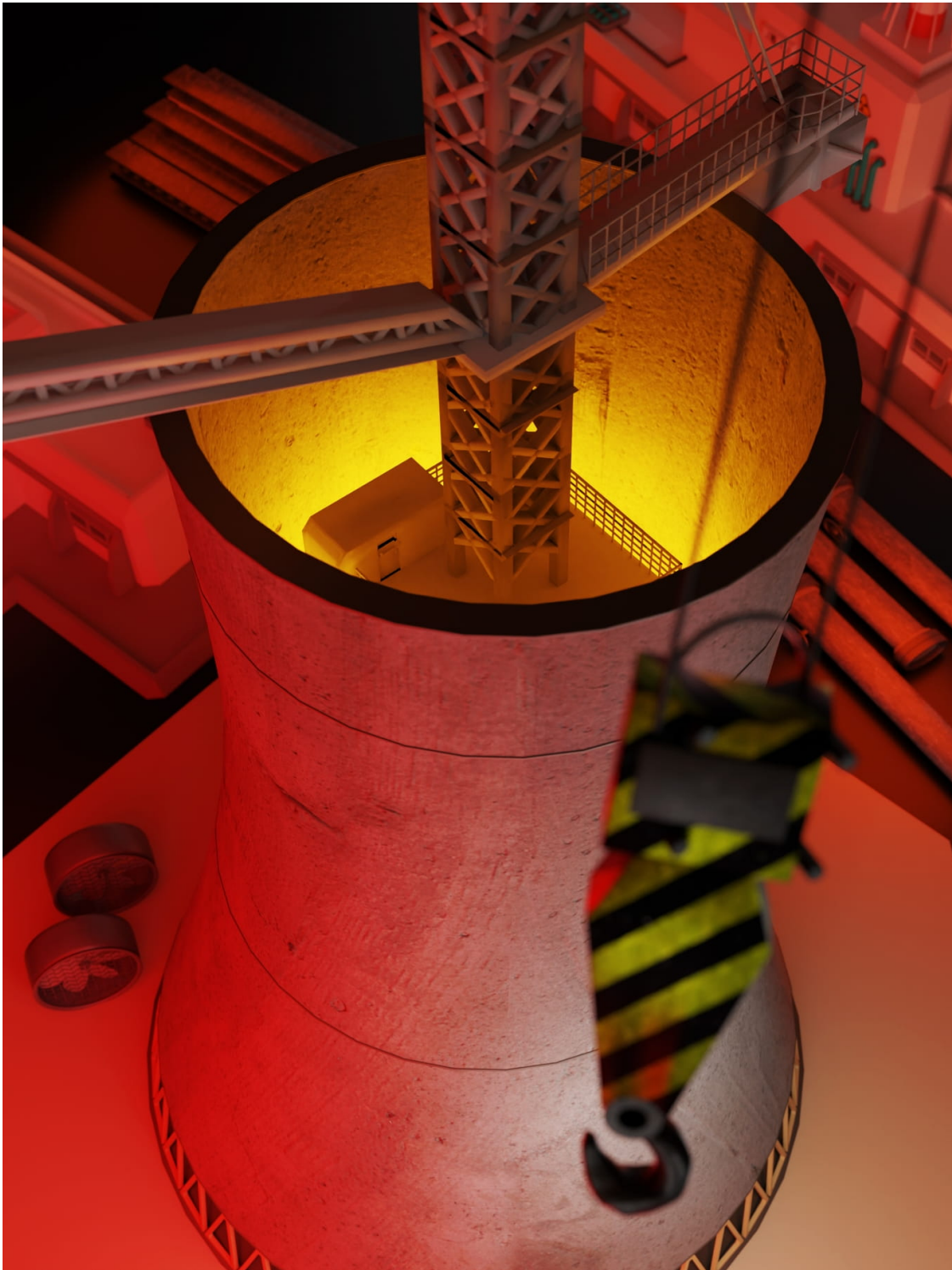
Een grote fout in een miniproject is lang niet zo desastreus als een kleine fout in een megaproject

Wanneer een buis door een balk moet, dan moet je weten hoe groot de buis is, hoe groot het gat moet zijn, wanneer de buizenmakers de buis leveren, wanneer de gatenmakers het gat maken – en wil je de vaart erin houden, dan moet

dat allemaal netjes op elkaar aansluiten. Iedere fout – *shit, gat te groot!* – leidt tot kostbaar overleg en vertraging. Maar een buis door een balk is kinderspel vergeleken met de coördinatie van de duizenden bouwvakkers die aan een kerncentrale werken!

Leveringsproblemen, bouwblunders, ontwerpfouten: ze leiden al snel tot cascades van vertraging. Toen Amerikaanse vaklui werden geïnterviewd over hun ervaringen bij de bouw van zes Amerikaanse kerncentrales, gaven zij dan aan dat bijna driekwart van hun tijd verloren ging aan overleg en coördinatie, werk van anderen overdoen en wachten op materieel en gereedschap. \*

*Bron: [Brian Potter, 'Why Does Nuclear Power Plant Construction Cost So Much?', Institute For Progress, 1 mei 2023](#)*



## Een leuk geintje van de kosmos

Politici willen nog weleens betoverd raken door de romantiek van het project. Wat is daadkrachtiger dan in één klap een heleboel mensen bedienen met een kerncentrale, een hogesnelheidslijn of

een warmtenet? Maar het zijn niet de projecten, maar de producten die de energietransitie voortstuwen. Het zijn zonnecellen, niet kerncentrales; elektrische auto's, niet hogesnelheidslijnen; warmtepompen, niet warmtenetten, die rap in kosten dalen en in verkoop groeien.

Zonnestroom en windenergie zijn dan ook de snelst groeiende energiebronnen in de menselijke geschiedenis. Ze gaan veel harder dan kernenergie op hetzelfde punt in haar ontwikkeling.

Het is historisch zo gegroeid dat het soort mens dat optimistisch is over de techniek, dat gelooft dat mensen zich uit problemen kunnen innoveren, zich heeft verbonden aan kernenergie. Terwijl het menstype dat de grenzen aan de groei benadrukt, dat meent dat we onze hand hebben overspeeld en nu op de blaren moeten zitten, juist enthousiast is over zonnepanelen.

Leuk geintje van de kosmos: ze krijgen alle twee gelijk om de verkeerde redenen. De mens blijkt warempel wederom vernuftiger dan gedacht, maar kerncentrales zijn te complex, te politiek, te duur om het verschil te maken. Kamp Kernenergie heeft dus op het verkeerde technologische paard gewed. Het kapitalisme kiest massaal voor die stomme hippietechnologie: zonnepanelen, batterijen, windmolens.

En dat moet dan weer even slikken zijn voor de milieubeweging met haar sobere nadruk op 'minder, minder, minder'. Want dat er straks een vloot betaalbare elektrische auto's aangedreven door spotgoedkope zonnestroom het ecodorp binnen komt zoeven is ook weer niet conform de verwachting. Grenzen aan de groei? Nog

even niet!

## Waarom is kernenergie eigenlijk rechts?

Als je er van een afstandje naar kijkt, is het eigenlijk curieus dat juist rechtse mensen zich zo inspannen voor kernenergie. Het is schreeuwend duur ('haalbare en betaalbare energiepolitiek' – iemand?), het zijn staatsgeleide megaprojecten ('Ons was een kleinere overheid beloofd!') waar de markt gillend van wegrent (tot zover de onzichtbare hand), en inmiddels zijn er goedkopere alternatieven die met de dag goedkoper worden (prachtig: creatieve vernietiging!).

Dus, waarom is rechts zijn nuchtere zakelijkheid opeens kwijt als het over kernenergie gaat? Het lijkt erop dat rechts betoverd is geraakt door de identitaire kwaliteiten van kernenergie. De vier grote kerncentrales vormen natuurlijk een glorieuze middelvinger naar linkse mensen, die aanstoot nemen aan kerncentrales.

Iedereen lijkt wat te zijn blijven hangen in de debatten over kernenergie uit de jaren tachtig. Linkse mensen vinden kernenergie vreselijk (om de verkeerde redenen) en rechtse mensen vinden het mooi (om de verkeerde redenen). Door voor kernenergie te pleiten kan rechts zijn eigen energiebeleid wat politieke kleur meegeven.

Nou valt het best te begrijpen dat de rechtse medemens af en toe een hippie een schop wil geven (figuurlijk dan, hè!). Maar het zou wel prettig zijn als dat voor minder dan 14 miljard euro lukt.

In geen enkele slotsom is kernenergie namelijk een verstandige toevoeging aan de energiemix (en zeker niet in Nederland). Eén voordeel: de kans dat je er vier kunt bouwen voor 14 miljard euro is minimaal.

Laat de zon in de tussentijd maar schijnen.

Dit verhaal heb je gratis gelezen, maar het maken van dit verhaal kost tijd en geld. Steun ons en **maak meer verhalen mogelijk** voorbij de waan van de dag.

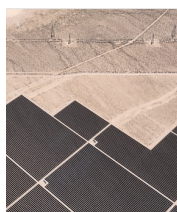
Al vanaf het begin worden we **gefinancierd door onze leden** en zijn we volledig **advertentievrij en onafhankelijk**. We maken diepgravende, verbindende en optimistische verhalen die inzicht geven in hoe de wereld werkt. Zodat je niet alleen begrijpt wat er gebeurt, maar ook waarom het gebeurt.

Juist nu in tijden van toenemende onzekerheid en wantrouwen is er grote behoefte aan verhalen die voorbij de waan van de dag gaan. Verhalen die **verdieping en verbinding** brengen. Verhalen niet gericht op het sensationele, maar op het fundamentele. Dankzij onze leden kunnen wij verhalen blijven maken voor zoveel mogelijk mensen. **Word ook lid!**

Word lid >

Al lid? Log in! >

## Meer lezen & luisteren?



**Zelfs optimisten zijn te pessimistisch: schone energie wordt spotgoedkoop**