

Nicole Smolders
N.M.P.Smolders@rn.rabobank.nl
040 - 2179108

Anke Struijs
A.C.A.Struijs@rn.rabobank.nl
030 - 2131408

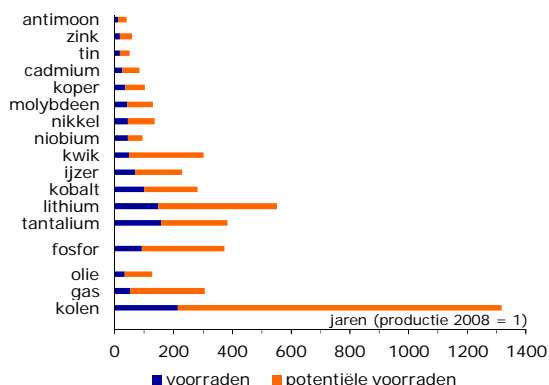
Vechten om grondstoffen?

Fossiele grondstoffen worden steeds schaarser. De vraag naar energie neemt toe doordat de wereldbevolking groeit en de welvaart toeneemt. Maar ook de vraag naar andere mineralen, metalen en niet-metalen groeit sterk. Vooral de vraag naar zeldzame metalen is in het afgelopen decennium sterk toegenomen. En dat terwijl de grondstoffenvoorraad uitgeput raakt. Dat zorgt voor hoofdbreken en toenemende internationale spanningen. Er wordt naarstig gezocht naar alternatieven en manieren om energie te besparen. We moeten wel, want anders wordt er straks letterlijk gevochten om de zeldzame materialen. Grondstoffenschaarste is dan ook een van de grootste uitdagingen en onzekerheden in de komende twintig jaar.

Toenemende schaarste

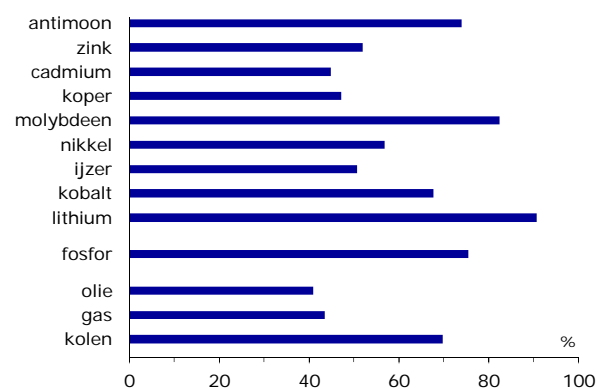
Wereldwijd wordt een toenemende schaarste aan fossiele grondstoffen ervaren. Een van de redenen is dat de toekomstige beschikbaarheid van deze materialen niet vanzelfsprekend is. De voorraad fossiele grondstoffen is namelijk afhankelijk van de fysieke aanwezigheid in de aarde. Maar het gebruik van fossiele brandstoffen gaat veel sneller dan de vorming ervan in de aarde en de winning en raffinage van zeldzame aardmetalen gaat met hoge kosten gepaard. Er is, als het gaat om fossiele brandstoffen, sprake van absolute schaarste (figuur 1). De huidige voorraden fossiele brandstoffen zijn nog wel goed voor dertig (olie), vijftig (gas) en ruim tweehonderd (kolen) jaar bij eenzelfde verbruik als nu.

Figuur 1: Mondiale voorraden grondstoffen, 2008



Bron: Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken, 2009

Figuur 2: Aandeel drie grootste productielanden in mondiale voorraad grondstoffen, 2008



Bron: Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken, 2009

Indien potentiële voorraden (alle in de aardkorst aanwezige fossiele grondstoffen, ook die op moeilijk bereikbare plaatsen) worden meegenomen, reiken voorraden fossiele brandstoffen nog circa vier keer zo lang. Absolute schaarste is dus een probleem van de lange termijn.

Grondstoffenschaarste vormt een potentiële splijtzwam omdat fossiele grondstoffen in de wereld geografisch ongelijk zijn verdeeld. Een klein aantal (deels politiek instabiele) landen/regio's (bijvoorbeeld het Midden-Oosten, Rusland, China) beheerst een groot deel van de totale wereldproductie van fossiele brandstoffen en zeldzame aardmetalen (*figuur 2*). Andere niet-producerende landen zijn voor hun energievoorziening, die vooral leunt op het gebruik van fossiele brandstoffen, en de vraag naar aardmetalen afhankelijk van deze producerende landen. We spreken dan van geopolitieke schaarste. Dit geeft de producerende landen marktmacht en leidt voor importerende landen tot een strategisch risico. De producerende landen, die vaak ook politiek instabiel zijn, kunnen bijvoorbeeld besluiten om protectionistische maatregelen te treffen of kartels te vormen zoals momenteel de olieproducerende en -exporterende landen van de OPEC. Toen China na de zomer van 2010 aankondigde de uitvoer van zeldzame aardmetalen (verder) te beperken, zorgde dat internationaal voor een schokgolf.

De Nederlandse industrie is vooral kwetsbaar als het gaat om 'zware' producten als glas en bouwmaterialen, basismetalen, metaalproducten, machinebouw en uitrusting. Maar bijvoorbeeld ook kantoorapparatuur en computers, elektronische machines, medische, precisie- en optische apparaten, auto's en andere transportvormen. Voor de productie ervan is men afhankelijk van enkele tientallen 'kritische grondstoffen' (grondstoffen waarvan de beschikbaarheid in de nabije toekomst kritiek zou kunnen worden), die veelal moeten worden geïmporteerd. De financiële belangen zijn in dit opzicht vooral groot in de industrieën die zich bezig houden met het fabriceren van basismetalen en metaalproducten, machinebouw en uitrusting en de bouw van transportuitrusting (Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, 2010).

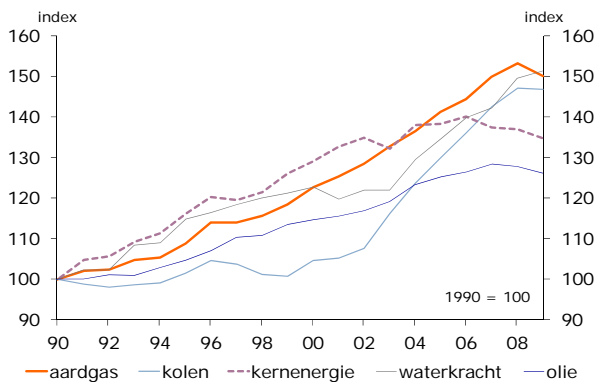
Vicieuze cirkel

Zeldzame aardmetalen (in het Engels *Rare Earth Elements* of REE), zoals neodymium, lanthaan, samarium en cerium, worden veel gebruikt in elektronische apparaten (mobiele telefoons, MP3-spelers, TV's), maar bijvoorbeeld ook in hybride auto's en windmolens. Een verschil tussen het schaarsteprobleem van fossiele brandstoffen en dat van zeldzame aardmetalen is dat metalen, in tegenstelling tot fossiele brandstoffen, nooit opraken (Diederens, 2010). Zo zeldzaam zijn veel 'zeldzame' aardmetalen gek genoeg niet. Het probleem is echter dat ze zelden of nooit in zuivere vorm uit de bodem komen en daarom eigenlijk alleen maar worden ontgonnen als bijproduct van andere metalen zoals ijzer, nikkel, lood en zink – de zogenaamde onedele metalen. De raffinage ervan tot hun zuivere vorm kost handenvol geld en is bovendien erg slecht voor het milieu. Er is dus sprake van economische schaarste.

Het laaghangend fruit met betrekking tot de winning van de zeldzame aardmetalen is al geplukt; we zijn meer en meer aangewezen op voorraden van mindere kwaliteit (Rademaker, 2010). Dat wil zeg-

gen: die met een lagere ertsgraad (minder geconcentreerd), een minder gunstige samenstelling of

Figuur 3: Wereldconsumptie (fossiele) energiebronnen



Bron: Reuters EcoWin

voorraden op steeds moeilijker te bereiken plekken.

Om te kunnen blijven voldoen aan de stijgende vraag zou de ontginning van onedele metalen enorm moeten worden opgedreven. Voor het delven daarvan is echter weer een hoop energie nodig uit schaarse, fossiele brandstoffen (die op hun beurt ook weer worden gemijnd, bewerkt, vervoerd en opgeslagen met behulp van metalen). Het gebruik van alternatieve, duurzame energie biedt in dit geval geen houdbare oplossing, omdat voor het opwekken en opslaan van duurzame energie zeldzame metalen nodig zijn. En zo zijn we weer terug bij af.

Een deel van de (technologische) oplossing moet worden gezocht in hergebruik van de zeldzame metalen en substitutie. Het probleem met het laatste is echter dat dat in veel gevallen een verschuiving van het probleem betekent. Veel metalen zijn momenteel immers schaars. Er is eigenlijk maar één fundamentele oplossing: een veel lager gebruik van energie en grondstoffen. Volgens Diederik (2010) mogen we van geluk spreken als we ons in 2030 een energie- en materiaalverbruik kunnen permitteren dat (per capita) even hoog ligt als dat in de jaren vijftig van de twintigste eeuw.

De wisselwerking tussen energie en zeldzame aardmetalen zorgt dus voor extra uitdagingen die het schaarsteprobleem van beide materialen in de toekomst alleen maar zullen vergroten. In het vervolg van dit hoofdstuk beperken we ons tot de vraag naar fossiele brandstoffen. Maar wat voor fossiele brandstoffen geldt, gaat in meer of minder mate ook op voor zeldzame aardmetalen.

Oliedorst

De wereldconsumptie van fossiele brandstoffen is als gevolg van economische groei in de afgelopen twintig jaar fors toegenomen (*figuur 3*). De energieconsumptie groeide het snelst in de transport- en de dienstensector (IEA, 2008). In China nam de energieconsumptie als gevolg van hoge economische groei het sterkst toe. In 2009 is het wereldenergieverbruik als gevolg van de economische crisis gedaald. Door de toegenomen energieconsumptie is ook de mondiale uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) in met name de ontwikkelingslanden sterk toegenomen (*figuur 4*).

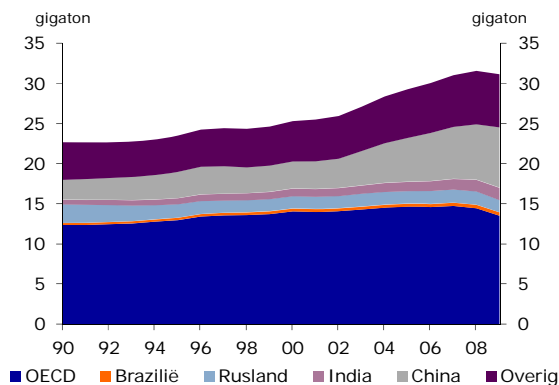
Hoewel de energieconsumptie en de daarmee gepaard gaande uitstoot van broeikasgassen in de afgelopen twintig jaar is gestegen, is de energie-intensiteit afgenomen (*figuur 5*). Dit wil zeggen dat landen gemiddeld minder energie nodig hebben om een eenheid BBP te produceren. Een lagere energie-intensiteit kan het gevolg zijn van verschuivingen van het belang van minder energie-intensieve sec-

toren in de economie en/of een efficiënter energieverbruik, bijvoorbeeld door technologische ontwikkeling. Omdat de wereldwijde energieconsumptie is toegenomen in de laatste twintig jaar, kan worden geconcludeerd dat het volume-effect van meer vraag naar energie door toenemende economische groei groter was dan het effect van een lagere energie-intensiteit.

Het Internationaal Energie Agentschap (IEA, 2008) trekt dezelfde conclusie. Sinds 1990 is voor een groep van zestien IEA-landen (bestaande uit elf Europese landen, Canada, Verenigde Staten, Australië, Nieuw-Zeeland en Japan) de helft van de toegenomen vraag naar energie ingevuld door meer energieconsumptie en de andere helft door efficiënter energiegebruik.

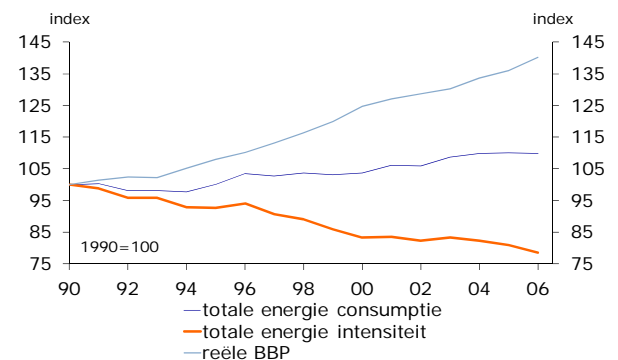
Niet alleen de vraag naar grondstoffen stijgt, ook de energieprijzen (zowel nominaal als reëel) zijn in het afgelopen decennium fors gestegen (figuur 6). Tot 2000 bewogen de prijzen van olie, kolen en aardgas in ongeveer hetzelfde tempo. Vanaf 2000 stijgen de olie- en gasprijzen echter veel sneller dan de prijs van kolen. Als gevolg van de economische crisis in 2009 is er echter een overvloed aan aardgas ontstaan. Voorlopig lijkt daaraan geen einde te komen (IEA, 2010). Een technologische innovatie heeft het commercieel mogelijk gemaakt om het zogenoemde 'shale gas' uit leisteenlagen te halen. Met name in de VS – waar nog zoveel van dit gas in de bodem zou zitten dat het land voor zeker honderd jaar zelfvoorzienend zou zijn – zorgde dit voor een stroom aan activiteiten en investeringen (NRC Handelsblad, 2010). Daardoor kunnen de prijzen van gas onder druk komen te staan. De grote kolenreserve en de relatief lage kolenprijs kunnen een reden zijn om het potentieel van kolen te verbeteren als meest beschikbare fossiele brandstof in de toekomst. Het gebrek aan schone kolentechnologie en de daarmee samenhangende milieuproblemen vormen nu echter nog een barrière voor uitbreiding van het gebruik van deze fossiele brandstof (Shafiee en Topal, 2009).

Figuur 4: Mondiale uitstoot van CO₂



Bron: Reuters EcoWin

Figuur 5: Energie-intensiteit (EU-27)



Bron: European Environment Agency, 2010

Groei kost energie

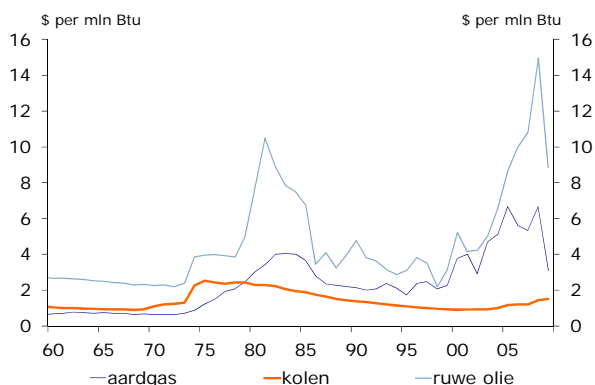
Wanneer de wereldwijde vraag naar fossiele brandstoffen blijft toenemen, zal –gegeven de beperkte beschikbaarheid– het gevoel van schaarste in 2030 groter zijn dan nu. De belangrijkste oorzaken voor de toenemende vraag naar fossiele energie zijn wereldwijde economische groei en een toenemende bevolking (in steden). Wanneer we op het huidige groeipad blijven, dan neemt de wereldbevolking tot 2030 met zo'n 20% toe tot ruim acht miljard mensen (OECD, 2008)¹. Vooral in Azië, Afrika en Zuid-Amerika groeit de bevolking hard, met name in de steden.

Ook de wereldwijde welvaart is, bij een voortzetting van het huidige groeipad, in 2030 hoger. Het grootste deel van de economische groei zal plaatsvinden in ontwikkelingslanden en opkomende economieën (WBCSD, 2010). De vraag naar fossiele energie zal in 2030 dan ook groter zijn dan nu. Volgens projecties van het IEA is de wereldvraag naar energie in 2030 meer dan 30% hoger dan in 2008 (IEA, 2010). Daarbij gaat het IEA ervan uit dat recente toezeggingen van overheden om het gebruik van fossiele brandstoffen en de uitstoot van CO₂ terug te dringen (zie verderop) worden waargemaakt.

De toegenomen vraag komt nagenoeg geheel voor rekening van niet-OECD landen, aangevoerd door China –waar de energievraag tussen 2008 en 2030 naar verwachting met bijna drie kwart toeneemt– en India, samen goed voor meer dan de helft van de wereldwijde vraagtoename (figuur 7; IEA, 2010). Deze landen komen namelijk in hun meest energie-intensieve fase van economische groei waarin zij industrialiseren, infrastructuur bouwen en meer gebruik maken van transportmiddelen (Shell, 2008). Het lijkt erop dat China de VS in 2009 voorbij is gestreefd als de grootste energieverbruiker van

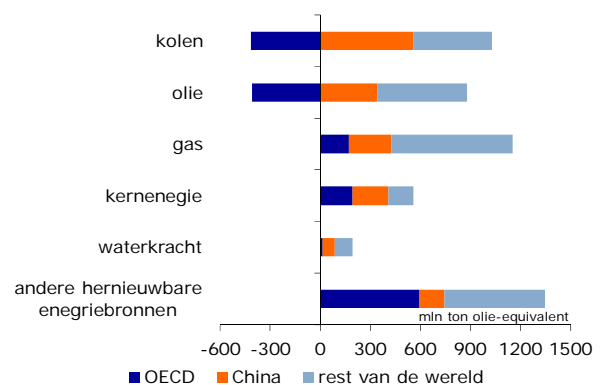
¹ Voor een beschrijving van de demografische ontwikkeling zie de trendstudie 'Het demografische tij keert'.

Figuur 6: Reële productieprijs van fossiele brandstoffen



Bron: U.S. Energy Information Administration, 2010

Figuur 7: Extra vraag naar energie in het referentiescenario van het IEA, 2008-2035



Bron: IEA, 2010

de wereld. En dat terwijl het energiegebruik van de Chinezen in 2000 nog slechts de helft bedroeg van dat van de Verenigde Staten (IEA, 2010). Samen met de sterke groei van Zuidoost-Aziatische landen (ASEAN) zorgt deze ontwikkeling voor een verschuiving van het wereldwijde energielandschap naar Azië.

Verwacht wordt dat meer dan de helft van de groei van het energiegebruik voor rekening komt van fossiele brandstoffen (IEA, 2010). Prijsstijgingen van fossiele brandstoffen en overheidsbeleid zetten een rem op de vraag naar deze schaarse grondstoffen, terwijl het aandeel van hernieuwbare energiebronnen in de totale vraag bijna verdubbelt tot 2030. Ook het aandeel van kernenergie neemt toe. Met het kleiner wordende aandeel van olie in de wereldwijde energievraag komt de zogenaamde oliepiek (het punt waarop de olieproductie zijn maximale waarde bereikt) in zicht. Volgens het IEA is dat moment in 2030 echter nog niet gekomen, tenzij overheden de ambities ten aanzien van een efficiënt gebruik van de fossiele brandstof en de ontwikkelingen van alternatieve energiebronnen fors opschroeven.

Uitstoot van broeikasgassen neemt toe

Het gebruik van fossiele brandstoffen leidt bovendien tot 'nieuwe schaarsten'. Daarmee wordt het effect op het klimaat (beperkte opvangcapaciteit van de atmosfeer voor broeikasgassen) en de biodiversiteit (beperkte veerkracht om 'aanslagen op de natuur, op flora en fauna' op te vangen zonder onomkeerbare en destructieve gevolgen) bedoeld (Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken, 2009). Volgens de OECD (2008) neemt de uitstoot van koolstofdioxide als gevolg van de toenemende vraag tot 2030 met 53% toe, indien er geen additionele maatregelen worden genomen. Nog een reden dus om het gebruik van fossiele brandstoffen in de toekomst te beperken.

Tijdens de klimaatop in Kopenhagen in 2009 spraken regeringsleiders af de opwarming van de aarde een halt toe te roepen door deze te beperken tot 2 graden Celsius (*figuur 8*). Die ambitie werd echter niet gestaafd door (voldoende) maatregelen die zorgen voor de noodzakelijke terugdringing van broeikasgassen. Om de 2-gradendoelstelling te behalen, zijn dus extra maatregelen nodig (PBL, 2010). In het referentiescenario van het IEA zou de temperatuur op aarde op de lange termijn met meer dan 3,5 graden toenemen met inachtneming van de afspraken uit het Kopenhagenakkoord (IEA, 2010).

Dorst lessen

Om de toenemende oliedorst te lessen en de uitstoot van broeikasgassen te beperken, wordt naarstig gezocht naar alternatieven voor het gebruik van fossiele brandstoffen en manieren om spaarzamer met de schaarse grondstoffen om te gaan. De ontwikkeling van energiebesparende technologieën in de transportsector (hybride voertuigen, schone dieselveertuigen) leidt bijvoorbeeld tot een lagere vraag naar fossiele brandstoffen en minder uitstoot. Technologieën voor de transportsector die voor 2030 op de markt worden verwacht, zijn efficiëntere vliegtuigen en geavanceerde elektrische en hybride voertuigen met krachtigere en betrouwbaardere batterijen (PCCC, 2007).

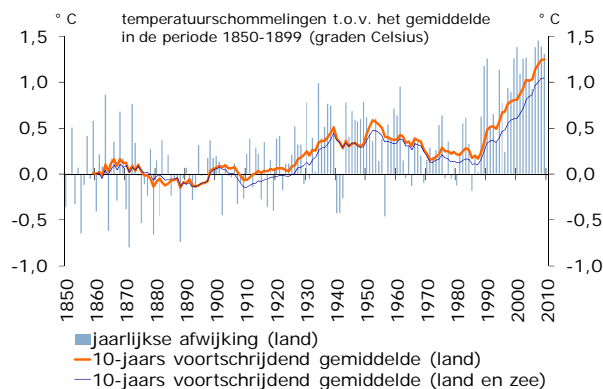
Ook nieuwe of alternatieve energiebronnen die door technologische ontwikkeling ontstaan, remmen de schaarste aan fossiele brandstoffen. Voor 2030 worden bijvoorbeeld geavanceerde vernieuwbare energiebronnen, waaronder getijde- en golfenergie en geconcentreerde zonne-energie, verwacht (PCCC, 2007). Er worden ook technologieën ontwikkeld die de uitstoot van broeikasgassen in het energievoorzieningsproces verminderen. Een voorbeeld daarvan is de afvang en opslag van koolstofdioxide (CO₂).

Technologie kan niet alleen een positieve, maar ook een stuwende werking hebben op de schaarste. Het kan bijvoorbeeld tot een grotere energieproductiecapaciteit leiden, omdat met behulp van nieuwe technieken fossiele brandstoffen kunnen worden gewonnen op plaatsen waar dat voorheen niet rendabel was. Hoewel het aanbod hierdoor op korte termijn toeneemt, raken fossiele brandstoffen hier wel eerder door uitgeput. Een goed voorbeeld is de nieuwe technologie die de afgelopen jaren is ontwikkeld voor de winning van aardgas uit leisteen en steenkolen. Hierdoor zijn grote nieuwe voorraden aardgas binnen handbereik gekomen. In de VS wordt al volop geïnvesteerd in deze nieuwe technieken (zie hierboven) en nu lijkt ook Europa (met name Polen) het leisteengas (of 'shale gas') te omarmen. Wereldwijd is er daardoor zelfs een aardgasoverschot ontstaan, dat een drukkend effect heeft op de aardgasprijzen. Naar verwachting houdt dit gasoverschot nog enkele jaren aan (NRC Handelsblad, 2010). Technologische ontwikkeling kan bovendien tot meer vraag naar fossiele brandstoffen leiden (en dus tot meer schaarste), wanneer nieuwe toepassingen worden ontwikkeld die schaarse fossiele brandstoffen gebruiken.

Investerings in energieproductiecapaciteit

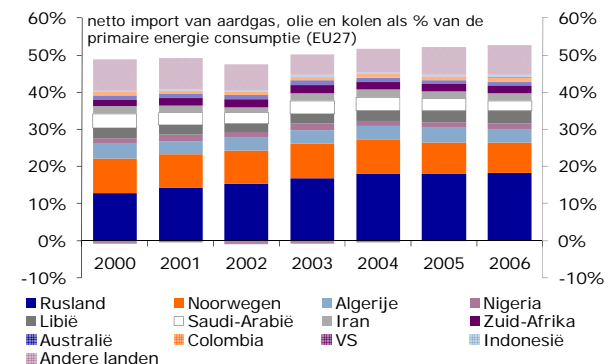
Hoewel de wereldvoorraad van fossiele brandstoffen ruim voldoende is voor de toenemende vraag tot 2030 en een lange periode daarna, zijn er wel substantiële investeringen nodig in de productiecapaciteit om aan deze vraag te voldoen. Het IEA (2009) gaat er in zijn referentiescenario van uit dat een investering van \$26 triljoen (in prijzen 2008) nodig is om in 2030 te voldoen aan de wereldvraag naar

Figuur 8: Het wordt steeds warmer in Europa



Bron: European Environment Agency, 2010

Figuur 9: Netto invoer van fossiele brandstoffen



Bron: European Environment Agency, 2010

energie. Dit komt neer op een investering van gemiddeld \$1,1 triljoen per jaar ofwel 1,4% van het mondiale BBP. Vooral de investeringen in de olieproductiecapaciteit in het Midden-Oosten zijn belangrijk. Zonder die investeringen zal een tekort aan productiecapaciteit ontstaan en zullen prijzen (nog sneller) stijgen en (nog) volatieler worden (Biro, 2006).

Of de benodigde investeringen ook daadwerkelijk worden gedaan, is onzeker. Een tekort aan kapitaal kan bijvoorbeeld roet in het eten gooien. In periodes van laagconjunctuur komen energiemaatschappijen moeilijker aan kapitaal om hun investeringen te financieren. Verder kan in een wereld van instabiele energieprijzen, vanwege de onzekerheid die hiermee gepaard gaat, ook het animo om te investeren lager zijn. Ten slotte spelen strategische overwegingen een rol. Producerende landen kunnen er bewust voor kiezen om de productiecapaciteit niet te snel te laten groeien om zeker te zijn van een hoge energieprijs.

Grondstoffenpolitiek

Dat laatste legt meteen een ander probleem bloot: dat van de grondstoffenpolitiek. Er is wereldwijd slechts een klein aantal landen dat fossiele brandstoffen produceert. Consumerende landen zijn voor hun energievoorziening van die landen afhankelijk. In 2006 was de Europese Unie voor meer dan de helft van haar energiebehoeften afhankelijk van ingevoerde energie (*figuur 9*). Bij onveranderd beleid loopt dit naar verwachting op tot zo'n 70% in 2030 (Europese Commissie, 2006).

In de toekomst zal grondstoffenpolitiek vanwege de toenemende vraag naar fossiele brandstoffen dan ook een steeds grotere plaats innemen in de internationale betrekkingen (Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken, 2009). De grote vraag daarbij is of landen het mondiale schaarste-probleem gezamenlijk oplossen of dat ze hun eigen weg gaan. Grondstoffennationalisme (het zeker stellen van de eigen energievoorziening) en strategische concurrentie zijn misschien wel de meest aannemelijke uitkomsten van de houding van landen in tijden van structurele schaarste. Daar zien we in de huidige wereld al kenmerken van, bijvoorbeeld in de vorm van exportrestricties (bijvoorbeeld door China met betrekking tot fosfaat en zeldzame aardmetalen), '*land grabbing*'¹ en impliciete dreiging van grondstoffoorlogen (bijvoorbeeld door de Verenigde Staten). De gasconflicten tussen Oekraïne en Rusland in 2006 en 2009, waardoor ook de gastoevoer naar Europa werd afgesloten, hebben Europa nogmaals duidelijk gemaakt hoe afhankelijk zij voor haar energievoorziening is van het buitenland.²

¹ Het opkopen van vruchtbaar of delfstofrijk land in andere, vaak minder ontwikkelde landen, om zo de eigen grondstoffentoevoer voor de langere termijn zeker te stellen, bijvoorbeeld door de BRIICS-landen (Brazilië, Rusland, India, Indonesië, China en Zuid-Afrika) (Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken, 2009).

² De trendstudie 'Mondialisering: Breekt het Aziatische tijdperk aan?' beschrijft welke verschuivingen zich hebben voorgedaan in de mondiale machtsblokken in de afgelopen twee decennia en wat dat betekent voor de toekomst.

Mondiale afspraken over schaarste en milieuproblematiek

Heldere afspraken zijn noodzakelijk om deze mondiale problematiek op te lossen. 'Free rider'-gedrag is bij informele afspraken een probleem. Landen die zich schuldig maken aan 'free rider'-gedrag profiteren wel van de inspanningen van andere landen om het gebruik van fossiele brandstoffen te beperken (afnemende schaarste en minder CO₂-uitstoot), maar dragen zelf niet of nauwelijks bij aan de oplossing.

De samenwerking, die noodzakelijk is om het schaarste- en milieuprobleem te beheersen en het 'free rider'-probleem op te lossen, is echter niet gebaat bij de huidige versnipperde internationale overlegstructuur voor energie, naar energiedrager, naar regio en naar (producerende) belangengroep. Een mondiaal overlegplatform is er bijvoorbeeld niet, alhoewel het Internationaal Energie Forum met ruim 55 landen zich voorzichtig in die richting lijkt te ontwikkelen. Steeds meer deskundigen stellen dat het huidige institutionele kader voor mondiale vraagstukken van schaarsten geen effectieve 'gereedschapskist' heeft om tot mondiale afspraken te komen, die ook worden nageleefd (Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken, 2009). Een voorbeeld is de klimaatop in Kopenhagen eind 2009. Daar werd wederom geen formeel akkoord bereikt om de opwarming van de aarde tegen te gaan.

Hierboven is al beschreven dat de schaarste aan fossiele brandstoffen niet los kan worden gezien van de schaarste aan zeldzame aardmetalen. Maar ook de samenhang met voedsel- en waterschaarste³ is groot. Zo is voor de landbouwproductie energie nodig en dienen sommige gewassen op hun beurt als voedsel, maar ook als grondstof voor (bio)brandstof (*food versus fuel*). Voor (toekomstige) mondiale overlegstructuren en besluitvormingsmechanismen is het daarom niet alleen belangrijk dat er genoeg politieke middelen zijn om de gemaakte afspraken af te dwingen, maar ook dat er wordt gezocht naar een integrale en samenhangende oplossing.

Beleid en economische groeipolitiek van nationale overheden

Het beleid van nationale overheden heeft ook invloed op de toekomstige vraag naar fossiele brandstoffen. Veel landen streven al naar het verduurzamen van de energievoorziening door minder gebruik te maken van fossiele brandstoffen en meer van hernieuwbare, duurzame energie (zon, wind, biomassa en water). Hier ligt overigens niet alleen een klimaatmotief aan ten grondslag maar ook een veiligheidsmotief. Door gebruik te maken van duurzame energie verminderen overheden de afhankelijkheid van producerende landen en vergroten zij hun energievoorzieningszekerheid (Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken, 2009). Ook het produceren van kernenergie en kernfusie behoort tot de mogelijkheden. De vraag is wel hoe de maatschappelijke houding ten opzichte van deze meer risicovolle bron van energie zich in de toekomst zal ontwikkelen. Het is echter goed denkbaar dat deze

³ Voor een beschrijving van het voedsel- en waterschaarsteprobleem zie de trendstudie 'Grenzen aan wat de aarde te bieden heeft'.

houding minder kritisch wordt, zodra het energieprobleem echt nijpend wordt. Helemaal wanneer er duurzame alternatieven beschikbaar komen voor het opwekken van kernenergie.⁴

De groeipolitiek van oude (Verenigde Staten, Europese Unie) en nieuwe economische machten (Rusland, China, India, Brazilië) speelt ook een rol bij de transitie van fossiele naar duurzame energie. De vraag die hier speelt, is of landen in de toekomst afbuigen van hun huidige energie-intensieve groeipad naar een meer duurzame ontwikkeling met laag energie-, water- en materiaalverbruik. Overheden kunnen een duurzaam groeipad ondersteunen door de negatieve externe effecten van het gebruik van fossiele brandstoffen in de prijzen te internaliseren en door subsidies en prijsmaximeringen op energie (met name in armere landen) af te bouwen. Als de vervuiler de volle maatschappelijke kosten van productie moet betalen, dan wordt slim en schoon produceren aantrekkelijker. Op die manier wordt een gedragsverandering afgedwongen bij zowel consumenten als producenten.

Not in my backyard

Zo'n gedragsverandering is tevens mogelijk op basis van andere dan externe prikkels (prijzen, subsidies), bijvoorbeeld als gevolg van veranderende intrinsieke waarden. Wanneer consumenten vanuit hun intrinsieke overtuiging meer waarde hechten aan een schoon milieu en aan het belang van toekomstige generaties, zullen zij zuiniger en op een andere manier met energie omgaan. Of niet? Volgens het Milieu- en Natuurplanbureau (2007) kan de relatie tussen 'denken' en 'doen' niet worden aangetoond. Hoe zwaar we met onze consumptie het milieu belasten laten we vooral afhangen van het inkomen en heeft volgens het planbureau geen relatie met het milieubesef of waardepatroon. Voor de oplossing wordt gekeken naar de overheid: die moet de nodige maatregelen nemen om het zogenoemde sociale dilemma te doorbreken door het opleggen van normen of heffingen. Externe prikkels dus. En dan het liefst 'achter onze rug om' via het duurzamer maken van producten of productieketens.

Nederlandse beursgenoteerde multinationals presteren volgens het planbureau al relatief duurzaam, maar ook zij kijken naar de overheid als het gaat om duurzaamheid. Die moet vooral zorgen voor een gelijk internationaal speelveld. En daar wringt de schoen. Hierboven wezen we al op de huidige versnipperde internationale overlegstructuur voor energievraagstukken, die een mondiale aanpak bemoeilijkt. Landen willen bovendien vaak pas maatregelen nemen als ook andere landen dat doen. En

⁴ Kernfusie bevindt zich nog in een experimentele fase en komt volgens de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) pas over 30 jaar commercieel beschikbaar. Bij kernfusie komt er veel minder radioactief afval vrij dan bij kernsplijting en dit afval is bovendien veel korter radioactief (100 jaar in vergelijking met duizenden jaren voor kernsplijtingsafval). Kernfusie is bovendien veel veiliger, omdat de fusiereactie meteen kan worden stopgezet door de brandstoftoevoer af te sluiten (www.fusie-energie.nl). Maar ook op het gebied van kernsplijting staat de ontwikkeling niet stil. Er wordt gewerkt aan een nieuwe generatie 'duurzame' kernreactoren. Volgens de *Nuclear Research & consultancy Group* (NRG) hebben de zogenaamde vierde generatie kernenergiesystemen nog een lange ontwikkelingsweg te gaan en worden ze waarschijnlijk niet vóór 2030 in gebruik genomen. Deze reactoren gebruiken veel minder grondstoffen en produceren minder afval dan 'gewone' kerncentrales (www.nrg.eu).

dus komt het toch weer neer op aanpassing en versterking van instituties en spelregels als voorwaarde voor duurzame ontwikkeling (MNP, 2007).

Kortom, de overheid speelt een sleutelrol in de toekomstige ontwikkeling van het schaarsteprobleem. Met voldoende ambitieuze maatregelen kunnen zij het gebruik van fossiele brandstoffen en de uitstoot van CO₂ aan banden leggen. Internationale coördinatie is dan wel een voorwaarde. De echte energievreters zijn in de komende jaren echter de ontwikkelingslanden, China voorop. Die landen timmeren de komende tijd (letterlijk) flink aan de weg en zien hun welvaart en hun bevolking (met name in de steden) – en daarmee het energieverbruik – flink toenemen. Een 'groene energierevolutie' in die landen zet daarom pas echt zoden aan de dijk.

Toenemende internationale spanningen kunnen voor problemen zorgen, met een groot deel van de wereldwijde voorraden schaarse grondstoffen in handen van een handjevol (soms politiek instabiele) landen en regio's. Niet voor niets is de grondstoffenschaarste een van de grootste uitdagingen in de komende decennia.

Literatuur

- Birol, F. (2006), *World energy prospects and challenges*, International Energy Agency
- BP (2010), *BP Statistical Review of World Energy*, Londen, juni 2010
- Diederer, van André (2010), *Global Resource Depletion, Managed Austerity and the Elements of Hope*, Eburon
- Energy Information Administration, EIA (2006), *International Energy Annual 2006*, Washington DC, Verenigde Staten
- Energy Information Administration, EIA (2009), *Annual Energy Outlook 2010*, Washington DC, Verenigde Staten
- Europese Commissie (2006), *Een Europese strategie voor duurzame, concurrerende en continue geleverde energie*, 8 maart 2006
- International Energy Agency, IEA (2008), *Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency, key insights from IEA Indicator Analysis*, Parijs, Frankrijk
- International Energy Agency, IEA (2009), *World Energy Outlook 2009*
- International Energy Agency, IEA (2010), *World Energy Outlook 2010*
- Milieu- en Natuurplanbureau, MNP (2007), *Nederland en een duurzame wereld: Armoede, klimaat en biodiversiteit – Tweede Duurzaamheidsverkenning*
- Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (2010), *Beantwoording vragen over de door China aangekondigde verlaging van de export van zeldzame aardmetalen*, 25 november 2010
- Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken (2009), *Schaarste en Transitie, Kennisvragen voor toekomstige beleid*, Uitgeverij RIVM, november 2009
- NRC Handelsblad (2010), *Na dreigend tekort nu overschot aardgas*, 14 juli 2010
- OECD (2008), *OECD Environmental Outlook to 2030*, Parijs, Frankrijk
- Planbureau voor de leefomgeving, PBL (2010), *Evaluation of the Copenhagen Accord: Chances and risks for the 2°C climate goal*, 28 mei 2010
- Platform Communication on Climate Change, PCCC (2007), *Het IPCC-rapport en de betekenis voor Nederland*, Uitgeverij RIVM, mei 2007
- Rademaker, Michel (2010), *Zeldzame aardmetalen: Een strategisch instrument*, The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS)
- World Business Council for Sustainable Development, WBCSD (2010), *Vision 2050*, februari 2010
- Shafiee, S. en E. Topal (2009), *When will fossil fuel reserves be diminished?*, *Applied energy* 37, p. 181-189
- Shafiee, S. en E. Topal (2010), *A long-term view of worldwide fossil fuel prices*, *Applied energy* 87, p. 988-1000
- Shell (2008), *Shell energy scenarios to 2050*, Den Haag, Nederland