Centraal Planbureau

CPB Achtergronddocument | 20 juni 2018

Niet-hernieuwbare grondstoffen voor de circulaire economie

Een economische analyse van de werking en beperking van grondstoffenmarkten

Esther Mot
Sander Hoogendoorn
Tijl Hendrich
Krista Jansema-Hoekstra
Joep Tijm
Gerbert Romijn
Annemiek Verrips

m.m.v. Thijs Oostveen en Ben Vader

CPB Achtergronddocument

Niet-hernieuwbare grondstoffen voor de circulaire economie

Een economische analyse van de werking en beperking van grondstoffenmarkten

20 juni 2018

Esther Mot
Joep Tijm
Sander Hoogendoorn
Gerbert Romijn
Tijl Hendrich
Annemiek Verrips
Krista Jansema-Hoekstra
m.m.v. Thijs Oostveen en Ben Vader

Voorwoord

Voor dit onderzoek heeft een klankbordgroep gefunctioneerd die een aantal keren bijeen is geweest. De volgende personen maakten deel uit van de klankbordgroep:

mevrouw dr. M.J.D. Bos (EZK)
de heer H.W.E. Dijkhuizen (FIN)
de heer ir. J.J.H.W. Hamerlinck (I&W)
de heer dr. G.C. van der Meijden (VU)
de heer drs. M.J. Overman (I&W)
de heer ir. M. van de Pol (EZK)
de heer J van Rooijen MSc (BZK)
de heer prof. dr. D.P. van Soest (Tilburg University)
de heer ing. W.H. Streekstra (VNO-NCW)
de heer prof. dr. A. Tukker (Universiteit Leiden)
de heer dr. A.C. Veltkamp (ECN)
de heer prof. dr. H.R.J. Vollebergh (PBL)
de heer drs. C.A. van der Wijst (SER)

Wij danken de leden van de klankbordgroep hartelijk voor hun waardevolle feedback en suggesties.

Thijs Oostveen en Ben Vader hebben tijdens een stageperiode bij het CPB verdiepende case studies uitgevoerd voor twee niet-hernieuwbare grondstoffen: Thijs voor fosfaat en Ben voor bauxiet. Hun resultaten zijn gebruikt voor het versterken van onze analyse.

Laura van Geest, directeur CPB

Inhoudsopgave

Voorwoord 4

Samenvatting 7

1 Inleiding 8

1.1 Achtergrond en doel van het project 8

1.2 Afbakening 8

1.3 Onderzoeksvragen en onderzoeksopzet 9

1.4 Opbouw van het rapport 10

2 Marktfalens op grondstoffenmarkten 10

2.1 Milieuschade 11

2.1.1 Wat zijn milieu-externaliteiten? 11

2.1.2 Overzicht van milieuschades 12

2.1.3 Belang nationale regelgeving 14

2.1.4 Voorbeelden uit de praktijk 15

2.2 Marktmacht, geopolitiek en strategisch gedrag 16

2.3 Suboptimaal innovatietempo 20

2.4 Interactie tussen marktfalens 22

3 Welvaart elders en later 23

3.1 Welvaart elders 23

3.2 Welvaart later: verdeling tussen generaties 24

4 Huidig beleid en beleidsopties 25

4.1 Inleiding 25

4.2 Huidig beleid 26

4.2.1 Beleid rond grondstoffenuitputting en de circulaire economie 26

4.2.2 Beleid gericht op de aanpak van milieuschade 26

4.2.3 Beleid gericht op de aanpak van marktmacht en geopolitiek beleid 27

4.2.4 Innovatiebeleid 28

4.3 Beleidsopties milieuschade 28

4.3.1 Marktgeoriënteerde instrumenten 29

4.3.2 Regulering 30

4.3.3 Grondstoffenwinning: concrete opties om milieuschade tegen te gaan 31

4.3.4 Verwerking van grondstoffen in Nederland: concrete opties om milieuschade tegen te gaan 32

4.4 Beleidsopties marktmacht, geopolitiek en strategisch gedrag 34
4.5 Bevorderen van groene innovatie 36
4.6 Gevolgen voor beleid van interacties tussen marktfalens 38
Literatuurlijst 40
Bijlage A Grondstoffen en materialen in Nederland 47
A.1 Resources en reserves 47
A.2 Winning en import van grondstoffen in Nederland 47
A.3 Zorgen over grondstoffenuitputting en leveringszekerheid 48
Bijlage B Verschillende benaderingen van grondstoffenuitputting 49
B.1 Een welvaartseconomische benadering 49
B.2 Kritieke materialen 50
B.3 Kritieke grondstoffen gezien vanuit welvaarteconomisch perspectief 54
Bijlage C Een efficiënte grondstoffenmarkt 56
C.1 Inleiding 56
C.2 Voorwaarden voor een efficiënte markt 57
C.3 Optimaal winningstempo in het model van Hotelling 58
C.4 Onzekerheid 60
C.5 Hotelling en empirie 60
C.6 Conclusies 61
Bijlage D Pollution haven hypothesis 61

Samenvatting

In deze studie analyseren we markten voor niet-hernieuwbare grondstoffen. Dit zijn grondstoffen waarvan de hoeveelheid gegeven is op de menselijke tijdschaal vanwege het tempo waarin zij zich vernieuwen. Hiertoe behoren o.a. mineralen, metaalertsen en fossiele energiedragers. Beleidsmakers maken zich zorgen over toekomstige uitputting van dit type grondstoffen en over de leveringszekerheid. Wij onderzoeken in hoeverre de werking van markten deze problemen kan oplossen. Daartoe bestuderen we hoe grondstoffenmarkten werken, waar marktfalen optreedt en wat een rol voor beleid zou kunnen zijn.

Onze belangrijkste bevindingen zijn de volgende. Volgens de economische theorie leiden goed werkende grondstoffenmarkten tot een maatschappelijk optimaal winningstempo van niet-hernieuwbare grondstoffen op lange termijn, als de private discontovoet niet afwijkt van de maatschappelijke. Grondstoffenmarkten hebben echter te maken met een aantal marktfalens. Onbeprijsde milieuschade is een belangrijk marktfalen. Ook te weinig innovatie voor schone en zuinige technologie, marktmacht en geopolitieke verwikkelingen spelen een rol. Marktmacht op zichzelf leidt vaak in eerste instantie tot te hoge prijzen en een te laag winningstempo[1], maar strategische reacties kunnen in verschillende omstandigheden tot een verschillend resultaat leiden. De andere marktfalens leiden eerder tot te veel milieuvervuiling en te snelle winning. Voor het nadenken over beleidsopties is zeker ook de interactie tussen marktfalens van belang.

De belangrijkste beleidsoptie om het marktfalen tegen te gaan is het belasten van de milieuschade, zo dicht mogelijk bij de bron. Dit is een doelmatige manier om vervuiling terug te dringen die ook helpt om groene innovatie te stimuleren. De optie van belasten kan worden toegepast voor milieuschade die in Nederland ontstaat door verwerking van grondstoffen. In het ideale geval gebeurt dit internationaal gecoördineerd, maar Nederland kan ook eenzijdige stappen nemen om milieuschade op een budgettair neutrale manier in te prijzen. Het effect hiervan op de Nederlandse concurrentiepositie is beperkt. Voor milieuschade die in het buitenland ontstaat, heeft Nederland geen directe invloed. Als het niet lukt om internationale afspraken te maken over het inprijzen van de milieuschade, valt te denken aan opties als het hanteren van certificeringsmechanismen of het afsluiten van convenanten.

Vanwege de samenloop van marktfalens rond groene innovatie is het waarschijnlijk niet voldoende om alleen de milieuschade in te prijzen om te komen tot een maatschappelijk optimaal niveau. Aanvullend beleid kan innovatie bevorderen van zowel de aanbod- als de vraagzijde. Bij marktmacht en geopolitieke verwikkelingen is een rol voor overheden (deels internationaal) weggelegd in de vorm van handelsbeleid, diplomatie en informatievoorziening.

[1] Dit geldt voor het eerste deel van het winningspad over de tijd van een grondstof.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en doel van het project

Het streven naar een meer circulaire economie is in de afgelopen jaren een belangrijk maatschappelijk thema geworden. De Nederlandse overheid heeft doelstellingen geformuleerd om de economie meer circulair te maken (Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu en Minister Van Economische Zaken, 2016). De aandacht voor de circulaire economie komt voort uit de gedachte dat de huidige inrichting van de economische activiteiten niet duurzaam is doordat grondstoffen uitgeput raken, doordat het milieu wordt geschaad door winning, bewerking en verbruik van grondstoffen en doordat afval de leefomgeving aantast. Een meer circulair ingerichte economie is erop gericht om het gebruik van grondstoffen te verminderen, hergebruik en recycling te bevorderen en de afvalproductie te beperken. Zo kan de ecologische voetafdruk van menselijke activiteit dalen. Daarnaast verwacht de Nederlandse overheid dat een meer circulaire economie Nederland en Europa minder afhankelijk maakt van grondstoffen uit derde landen en op die manier de leveringszekerheid voor bedrijven vergroot. Ook verwacht zij dat de circulaire economie economische kansen biedt voor Nederlandse bedrijven en daardoor aan het toekomstig verdienvermogen zal bijdragen.

In deze studie analyseren we enkele van de hoofdproblemen die beleidsmakers met een meer circulaire economie willen oplossen. Als grondstoffen uit de kringloop verdwijnen door weggooien moeten steeds nieuwe grondstoffen worden gewonnen ter vervanging. Dit veroorzaakt twee problemen: 1) grondstoffen kunnen te snel opraken en 2) zowel de winning van nieuwe grondstoffen als het weggooien van gebruikte grondstoffen vervuilen het milieu. Deze problemen willen beleidsmakers oplossen met een meer circulaire economie waarin kringlopen van materialen worden gesloten.

De analyse gebeurt met de instrumenten van de welvaartseconomie. Dat betekent dat het uitgangspunt de maatschappelijke welvaart is. We gaan na welke marktfalens een rol spelen op grondstoffenmarkten Uiteindelijk gaat het erom na te gaan of er een rol is voor de overheid is ten aanzien van grondstoffenuitputting en de lange termijn leveringszekerheid en zo ja, welke beleidsopties de overheid heeft op dat terrein.

1.2 Afbakening

In deze studie kijken we naar markten voor grondstoffen. Daarbij focussen we op niet-hernieuwbare grondstoffen. Dit zijn grondstoffen zoals fosfaat of koper waarvan hoeveelheid van de primaire grondstof gegeven is op de menselijke tijdschaal. Recycling is vaak wel mogelijk en relevant; dan spreken we van een secundaire grondstof. Mogelijke substituten voor niet-hernieuwbare grondstoffen zijn ook relevant om na te gaan welke opties er zijn om de leveringszekerheid te vergroten. We kijken alleen naar hernieuwbare grondstoffen als die een substituut zijn voor een niet-hernieuwbare grondstof. Zo kan bijvoorbeeld niet alleen olie

dienen als input voor plastic, maar ook biologische en hernieuwbare bronnen, zoals maïs, rietsuiker, tarwe of aardappelen. (zie Verrips et al., 2017)

Tot niet-hernieuwbare grondstoffen behoren ook fossiele energiedragers zoals olie, kolen en gas. Omdat ons onderzoek zich niet richt op klimaatproblemen en de energietransitie, vallen de fossiele energiedragers slechts ten dele binnen het onderzoek. Deze behoren tot het onderzoek als ze gebruikt worden als niet-energie input om een andere stof te maken, zoals het bovengenoemde voorbeeld van olie als grondstof voor plastic. Via externe effecten bij de winning en opwerking van andere niet-hernieuwbare grondstoffen spelen energiedragers ook een rol. Het winnen en opwerken van grondstoffen vergt vaak veel energie. Als dit energiegebruik milieuschade met zich mee brengt, moet het een rol spelen in de analyse. Anders kan niet worden vastgesteld of het niveau van grondstoffenwinning en –verwerking maatschappelijk optimaal is.

Voordat grondstoffen als onderdeel van een eindproduct bij de gebruiker belanden doorlopen ze eerst de fasen van winning en verwerking. Na het winnen van ruwe grondstoffen worden deze in een volgende fase verwerkt tot materialen, halffabrikaten en eindproducten. De fasen kunnen verspreid zijn over meerdere landen en bedrijven, maar er kan ook sprake zijn van (een zekere mate van) verticale integratie. In dit onderzoek richten we ons vooral op de fasen van winning van grondstoffen en de verwerking tot materialen. We kijken dus naar markten voor grondstoffen en materialen. Als we ons zouden beperken tot de markten voor ruwe grondstoffen geeft dit onvoldoende inzicht in vragen over uitputting, leveringszekerheid en milieuschade.

1.3 Onderzoeksvragen en onderzoeksopzet

Deze studie kent drie belangrijke onderzoeksvragen:

1. Hoe werken de grondstoffenmarkten en wat zijn de belangrijkste marktfalens en overheidsfalens?
2. Wat betekenen marktwerking, marktfalens en overheidsfalens voor de problematiek van grondstoffenuitputting en lange termijn leveringszekerheid?
3. Wat zegt een welvaartseconomische analyse over beleidsopties?
    - Waar zou overheidsingrijpen nuttig zijn en welk niveau overheid zou dat moeten zijn (subsidiariteit)?
    - Welke beleidsopties zijn er en waar grijpen die aan?

De aanpak bestaat uit literatuuronderzoek en twee uitgebreide casestudies (fosfaat en bauxiet). Daarnaast worden ontwikkelingen rond zeldzame aardmetalen als illustratie gebruikt.

Zeldzame aardmetalen

Zeldzame aardmetalen hebben unieke eigenschappen die er toe leiden dat ze o.a. gebruikt worden in legeringen, accu's, katalysatoren, magneten, verlichting en polijstmiddelen (USGS, 2018). Producten waar zeldzame aardmetalen in worden gebruikt zijn bijvoorbeeld smartphones, computer harddisks, accu's voor hybride elektrische auto's en windmolens. Producten bevatten gewoonlijk maar een zeer geringe hoeveelheid van zeldzame aardmetalen, maar deze geringe hoeveelheden zijn wel belangrijk voor het functioneren en de kwaliteit van een product. Volgens Tukker (2014) leidt het gebruik van alternatieve materialen meestal tot een lagere productkwaliteit.

Zeldzame aardmetalen zijn een voorbeeld van stoffen waar de import in Nederland afhankelijk is van een beperkt aantal landen buiten Europa. In 2015 nam China 81% van de wereldproductie van zeldzame aardmetalen voor zijn rekening (USGS, 2018). Australië was de tweede producent met een aandeel van 9%. In eerdere jaren was het aandeel van China in de wereldproductie nog hoger (90% in 2011). Het marktaandeel van China kon heel hoog waren door de lage prijzen die gerelateerd waren aan het feit dat milieuschade niet of nauwelijks van invloed was op de prijs in China (Schlinkert en Van den Boogaart, 2015). In de VS, die eerder een grote aanbieder was, speelde milieuregulering een grotere rol. De totale import van goederen die zeldzame aardmetalen bevatten, besloeg bijna 12% van de Nederlandse import in waarde in 2009 volgens Tukker (2014).

1.4 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 komen marktfalens op grondstoffenmarkten aan de orde. Hoofdstuk 3 gaat over de welvaart in andere landen en de verdeling van grondstoffen over generaties. In hoofdstuk 4 worden beleidsopties besproken om marktfalens tegen te gaan.

In een aantal bijlagen geven we achtergrondinformatie die van belang is voor een goed begrip van grondstoffenmarkten. In bijlage A gaan we in op de rol van grondstoffen in de Nederlandse economie. In Bijlage B beschrijven we het welvaartseconomische begrippenkader waarmee wij grondstoffenmarkten bestuderen. Daarna bespreken we hoe een analyse van kritieke materialen in grote lijnen werkt en wat dergelijke analyses voor Europa en voor Nederland hebben opgeleverd. In Bijlage C beschrijven we hoe een goed werkende markt voor niet-hernieuwbare grondstoffen functioneert. Bijlage D gaat ten slotte in op de zogenaamde 'Pollution haven hypothesis'.

2 Marktfalens op grondstoffenmarkten

In dit hoofdstuk bespreken we marktfalens op grondstoffenmarkten, om te beginnen een aantal afzonderlijke marktfalens. In de laatste paragraaf komt de interactie tussen de verschillende marktfalens aan bod.

Markten voor niet-hernieuwbare grondstoffen kunnen worden bestudeerd met het theoretisch model van Hotelling (1931), zie Bijlage C. Dit model laat - met behulp van vereenvoudigende veronderstellingen - zien hoe bedrijven beslissingen rond grondstoffenwinning optimaliseren over de tijd. Een hoofdles uit het model van Hotelling is dat de eigenaar van niet-hernieuwbare grondstoffen er zelf belang bij heeft om efficiënt met die grondstoffen om te gaan. Zolang de eigendomsrechten maar goed zijn gedefinieerd, leidt het feit dat er een eindige voorraad is van

niet-hernieuwbare grondstoffen op zich zelf niet tot een marktfalen. Bij schaarste kan het prijsmechanisme signalen geven en op die manier aanpassingsmechanismen in gang zetten. Het stijgen van de prijs zal gebruikers aanzetten om hun gedrag aan te passen, bijvoorbeeld zuiniger met de stof omgaan of gaan zoeken naar substituten. Het door de eigenaar gekozen pad is ook maatschappelijk optimaal is als er verder geen marktimperfecties zijn en de discontovoet van de bedrijven niet afwijkt van de maatschappelijke discontovoet.

In het model van Hotelling gingen we uit van goed werkende markten. Echter, op de grondstoffenmarkten treden belangrijke marktfalens op, waaronder de aanwezigheid van uitgebreide niet-beprijsde milieuschade. Daarnaast spelen marktmacht, geopolitiek, onzekere eigendomsrechten en een te laag tempo voor groene innovatie een rol.

2.1 Milieuschade

Deze paragraaf gaat in op de milieuschade die ontstaat door de winning en opwerking van grondstoffen. Eerst laten we zien hoe dit type marktfalen ontstaat. Hierna gaan we in op waar de milieuschade optreedt en hoe het niveau van milieuvervuiling kan afhangen van beleid.

2.1.1 Wat zijn milieu-externaliteiten?

Milieu-externaliteiten zijn niet-gecompenseerde milieukosten of -schades die voortvloeien uit economische activiteiten. De winning en opwerking van grondstoffen gaan namelijk vaak gepaard met negatieve effecten op het milieu, zoals vervuiling. Die effecten worden niet doorberekend in de prijs van de grondstoffen.

Een bedrijf maakt kosten om een goed te produceren. Bij grondstoffenwinning en –opwerking gaat het om bijvoorbeeld naast loonkosten om de kosten van een mijnvergunning en van apparatuur en machines. Naast de private productiekosten ontstaan echter ook kosten voor het milieu door vervuiling.

Zonder enig beleidsingrijpen hoeft een bedrijf niet voor die milieuschade te betalen. Vraag en aanbod naar een product bepalen het marktevenwicht. De prijs die daarbij hoort, weerspiegelt alleen de private kosten van de bedrijven en de bereidheid van de vragers om voor een product te betalen. Maatschappelijk gezien is dit geen ideale uitkomst. Het milieu kan immers vervuild worden zonder dat daar een vergoeding tegenover staat.

Een maatschappelijk optimum[2] wordt bereikt wanneer vervuilende bedrijven de milieuschade die ze veroorzaken, wél internaliseren. Als we de milieuschade in geld kunnen uitdrukken, is het mogelijk om een ‘Pigouviaanse belasting’ in te voeren die gelijk is aan de kosten van vervuiling (Karp, 2017). Producenten hebben dan een prikkel om met maatregelen de milieuschade te beperken. De milieukosten[3] worden meegenomen in de prijs die aanbieders vragen, met andere woorden de milieuschade is ‘geïnternaliseerd’. De prijs voor het product (grondstoffen) zal toenemen om de extra kosten te dekken. De totale productie en de vervuiling nemen af.

[2] In de praktijk is het overigens lastig om het maatschappelijke optimum vast te stellen.
[3] Vaak neemt in de praktijk de milieuschade toe naarmate er meer van een grondstof wordt gewonnen. Dan komen winningslocaties in beeld waar de winning kostbaarder is en/of met hogere milieukosten gepaard gaat.

Voor een optimale aanpassing moet de milieubelasting zo direct mogelijk aansluiten bij de schade. Dit geeft producenten een optimale prikkel om de schade te verminderen (zie hoofdstuk 4 over beleid).

2.1.2 Overzicht van milieuschades

Milieuvervuiling door de winning en opwerking van grondstoffen kan op verschillende manieren ontstaan. In de directe omgeving van een mijn of andere winnings- of opwerkingslocatie kan schade ontstaan aan de bodem en het ecosysteem. Verder is er kans op grondwaterverontreiniging. Dit kan gebeuren als de gewonnen grondstof zelf in contact komt met grondwater, maar ook door chemicaliën die worden gebruikt in het winningsproces of het lozen van afvalstoffen in water. Lokaal kan luchtvervuiling optreden, maar luchtvervuiling kan zich ook verder verspreiden. Verder kan het winnings- en opwerkingsproces bijdragen aan de klimaatopwarming. Bauxiet wordt bijvoorbeeld verwerkt tot aluminium, ijzererts tot staal. Afval ontstaat in de vorm van reststoffen, warmte en verontreinigde lucht die elk op hun eigen manier schade veroorzaken wanneer ze in het milieu terechtkomen.

Vollebergh et al. (2017) hebben de milieuschade van grondstoffen en materialen zoveel mogelijk in beeld gebracht over de hele keten van winning, verwerking, gebruik en afval. Daarbij kon niet alle schade in beeld worden gebracht. Lokale effecten van grondstoffenwinning ontbreken voor een belangrijk deel. Bij de interpretatie van de resultaten is van belang te bedenken dat de milieuschade mogelijk is gewijzigd in de afgelopen 10 jaar. [4]

De schade van grondstoffenwinning die in kaart kon worden gebracht, bedraagt mondiaal ongeveer 400 mld euro (zie figuur 4.2 van Vollebergh et al., 2017). In Nederland zelf vindt maar weinig winning van niet-hernieuwbare grondstoffen plaats. De schade door grondstoffenwinning in Nederland is dan ook beperkt, als we afzien van aardgas. Wel heeft natuurlijk een deel van de mondiale milieuschade door grondstoffenwinning te maken met het gebruik van grondstoffen, materialen en eindproducten in Nederland.

Tabel 2.1 geeft de waarde van milieuschade (afgezien van lokale effecten van verontreiniging aan bijvoorbeeld de bodem) die waar dan ook ter wereld ontstaat voor enkele materialen en producten die in Nederland geproduceerd worden. Het kan dus bijvoorbeeld gaan om een combinatie van de milieuschade van de winning van ijzererts elders en het opwerken naar staal in Nederland. Verder laat de tabel ook de productiewaarde zien voor de betreffende sectoren (Vollebergh et al., 2017).

[4] De berekeningen zijn gemaakt op basis van het Regionaal Input-Output-model Exiobase met gegevens over de hoeveelheid milieuschade uit 2007. Daarbij is gebruik gemaakt van recente milieuprijzen voor de prijs per hoeveelheid vervuiling (CE Delft, 2017).Het PBL maakt momenteel nieuwe berekeningen voor een recenter jaar (2015) van de milieuschade die in Nederland optreedt. Daarbij gaat het niet om een ketenanalyse, waardoor de resultaten niet direct vergelijkbaar zijn met die uit Vollebergh et al. (2017). Het is mogelijk dat de milieuschade tussen 2007 en 2015 is gedaald door inspanningen om schoner te produceren.

Tabel 2.1 **Mondiale milieuschade en productiewaarde in Nederland geproduceerde materialen (mln euro 2015)**

	Klimaat-verande-ring	Luchtverontreini-ging (emissie-plafond)	Luchtveront-reiniging (overig)	Fosfor en stikstof naar water	Totale schade	Productie-waarde
IJzer en staal	693	139	145	0,1	977	726
Aluminium	157	245	13	0,5	415	1.807
Lood, zink, tin	68	60	73	0,3	201	1.412
Koperproducten	75	97	205	0,5	378	2.680
Edelmetalen	25	31	1,6	0,1	58	441
Overige non-ferrometalen	104	122	10	0,6	236	2.174
Glas	42	43	2	0,2	87	474
Bakstenen en tegels	54	756	4	0,3	134	834
Cement	367	333	23	1,4	724	5.509
Nafta	539	295	13	0,6	848	2.920
Basis plastics	3.615	3.396	166	35	7.211	44.417
Overige chemie	944	3198	318	5	4.464	6.727
Bitumen	10	5	0,2	0	15	53
Fosfor	14	22	0,8	0,1	37	204
Stikstof	283	138	0,6	0	422	101
Secundaire ruwe materialen	44	39	8	0.7	92	701

Bron: Vollebergh et al. (2017).

Het produceren van een aantal materialen gaat gepaard met forse milieuschade. De waarde van de mondiale milieuschade van in Nederland geproduceerde materialen is in absolute zin het grootst bij de basisplastics en de overige chemische producten en materialen met respectievelijk 7,2 mld euro en 4,5 mld euro. Dit heeft te maken met de omvang van deze sectoren in Nederland, maar de schade is ook aanzienlijk in relatie tot de productiewaarde in Nederland: 66 procent voor overige chemische producten en 16 procent voor de basisplastics. Bij basisplastics vindt de milieuschade vooral buiten Nederland plaats, bij de overige chemische producten en materialen vooral in Nederland (vooral schade door klimaatverandering en luchtverontreiniging). Binnen Nederland is de milieuschade van de overige chemische producten 3,8 mld euro (niet in de tabel).

De mondiale schade ten opzichte van de productiewaarde is het hoogst bij de productie van stikstof, ijzer en staal. Voor de productie van stikstof geldt zelfs dat de schade door luchtverontreiniging alleen al hoger uitviel dan de productiewaarde van die stof. Dit betekent dat deze productie meer kostte dan dat het opleverde. De reden dat productie toch plaats kon vinden, is dat de milieuschade niet (volledig) werd ‘geïnternaliseerd’ door producenten.

De milieuschade van in Nederland gewonnen niet-fossiele grondstoffen is relatief beperkt met ongeveer 100 mln euro. Bij de winning van zand, klei en grind gaat het om 13 procent van de productiewaarde (Vollebergh et al., 2017).

Naast deze sectoren bestaan wereldwijd tal van voorbeelden van milieuvervuiling (zie ook onderstaande box). Een voorbeeld van grondwaterverontreiniging zien we in de fosfaatindustrie. Fosfaatgesteenten bevatten onder andere cadmium, chroom, koper, nikkel en lood die al in kleine hoeveelheden vervuilend kunnen zijn voor grondwater. Het opwerken van het mineraal galeniet, een erts dat gebruikt wordt om lood en zilver uit te raffineren, gaat

gepaard met de uitstoot van lood dat bij inademing gezondheidsschade oplevert en dat een negatieve invloed heeft op de groei en het voortplanten van planten en dieren.

Milieuschade zeldzame aardmetalen

Zonder strikte milieumaatregelen om de schade te beperken, ontstaat er veel milieuschade bij het mijnen van ertsen van zeldzame aardmetalen en de verdere verwerkingsstappen. In China, waar de milieuregels zeker in het verleden niet streng waren, richt winning van zeldzame aardmetalen dan ook grote milieuschade aan.

Schreiber et al. (2016) analyseren de milieuschade van de Bayan Obo-mijn in China voor de productie van neodymium en dysprosium met een life cycle impact analyse. De Bayan Obo is goed voor meer dan de helft van de wereldproductie van zeldzame aardmetalen (USGS, 2018). Bij de productie wordt onder andere gebruik gemaakt van zwavelzuur, zoutzuur en ongebluste kalk. In Baotou, waar de ertsen worden bewerkt, blijft schadelijk afval over ('tailings' en 'sludge') dat in een zogeheten 'tailing pond' wordt opgeslagen, een 50-jaar oud groot meer. Volgens Huang et al. (2014) zijn de landbouwgrond en waterbronnen in de omgeving ernstig vervuild en zijn verschillende dorpjes verplaatst. In de omgeving is een verhoogde radioactieve straling gemeten. Jonge maisplantjes bleken genetisch beschadigd te zijn door het grondwater. Er bestaan zorgen voor radioactieve vervuiling van de Gele Rivier, de voornaamste bron van drinkwater voor ongeveer 150 miljoen mensen.

Schreiber et al. (2016) drukken de milieuschade van winning van neodymium en dysprosium bij Bayan Obo uit in persoonequivalenten voor de wereld; de schade die een gemiddeld persoon op de wereld in een jaar veroorzaakt. De productie van een kilo dysprosium in Bayan Obo levert een schade op van 3,5 persoonequivalenten. De auteurs berekenen ook welke schade de productie van een kilo dysprosium bij mogelijk toekomstige mijnbouw in Zweden (Norra Kärr) zou opleveren. Daar zou de schade veel lager uitvallen met ongeveer ¾ persoonequivalenten. Het verschil heeft vooral te maken met strengere milieuregels in Zweden, maar ook de samenstelling van ertsen verschilt. De auteurs verwachten dat productie in Europa hogere kosten met zich mee zal brengen door de strengere milieuwetgeving.

De milieuschade door een bepaalde hoeveelheid emissies van schadelijke stoffen hoeft niet constant te zijn. Bij stijgende emissies kan de schade progressief toenemen. Het concept van 'planetary boundaries' gaat hier op in (Rockström et al., 2009).

2.1.3 Belang nationale regelgeving

Lokale regelgeving bepaalt voor een belangrijk deel de mate van vervuiling die optreedt bij grondstofwinning en opwerking. Veel grondstoffen worden buiten Europa gewonnen. Lokale milieuwetten bepalen hoeveel van de vrijkomende schadelijke stoffen de exploitant moet opvangen en opruimen. De milieuschade wordt dus niet alleen bepaald door het soort grondstof, maar ook door de manier van winnen en de maatregelen die worden genomen om het milieu te beschermen. Daarmee bestaan er ook grote verschillen in milieubelasting tussen landen.

Naast de lokale vervuiling treedt milieuschade ook op andere niveaus op. Broeikasgassen zoals CO_2 vormen een mondiaal probleem. Fijnstof (pm10), stikstofoxiden (NO_x), en zwaveldioxide (SO_2) nemen een tussenpositie in: deze waaien met de wind ook naar andere landen.

Tabel 2.2 illustreert hoe groot de verschillen in milieuvervuiling kunnen zijn bij het ontginnen en opwerken van hetzelfde product, namelijk koper.

Tabel 2.2 **Uitstoot van vervuilende stoffen voor vier verschillende projecten voor het ontginnen en opwerken van koper**

Project	Tonnen per jaar				Kilogram per ton koper		
	Koper	SO_2	Pm_{10}	Arsenicum	SO_2	Pm_{10}	Arsenicum
Project 1	893.952	101.199	524	498	115	0,6	0,6
Project 2	386.639	184.094	1.263	332	491	1,1	0,9
Project 3	175.216	1.988	976	0,5	13	5,3	0,003
Project 4	71.967	84.543	1.234	498	1.221	17	6,8

Bewerkt van: Van der Voet et al., 2013.

De vier projecten omvatten het winnen en het opwerken van de koperertsen tot het gesmolten en gezuiverde koper zoals het op de markt komt, klaar voor toepassing in de industrie. De projecten bevinden zich in Australië en Chili en verschillen duidelijk van elkaar in uitstoot van zwaveldioxide, fijn stof en arsenicum. In project 3 (Zuid-Australië) wordt zwaveldioxide opgevangen voor de productie van zwavelzuur. De winning van de ertsen speelt overigens maar een kleine rol in de milieuvervuiling bij het totale opwerkingsproces van koper. Het raffinage- en smeltproces zijn het meest vervuilend en daar valt dus met milieumanagement het meeste te halen (Van der Voet et al., 2013).

2.1.4 Voorbeelden uit de praktijk

Zeldzame aardmetalen in Maleisië

In westelijk Australië worden zeldzame aardmetalen gewonnen. Vaak worden ze in combinatie met elkaar of met andere mineralen in ertsen gevonden. De metalen die in Australië worden gewonnen, worden echter in een ander land verwerkt tot bruikbare producten. Dat gebeurt in een raffinaderij van het Australische mijnbouwbedrijf in de Maleisische staat Pahang. Het bouwen van die raffinaderij in 2012 ging echter niet zonder slag of stoot.

De ertsen uit Australië zijn namelijk radioactief en de lokale bevolking is bang voor radioactieve besmetting. Reden is een raffinaderij in Maleisië die in 1992 is gesloten na protesten en claims dat deze aangeboren afwijkingen en leukemie veroorzaakt onder de lokale bevolking. The Guardian (2012) meldde dat het desbetreffende Australische bedrijf geen langetermijnplannen had voor de opslag van het radioactieve afval. Ook ontbrak een plan voor de veilige afbraak van de fabriek voor wanneer deze uit bedrijf zou worden genomen.

Dit Australische bedrijf voert het vervuilende raffinageproces uit in Maleisië vanwege de soepeler regelgeving aldaar. Door de strenge milieueisen en normen in Australië worden de kosten dusdanig hoog dat het aantrekkelijker wordt om dit vervuilende deel van het opwerkingsproces naar Maleisië te verplaatsen. De strenge milieuregels in Australië leiden hier dus vooral tot een verplaatsing van de vervuiling naar het buitenland in plaats van tot minder milieuvervuiling.

Goudwinning in Suriname

Een belangrijke vervuiling die samenhangt met goudwinning in Suriname is kwik dat in het water terechtkomt. Kwik wordt bij kleinschalige goudwinning gebruikt om de gouddeeltjes te scheiden van andere bodemdeeltjes. Kwikdamp is schadelijk voor de gezondheid. Daarnaast is kwik in (grond)water gevaarlijk, omdat het via het water in gewassen en dieren (vis) terecht

kan komen. De mijnbouwwetgeving in Suriname stamt uit 1986 en kent geen milieuvoorschriften.[5]

Kleinschalige goudwinning heeft ook andere invloeden op het water. Door het omwoelen van rivierbeddingen, maar ook door modderstromen uit de mijnen, vertroebelt het rivierwater met gevolgen voor de benedenstroomse dorpjes. Het troebele benedenstrooms water van een goudmijn is niet meer geschikt als drink-, bad- of kookwater. Daarnaast is vertroebeling door minder zuurstof slecht voor de visstand en daarmee het voedsel. Dit illustreert dat milieuschade niet alleen bestaat uit het toevoegen van schadelijke stoffen aan het milieu. Ecosystemen kunnen ook op andere wijze verstoord worden.

De strenge wetgeving in Australië zorgt er dus voor dat bedrijven een deel van hun productieproces verplaatsen, waardoor elders milieuschade ontstaat. Australië kan deze onbedoelde effecten mitigeren door bepaalde eisen te stellen aan de producten die ze importeren, bijvoorbeeld aan productieomstandigheden. Het gebrek aan milieuwetgeving in Suriname zorgt in dat land zelf voor een maatschappelijk niet optimale situatie. Dit maakt duidelijk dat zowel de aanwezigheid van milieuwetgeving (zonder rekening te houden met het buitenland) als ook de afwezigheid van milieuwetgeving ongewenste gevolgen kan hebben.

2.2 Marktmacht, geopolitiek en strategisch gedrag

Het Hotelling-model laat zien dat de markt voor niet-hernieuwbare grondstoffen onder een aantal voorwaarden een uitkomst oplevert die niet alleen economisch efficiënt, maar ook sociaal optimaal is. Een van deze voorwaarden betreft volledige concurrentie op de grondstoffenmarkt. Voor veel grondstoffen is de markt in de praktijk niet perfect concurrerend. Marktmacht kan worden uitgeoefend door zowel landen als bedrijven.

Voorraden die met de huidige technologie op een rendabele manier gewonnen kunnen worden, zijn in een aantal gevallen sterk in een paar landen geconcentreerd. Binnen die landen kan sprake zijn van een beperkt aantal bedrijven dat geheel of grotendeels in overheidshanden is. Daarnaast biedt onzekerheid rondom de exacte voorraad van een grondstof ruimte voor strategisch gedrag door aanbieders van grondstoffen. Tegelijkertijd kunnen ook afnemers van grondstoffen druk uitoefenen door de ontwikkeling van alternatieven. Deze paragraaf geeft vanuit welvaartseconomisch perspectief eerst inzicht in de rol van marktmacht, onzekere informatie en strategisch gedrag op de markt voor grondstoffen. Vervolgens wordt ingegaan op de rol van geopolitieke overwegingen door landen, onzekerheid over eigendomsrechten en de gevolgen hiervan voor marktuitkomsten en de leveringszekerheid van grondstoffen.

Uitoefening van marktmacht door bedrijven

Indien er in een grondstofmarkt slechts één enkele aanbieder is, dan kan de monopolist de prijs van een grondstof beïnvloeden door het aanbod te beperken en zodoende kunstmatig schaarste te creëren (Karp, 2017). De mate waarin een monopolist hiertoe in staat is, hangt af van de prijsgevoeligheid van de vraag onder afnemers. Hoe prijsongevoeliger de vraag (bijvoorbeeld

[5] In 2016 heeft Suriname besloten een Commissie te installeren die met een nieuwe mijnbouwwet moeten komen. Importerende partijen zouden druk kunnen uitoefenen om het winningsproces milieuvriendelijker te maken.

door afwezigheid van alternatieven), hoe meer de monopolist zijn marktmacht kan uitoefenen. De monopolist vergroot de schaarste dan door de voorraad minder uit te breiden dan sociaal optimaal is. Een monopolist zal de winning van een grondstof echter ook weer niet te lang willen laten duren, omdat de kans bestaat dat de grondstof waardeloos wordt door de ontdekking en introductie van een alternatief. Anderzijds, door in een langzamer tempo een grondstof aan te bieden, vermindert een monopolist de prikkel van afnemers om dat alternatief te ontwikkelen. Er is dan immers nog relatief veel van de grondstof aanwezig, waardoor de toekomstige tekorten als minder nijpend worden ervaren.[6]

Chakravorty en Liski (2013) concluderen dat een monopolist onder redelijke veronderstellingen een hogere prijs rekent voor een niet-hernieuwbare grondstof dan bij volkomen concurrentie, in ieder geval in het eerste deel van het winningspad. Dit betekent dat de winning langzamer verloopt en het langer duurt voor de overstap op een backstop plaats vindt. Het monopolie veroorzaakt een welvaartsverlies omdat het consumptiepatroon over de tijd niet meer optimaal is: door de hogere prijs in de eerste periode wordt er dan minder geconsumeerd dan maatschappelijk optimaal is.

Informatieasymmetrie en onzekerheid

Naast marktmacht kan ook onzekerheid over de precieze omvang van een grondstofvoorraad leiden tot strategisch gedrag door aanbieders: informatieasymmetrie (Liski en Montero, 2011; Gaudet en Lasserre, 2015; Gerlagh en Liski, 2014). Als de omvang van een voorraad geen openbare informatie is, dan willen aanbieders het idee geven dat er nog veel van een grondstof beschikbaar is. Dit verlaagt onder afnemers van die grondstof namelijk de noodzaak om een alternatief te ontwikkelen. Bovendien hebben aanbieders er belang bij om niet-publieke informatie over een toekomstig tekort aan een grondstof zo laat mogelijk bekend te maken, zodat ze via hogere prijzen gebruik kunnen maken van het onvermogen onder afnemers om hun vraag op korte termijn aan te passen.

Stel dat de eigenaar van de mijn weet hoe groot de voorraden zijn en de consument weet dat niet (Kronenberg, 2008). De consument heeft wel de mogelijkheid om tijd en moeite te besteden om een backstop technologie te ontwikkelen. De eigenaar heeft er dan belang bij om de voorraad groter voor te stellen dan die is, zodat de consument voorlopig niet aan de ontwikkeling van zijn backstoptechnologie begint. Om dat geloofwaardig te maken, wordt er meer gewonnen dan optimaal zou zijn gezien de werkelijke voorraad. Omgekeerd kan de consument ook proberen om de eigenaar te beïnvloeden door aan te geven dat de backstop technologie er snel aan zit te komen. De eigenaar zal dan verwachten dat zijn grondstof minder waard wordt en snel een grote hoeveelheid verkopen tegen een lage prijs.

Vanuit welvaartseconomisch perspectief kan worden geconcludeerd dat bij een monopolie op een grondstofmarkt doorgaans het winnings- of distributietempo te conservatief is, de prijs van een grondstof suboptimaal en dat de ontwikkeling van alternatieven vertraging ondervindt (mits er zich tegelijkertijd geen andere marktfalens voordoen; zie paragraaf 2.4). Dezelfde conclusies gaan - zij het in mildere vorm - op als sprake is van een beperkt aantal aanbieders. Ook onzekere informatie leidt vaak tot strategisch en welvaartsverlagend gedrag van

[6] Het tegenovergestelde effect in een monopolistische situatie is dat de relatief hoge grondstofprijs een prikkel met zich mee brengt om een alternatief te ontwikkelen. Dit effect is naar verwachting echter kleiner dan de impact die een langzamer winnings- of distributietempo hebben op de ontwikkeling van een alternatief (Michielsen, 2014).

aanbieders met marktmacht. Tot slot is het goed te benadrukken dat de prijsontwikkeling van een grondstof niet alleen afhankelijk is van (een beperking in) het aanbod, maar dat ook de vraag naar een grondstof een belangrijke rol vervult. De weinige empirische studies naar de verhouding tussen vraag- en aanbodfactoren bij prijsfluctuaties van veelgebruikte mineralen suggereren zelfs dat veranderingen in de vraag over de tijd kwantitatief veel belangrijker zijn dan aanbodgerelateerde oorzaken (Stürmer, 2018).[7]

Geopolitieke beïnvloeding door landen en onzekerheid over eigendomsrechten

In voorgaande analyse van marktmacht, onzekere informatie en strategisch gedrag op een grondstoffenmarkt is de rol van geopolitieke overwegingen door landen nog buiten beschouwing gebleven. Conceptueel gezien lijkt er ook geen groot verschil te bestaan tussen het uitoefenen van marktmacht door landen en grote bedrijven, omdat een geopolitiek gemotiveerde beïnvloeding van het grondstoffenaanbod door een land zowel qua doel (eigenbelang) als uitkomst (verlaging van de totale welvaart) vergelijkbaar is met een strategische aanbodoverweging van een bedrijf met marktmacht. Tegelijkertijd blijkt in de praktijk dat geopolitiek en de groeiende bemoeienis van landen met grondstoffenwinning serieuze gevolgen hebben voor marktuitkomsten en zorgen met zich meebrengen rondom de leveringszekerheid van grondstoffen.

De laatste jaren is het belang en de invloed van marktmacht en geopolitiek gegroeid, wat te zien is aan de sterke stijging van het aantal exportrestricties (Vidal-Legaz et al., 2016). Zo geldt voor sommige - met name kritieke - grondstoffen dat landen steeds meer invloed uitoefenen via regelgeving, belastingen, royalties en vaak ook simpelweg via eigendom. In een dergelijke omgeving raakt het handelingsperspectief van bedrijven actief in grondstoffenwinning vermengd met en beperkt door andere economische en politieke belangen van landen. Daarmee worden grondstoffen een strategisch middel om de internationale positie van landen te behouden dan wel te verstevigen.

Dit mechanisme wordt versterkt doordat grondstoffen zich in veel gevallen concentreren in slechts een beperkt aantal landen zoals fosfaat voor de productie van kunstmest (ongeveer driekwart van de wereldwijde voorraad bevindt zich in Marokko en de Westelijke Sahara). Een ander voorbeeld is de geconcentreerde productie van enkele zeldzame aardmetalen in China (ruim een derde van de wereldreserves bevindt zich in China volgens USGS, 2018) en zijn exportbeperkingen (zie onderstaande box). Empirisch bewijs doet echter vermoeden dat het vermogen van China om deze markt langdurig te beïnvloeden ook weer niet overschat moet worden en dat het door de toetreding van nieuwe aanbieders en opening van nieuwe mijnen buiten China mogelijk slechts gaat om een tijdelijk fenomeen (Pothen, 2014).

[7] Naar de prijsontwikkeling van olie en gas zijn in het verleden al meer empirische studies uitgevoerd die deze bevinding ondersteunen (zie bijvoorbeeld Kilian, 2016).

Chinese exportrestricties voor zeldzame aardmetalen en de Mountain Pass mijn

In de periode 2008-2011 scherpte China exportrestricties voor zeldzame aardmetalen aan. In 2008 daalden de totale exportquota met 18 procent en in 2010 en 2011 nog eens met respectievelijk 47 en 33 procent vergeleken met het voorgaande jaar (Fernandez, 2017). In 2007 werd een exportbelasting ingevoerd op een aantal zeldzame aarden en hun oxiden die in 2008 werd verhoogd (Tse, 2011). Volgens sommigen wilde China zijn marktmacht gebruiken om hun eigen economie te ontwikkelen. Daarnaast wordt genoemd dat de export van zeldzame aarden als een politiek instrument werd gebruikt (Schlinkert en Van den Boogaart, 2015). Zo zou er in 2010 sprake zijn geweest van een officieus embargo op export naar Japan in een periode dat de relaties met Japan gespannen waren door onenigheid over de aanhouding van de kapitein van een Chinese boot nabij betwiste eilanden (Bradsher, 2010).De Chinese autoriteiten gaven zelf aan dat de exportrestricties waren bedoeld om het milieu te beschermen.

De aanscherping van de exportrestricties en de resulterende prijsschok leidden naast toenemende exploratie ook tot een geschil bij de Wereldhandelsorganisatie (WTO), waar China uiteindelijk in het ongelijk werd gesteld. Volgens de WTO-regels is bescherming van het milieu een gerechtvaardigde reden voor handelsbeperkingen, maar dan moeten wel binnenlandse en buitenlandse bedrijven gelijk worden behandeld wat betreft toegang tot de gemijnde stoffen. Dat was volgens de WTO hier niet het geval.

Na een scherpe piek in 2011 begonnen de prijzen van zeldzame aardemetalen weer te dalen tot in 2015 de prijzen van weer ongeveer op het niveau van voor de prijspiek lagen (Fernandez, 2017).

Voordat China een dominante positie verwierf op de markt voor zeldzame aardmetalen, was de Mountain Pass mijn in Californië de belangrijkste leverancier van zeldzame aardmetalen. Deze had echter te kampen met milieuproblemen en kon uiteindelijk niet op tegen de goedkope productie uit China, waar de milieuregelgeving veel minder streng was. In 2002 sloot de Mountain Pass mijn. In 2010 ontstonden er plannen om de mijn te heropenen, onder meer vanwege de afhankelijkheid van zeldzame aarden uit China voor Amerikaans defensiematerieel. Er werd een project gestart om 1,25 mld dollar te investeren om moderne faciliteiten te bouwen voor onder andere de verwerking van de ertsen, het recyclen van afvalwater en het opslaan van de ‘tailings’ (zie link). De prijsstijging van zeldzame aardmetalen was echter een tijdelijk verschijnsel. Sommigen geloven zelfs dat China bewust op prijsverlaging heeft aangestuurd om hun marktmacht te beschermen. In 2015 ging de eigenaar van de Mountain Pass Mine failliet. In 2017 werden de mijnrechten gekocht door een consortium waar ook een Chinees bedrijf bij betrokken was.

Een gerelateerd onderwerp betreft de onzekerheid over eigendomsrechten in landen met zwakke instituties, een grote mate van corruptie of een niet-democratisch gekozen overheid (Hotte, 2013). Voorbeelden hiervan zijn China, Saudi-Arabië, Venezuela en sommige Afrikaanse landen. Meestal leidt deze onzekerheid tot een verhoogd winnings- of distributietempo, omdat een grondstofaanbieder het risico loopt dat hij wordt onteigend. In dit verband wordt soms beargumenteerd dat de aanwezigheid van grondstoffen bijdraagt aan conflict en geweld (bijvoorbeeld in Congo), hoewel oorzaak en gevolg hier niet gemakkelijk van elkaar te onderscheiden zijn.

Geopolitieke overwegingen, onzekerheid over eigendomsrechten en strategisch gedrag van landen kunnen dus tot aanzienlijk andere uitkomsten leiden dan de uitkomsten die een regulier werkende grondstoffenmarkt zou opleveren (Harstad en Liski, 2013; Van der Ploeg, 2017). Net als bij de uitoefening van marktmacht door bedrijven manifesteert dit verschil zich in een ander winnings- of distributietempo, een andere prijs van grondstoffen en een andere ontwikkeling van alternatieven. Inzichten vanuit de zogeheten speltheorie kunnen zicht bieden op de precieze gevolgen van geopolitiek voor grondstofmarkten, maar deze gevolgen zijn doorgaans sterk contextafhankelijk. Dit bemoeilijkt het doen van algemene voorspellingen over de impact van geopolitieke beïnvloeding op markten voor grondstoffen. Voor sommige (opnieuw vooral

kritieke) grondstoffen wordt zelfs wel beweerd dat het marktmechanisme volledig afwezig is en dat het niet zozeer meer draait om de vraag hoe duur een grondstof is, maar dat alleen nog van belang is of je als land überhaupt toegang hebt tot een grondstof of niet.

Zorgen rondom de leveringszekerheid van grondstoffen concentreren zich vaak op twee met elkaar samenhangende aandachtspunten. Als eerste betreft dit de vraag of grondstoffen in voldoende mate beschikbaar zijn en in hoeverre we als Nederland afhankelijk zijn van landen waar we politiek of economisch wellicht liever niet van afhankelijk willen zijn. Het tweede punt gaat over de gevolgen die grote prijsschommelingen mogelijk teweeg brengen voor de reële economie. Op een grondstoffenmarkt met voldoende concurrerende aanbieders en afnemers kunnen de huidige en toekomstige risico's van prijswijzigingen in veel gevallen worden afgedekt via financiële instrumenten. Dat ligt anders als bijvoorbeeld sprake is van een beperkte toegang tot grondstoffen of als er te weinig transacties zijn. Dan kan nieuwe informatie, zoals over de nog resterende voorraad, tot grote prijsschommelingen leiden met soms substantiële macro-economische aanpassingskosten tot gevolg.

Ondanks dat geopolitieke beïnvloeding door landen en onzekerheid over eigendomsrechten voor serieuze afwijkingen op een grondstoffenmarkt kunnen zorgen, betekent dit niet automatisch dat deze afwijkingen het marktevenwicht volledig verstoren. Ook met beperkte informatie over een grondstof in bezit van slechts enkele spelers zou al een bijna economisch efficiënte marktuitkomst te krijgen zijn.

Tot slot is het belangrijk op te merken dat technologische ontwikkeling een grote rol kan vervullen bij het oplossen van problemen die gepaard gaan met de uitputting van grondstoffen. Deze technologische ontwikkeling vindt deels autonoom plaats juist als gevolg van het feit dat bepaalde grondstoffen opraken. Als een grondstof immers minder voorradig en dus duurder wordt, dan wordt het voor (nieuwe) bedrijven economisch steeds aantrekkelijker om een alternatief op basis van een andere grondstof te ontwikkelen dan wel op zoek te gaan naar nog onbekende voorraden. Dit zelfsturende mechanisme van marktwerking lijkt ook in een tijd van toenemende bemoeienis van landen met grondstoffenwinning en zorgen rondom de leveringszekerheid nog steeds zeer krachtig.

2.3 Suboptimaal innovatietempo

Technische ontwikkeling kan een belangrijk hulpmiddel zijn in het tegengaan van vervuiling en grondstoffenuitputting. Nieuwe technologie kan bijvoorbeeld leiden tot minder vervuilende winningsmethoden, zuiniger gebruik van grondstoffen of het ontwikkelen van substituten voor grondstoffen die schaarser worden of vervuilend zijn. De ontwikkeling van nieuwe technologie die het milieu helpt, wordt ook wel aangeduid als 'eco-innovatie' (De Jesus et al., 2018).

Verschillende studies laten zien dat het private rendement op innovatie kleiner is dan het sociale rendement, waardoor innovatie te weinig op gang komt (Straathof et al., 2016; Jaffe et al., 2005). Dit heeft om te beginnen te maken met 'kennisspillovers', het verschijnsel dat

innoverende bedrijven zich niet alle opbrengsten van hun inspanningen kunnen toe-eigenen[8]. Een deel van het voordeel komt terecht bij concurrenten en consumenten. Door deze positieve externe effecten is de prikkel om te innoveren te laag. Het kan lang duren voor een nieuwe technologie (zoals zonnecellen) economisch rendabel wordt. Patenten zijn dan mogelijk al verlopen, waardoor de baten van investeringen in onderzoek niet toegeëigend kunnen worden.

Specifiek op de markt voor schone technologie zijn echter nog twee vormen van marktfalen van invloed die interacteren en zo de zaak compliceren (Aalbers et al., 2013; Noailly en Shestalova, 2017). Om te beginnen heeft het marktfalen rond het milieu invloed: vervuilers betalen vaak niet zelf voor de schade die zij aanrichten en hebben daarom te weinig prikkels om in schone technologie te investeren (Jaffe et al., 2005). Verder hebben Acemoglu et al. (2012) betoogd dat padafhankelijkheid bij investeren in technologie een rol speelt. Op dit ogenblik is over 'vieze' technologie meer kennis beschikbaar dan over schone, wat het gemakkelijker maakt om in vieze technologie te innoveren ('building on the shoulders of giants'). De samenloop van verschillende soorten marktfalen maakt waarschijnlijker dat de investeringen in schone technologie (ver) onder het sociale optimum liggen zonder overheidsbeleid (Straathof et al., 2016).

Eco-innovatie kan verder te maken hebben met specifieke financieringsproblemen (OECD, 2011). Omdat het moeilijk kan zijn om het relatieve risico van investeringen in groene groei goed te prijzen, komen ondernemingen in minder ontwikkelde markten minder goed aan redelijk geprijsde financiering. Dit geldt in het bijzonder voor nieuwe toetreders die nog geen 'track record' van successen hebben en niet over interne financiering beschikken. Voor dit type ondernemingen is durfkapitaal heel belangrijk, maar dat beperkt zich vaak het liefst tot projecten met een lagere kapitaalintensiteit en een niet al te lange terugverdientijd. Projecten met een hoog technologierisico en een hoge kapitaalintensiteit zijn daarom lastig te financieren (OECD, 2011).

Ook kunnen er specifieke barrières optreden op de markt voor eco-innovatie (OECD, 2011). Deze hebben te maken met de aanwezigheid van dominante technologieën en systemen, bijvoorbeeld in energie- en transportmarkten. Aan het ontwikkelen van een nieuwe infrastructuur zijn vaak hoge vaste kosten verbonden. Denk bijvoorbeeld aan het opbouwen van een netwerk van laadpalen voor elektrische auto's. De onzekerheid welke technologie uiteindelijk succes zal hebben, compliceert dit probleem. Dit vraagt om een portfolio aanpak (zie CPB, PBL en SCP, 2014).

Als er behoefte is aan radicale innovaties of een grote transitie om maatschappelijke problemen op te lossen, kunnen nog andere soorten problemen zich voordoen, die Weber en Rohracher (2012) aanduiden als 'transformatiesysteemfalens'. Het is zonder verder empirisch onderzoek niet duidelijk hoe belangrijk deze falens in de praktijk zijn.

De 'transformatiesysteemfalens' kunnen te maken hebben met het gebrek aan een gezamenlijke visie op het doel en de richting van het transformatieproces. Ook kan een innovatie niet aansluiten bij de behoeftes van potentiële afnemers. Hieronder valt ook het idee dat de overheid haar inkoopmacht kan inzetten om nieuwe oplossingen te stimuleren ('launching customer'). Soms is sprake van een moeizame afstemming tussen overheden op verschillende schaalniveaus

[8] Ook het systeem van licenties en patenten beschermt hier niet volledig tegen.

of met private organisaties. Dat is een vorm van 'overheidsfalen'. Ten slotte kan er een gebrek zijn aan een goede monitoring, anticipatie en sturing, als er bijvoorbeeld teveel wordt voorgesorteerd op één optie in plaats van een portfoliobenadering.

2.4 Interactie tussen marktfalens

De verschillende marktfalens kunnen elkaar versterken of juist deels compenseren. Bij het formuleren van beleid om martkfalens tegen te gaan, is het belangrijk om hier rekening mee te houden. Het tegengaan van één marktfalen afzonderlijk hoeft dan niet per se tot een hogere welvaart te leiden, maar kan zelfs de maatschappelijke welvaart verlagen (Bennear en Stavins, 2007). Onderstaand bespreken we enkele voorbeelden van een interactie van marktfalens. Er is relatief weinig literatuur over dit onderwerp voorhanden die specifiek betrekking heeft op niet-fossiele niet-hernieuwbare grondstoffen.[9] Acemoglu et al. (2012) ontwikkelen een theoretisch model waarin o.a. een milieu-externaliteit en een kennisexternaliteit voorkomen en waarin ook een niet-hernieuwbare grondstof een rol kan spelen als input.

Milieuschade en te weinig innovatie

In paragraaf 2.3 is al gewezen op een interactie tussen marktfalens: de milieu-externaliteit en de kennis-externaliteit. Het algemene probleem dat prikkels voor innovatie te zwak zijn vanwege de kennisspillovers, wordt versterkt, omdat de innovator niet of te weinig profiteert van een afname van milieuschade. In dit geval geldt dat het tegengaan van de milieu-externaliteit ook een gunstige invloed heeft op de prikkel tot innovatie. Het wordt dus extra de moeite waard om bijvoorbeeld de milieuschade te beprijzen. Dit roept de vraag op of het dan een goed idee zou zijn om een corrigerende belasting hoger te stellen dan op grond van alleen de milieuschade het geval zou zijn. Hoofdstuk 4 over het beleid gaat op dat soort vragen in.

Marktmacht en milieuschade

Paragraaf 2.2 laat zien dat marktmacht als afzonderlijk marktfalen leidt tot een te laag winningstempo vergeleken bij het sociaal optimum, een te hoge prijs voor een groot deel van het tijdpad en vertraging in de ontwikkeling van alternatieven. Marktmacht kan samengaan met andere marktfalens, zoals milieuschade.

Omdat de milieuschade niet in de prijs van het product tot uiting komt, wordt er teveel geproduceerd van het product en teveel vervuild vergeleken bij het sociaal optimum. Marktmacht leidt in eerste instantie vaak tot een lagere productie, een hogere prijs en een trager winningstempo. Marktmacht vermindert op die manier de negatieve effecten op de maatschappelijke welvaart van de milieuschade (Bennear en Stevins, 2007). Dit hoeft niet te betekenen dat marktmacht per saldo een gunstig effect heeft op de maatschappelijke welvaart vergeleken bij concurrentie. Marktmacht kan immers ook negatief uitwerken op de maatschappelijke welvaart door een lager 'consumentensurplus'. Het samengaan van marktmacht en onbeprijsde milieuschade heeft in ieder geval gevolgen voor het optimale beleid. In de praktijk is het belangrijk te weten hoe groot de invloed van marktmacht op de prijs is. Bovendien is voor beleid relevant wat de meest efficiënte manier is om milieuschade te

[9] Fischer en Newell (2008) bespreken beleid om CO2 emissies te beperken en innovatie te bevorderen. Zij komen tot een ranking van instrumenten voor de elektriciteitssector in de VS.

verminderen; dit loopt misschien maar voor een beperkt deel via een lagere productie. Het kan veel belangrijker zijn dat de productietechnologie wordt aangepast (zie Parry, 2013).

Marktmacht kan nog een ander effect hebben op milieuschade. Als sprake is van een grote dominante speler op de markt, zal die speler zelf mogelijk ook met een belangrijk deel van de negatieve effecten worden geconfronteerd. In dat geval wordt het effect van de milieuschade deels weer 'geïnternaliseerd' en zijn er betere prikkels om er iets tegen te doen. Een voorbeeld waar dit mechanisme zou kunnen optreden, is de winning van fosfaat in Marokko. Dit gaat gepaard met lokale milieuvervuiling, onder andere omdat het bij de productie vrijkomende fosforgips schadelijke stoffen bevat (radioactieve materialen en zware metalen). Verder is voor de mijnbouw veel zoet water nodig, wat problematisch kan zijn in een gebied waar water toch al schaars is. Het bedrijf dat zich met fosfaatwinning in Marokko bezighoudt, is in handen van de Marokkaanse overheid (Oxford Business Group, 2016). Dit bedrijf zou in beginsel dus ook het effect van de vervuiling op Marokkaanse burgers in de afweging moeten betrekken.

3 Welvaart elders en later

3.1 Welvaart elders

Veel grondstoffen die Nederland gebruikt, worden in het buitenland gewonnen. De winning en verwerking zorgen daar voor economische activiteit en dragen zo bij aan de welvaart. Echter, niet alle effecten van de aanwezigheid en winning van grondstoffen zijn positief. Auty (1993) bedacht de term 'natural resource curse' voor het verschijnsel dat landen met veel natuurlijke rijkdommen het vaak slechter lijken te doen qua economische groei en ontwikkeling dan landen die geen bodemschatten hebben. De winning van grondstoffen gaat in een aantal gevallen gepaard met schending van mensenrechten en arbeidsrechten, zoals zeer onveilige werksituaties, kinderarbeid, en het financieren van gewapende groepen met de opbrengsten uit grondstoffen.

Door onze vraag naar grondstoffen kunnen we indirect betrokken raken bij dergelijke schendingen van mensenrechten en arbeidsrechten in het buitenland. Wij hebben in Nederland geen directe zeggenschap over omstandigheden in verre landen. Bovendien weten wij niet welke afwegingen mensen daar precies zouden maken, waardoor moeilijk is te bepalen of specifieke maatregelen hun welvaart zouden vergroten. Wel hebben volgens de 'UN Guiding principles on business and human rights' (UN, 2011) zowel staten als bedrijven een verantwoordelijkheid voor het respecteren van mensenrechten (zie link).

Er zijn twee mogelijke routes zijn om negatieve effecten op de welvaart in andere landen tegen te gaan: internationale afspraken maken en de welvaart in het buitenland meewegen bij onze eigen beslissingen in Nederland (zie 3.1). Bij het uitoefenen van de vraag naar grondstoffen is het mogelijk beide routes te combineren. Beleidsopties bij milieuschade in het buitenland bespreken we in sectie 4.3.3.

Schendingen van mensenrechten en arbeidsrechten zijn (deels) tegen te gaan via het afsluiten van convenanten of het hanteren van standaarden of keurmerken. Een voorbeeld van een standaard is het International Conference of the Great Lakes Region (ICGLR) Regional Certification Mechanism voor het winnen, verhandelen en exporteren van of tin, tantaal, wolfraam en goud voor 11 landen uit de Grote Merengebied in Afrika. Regionale exporteurs kunnen hiermee laten zien dat ze voldoen aan internationale standaarden. Overigens kan de aandacht voor maatschappelijk verantwoord inkopen ook onbedoelde neveneffecten hebben. Volgens Fairphone kopen sommige bedrijven de betreffende mineralen helemaal niet meer in deze regio om de administratieve lasten van verantwoording niet te hoeven dragen.[10]

Naast het vrijwillig voldoen aan richtlijnen en standaarden zijn sommige bedrijven in de EU vanaf 2021 verplicht om 'due diligence'(zorgvuldig onderzoek) te doen in de toeleveringsketen van deze conflictmineralen.

3.2 Welvaart later: verdeling tussen generaties

Het belang van de discontovoet

Bij goed werkende markten leiden de principes van het Hotelling-model tot een welvaartseconomische optimale verdeling over de tijd. Dit betekent dat er niet een generatie op vooruit kan gaan, zonder dat een andere er op achteruitgaat. Hoe weten we nu of we latere generaties niet tekort doen bij het gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen? Dat is voor een belangrijk deel een kwestie van de juiste discontovoet kiezen. [11] De hoogte van de discontovoet heeft namelijk een grote invloed op de mate waarin de toekomst meeweegt bij het optimaliseren van de welvaart.

Helemaal niet verdisconteren leidt tot een zeer inefficiënte economie (Aalbers en Huizinga, 2015). Stel dat er een project is dat tot in lengte van jaren 1 euro per jaar oplevert. Bij een discontovoet van 5 procent zou de maatschappij daar maximaal 20 euro voor over hebben. Bij een discontovoet van 0 procent zou de huidige maatschappij in het uiterste geval al zijn middelen moeten aanwenden om dit project mogelijk te maken en zelf dus aan de bedelstaf raken; de contante waarde ervan is immers oneindig. Dit helpt niet bij de afweging tussen alternatieven. Bovendien lijkt het ook niet rechtvaardig: het belang van de huidige generatie telt even goed mee.

Discontovoeten in de praktijk

De werkgroep discontovoet 2015 heeft een advies uitgebracht over de te hanteren discontovoet bij maatschappelijke kosten-baten analyses. [12] Haar inzichten zijn ook van belang bij het nadenken over het optimale winningstempo van niet-hernieuwbare grondstoffen. Deze werkgroep stelt voor om bij de verdeling over generaties (hele lange termijn) een reële risicovrije rente van 0% te hanteren. Voor de totale risicogewogen discontovoet stelt de werkgroep een waarde van 3% voor. Voor niet-substitueerbare natuur gaat de werkgroep uit

[10] 19 maart 2016, Our latest step to integrate conflict-free tungsten: visiting the mine in Rwanda, geraadpleegd op 23 november 2017 (link)
[11] Daarnaast is van belang hoe de sociale welvaartsfunctie er uitziet. Naast utilitarisme zijn er veel andere opties voor de sociale welvaartsfunctie (zie Botzen en Van den Bergh, 2014). Deze andere opties worden veel minder toegepast.
[12] Zie het Rapport werkgroep Discontovoet 2015 (link)

van een relatieve prijsstijging van 1% in de toekomst, waardoor de effectieve discontovoet 2% is.

Prijs moet maatschappelijke kosten weerspiegelen

Ook en juist voor toekomstige generaties is het belangrijk dat de prijs van niet-hernieuwbare grondstoffen de maatschappelijke kosten goed weerspiegelt, inclusief milieuschade etc. Dit maakt het rendabeler om zuinig met grondstoffen om te gaan, alternatieven te zoeken, efficiënte winningstechnologieën te ontwikkelen en te recyclen. Hierdoor daalt de kans op een toekomstige ernstige schaarste van moeilijk misbare grondstoffen.

Hartwick's rule

De regel van Hartwick voor duurzame ontwikkeling stelt in zijn eenvoudigste vorm dat de opbrengsten van uitputbare resources (de schaarstepremie) moeten worden geïnvesteerd in reproduceerbaar kapitaal zoals machines (Hartwick, 1977). Dit zou volgens Hartwick het ethische probleem van intergenerationele verdeling oplossen. We gebruiken nu resources (natuurlijk kapitaal), maar zetten die ook in voor de creatie van menselijk kapitaal (goed opgeleide gezonde mensen), fysiek kapitaal (machines, vastgoed, infrastructuur) en intellectueel kapitaal (kennis). Hartwick's rule vereist een bewuste keuze om de schaarstepremie inderdaad te investeren in andere vormen van kapitaal. De huidige generatie kan er ook voor kiezen om een deel van de schaarstepremie te consumeren (Karp, 2017).

4 Huidig beleid en beleidsopties

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komen beleidsopties aan de orde om de problemen als gevolg van marktfalens tegen te gaan. We besteden vooral aandacht aan marktgeoriënteerde instrumenten[13] en regulering, die een relatief ingrijpende interventie door de overheid met zich mee brengen. Andere instrumenten zoals informatievoorziening en convenanten vergen vaak minder analyse. Deze worden in beperkte mate besproken, bij beleid gericht op het buitenland waar de Nederlandse overheid marktprikkels en regulering niet direct kan inzetten.[14]

De beleidsopties worden niet gedetailleerd uitgewerkt. De circulaire economie kent namelijk een veelheid aan grondstof- en materiaalketens, ieder met hun eigen problemen en uitdagingen. Voor concrete beleidsopties is daarom een specifieke analyse per onderwerp nodig. Er zijn wel algemene principes aan te geven voor het inzetten van instrumenten. In dit hoofdstuk bespreken we een aantal van deze principes.

Om te beginnen gaan we in 4.2 kort in op het huidige (en voorgenomen) beleid. Daarna geven we per belangrijk marktfalen aan welke beleidsopties eventueel te overwegen zijn. Tot slot gaan we in op beleid bij meerdere marktfalens tegelijk.

[13] Bijvoorbeeld belastingen, heffingen, verhandelbare rechten, subsidies, financieringsprogramma's en circulair inkopen door de overheid.
[14] Informatievoorziening, publiekscampagnes, convenanten, doelstellingen en zogeheten 'nudges' (duwtjes in de gewenste richting) beschouwen we als gedragseconomische interventies. Deze interventies komen slechte beperkt aan de orde in dit document. Zie daarvoor Romijn et al (2018) en PBL, CPB en SCP (2018).

4.2 Huidig beleid

Milieuschade die ontstaat bij de verwerking van grondstoffen, wordt op dit ogenblik vooral bestreden met regulering en minder met beprijzen. Marktmacht doet zich vaak buiten de EU voor. Er zijn geen snelle, directe instrumenten om die te bestrijden. Het beleid richt zich meer op het omgaan met de gevolgen van marktmacht en geopolitiek. Innovatiebeleid is vooral algemeen van aard en vrij weinig specifiek gericht op groene innovatie en het probleem van padafhankelijkheid.

4.2.1 Beleid rond grondstoffenuitputting en de circulaire economie

Een deel van het beleid is direct op de kwestie van grondstoffenuitputting gericht. De EU kent sinds 2008 het 'Raw materials initiative' de integrale grondstoffenstrategie van de Europese Commissie (EC, 2008). Dat richt zich op: een rechtvaardig en duurzaam aanbod van grondstoffen vanuit de wereldmarkt; een duurzaam aanbod van grondstoffen binnen de EU; 'resource efficiency' en aanbod van secundaire grondstoffen door recycling.[15] Hierbij wordt gebruik gemaakt van instrumenten als grondstoffendiplomatie en handelsbeleid (zoals geschillenbeslechting bij de Wereldhandelsorganisatie), richtlijnen voor winning van grondstoffen, het financieren van onderzoeksprojecten naar winning en verwerking van grondstoffen, verbetering van de beschikbaarheid van data, ontwikkeling van best practices bij de verwerking van afval, etc.

De EC heeft in 2015 een actieplan gepubliceerd voor het bevorderen van de circulaire economie (EC, 2015). Dit bevat concrete doelstellingen voor percentages recycling van afval en het beperken van storten van afval. De acties die uit dit plan voortkomen worden in de loop van de tijd uitgevoerd (zie link).

Voor Nederland zijn doelstellingen en acties voor de circulaire economie omschreven in 'Nederland circulair in 2050'. Een concrete doelstelling is om in 2030 de helft minder primaire grondstoffen te gebruiken (mineraal, fossiel en metalen). In 2050 moet een zoveel mogelijk circulaire economie tot stand zijn gebracht. De doelstellingen zijn geformuleerd in termen van hoeveelheden grondstoffen. Ze sluiten daarom niet direct aan bij de milieuschade door grondstoffenwinning, -productie en -gebruik die natuurlijk sterk kan verschillen tussen grondstoffen. De doelstellingen zijn verder uitgewerkt in vijf transitie-agenda's voor biomassa en voedsel, de bouw, consumptiegoederen, kunststoffen en de maakindustrie (zie link).

4.2.2 Beleid gericht op de aanpak van milieuschade

Weinig beprijzing bij producenten

Uit Vollebergh et a. (2017) blijkt dat er in Nederland nog veel ruimte is voor het beprijzen van milieuschade bij de producent. In paragraaf 2.1 hebben we gezien dat er in Nederland sprake is van aanzienlijke milieuschade bij de verwerking van grondstoffen tot materialen. In paragraaf 4.3 betogen we dat een krachtige manier om daarmee om te gaan het beprijzen van die schade is bij de veroorzaker ervan. In Nederland is echter nauwelijks sprake van het beprijzen van milieuschade bij de verwerking van grondstoffen -afgezien van energie. Belastingen op niet-energetisch toegepaste grondstoffen, materialen en producten waren er helemaal niet in 2015. De milieubelastingen in Nederland bestaan vrijwel geheel uit accijns op minerale oliën,

[15] Zie link.

belastingen op voertuigen en energiebelasting. Op energie wordt wel veel belasting geheven, maar bedrijven die veel energie gebruiken, worden vaak ontzien.

Veel regelgeving

Regelgeving op het gebied van het milieu is in de praktijk een veelgebruikt instrument. Er bestaat uitgebreide regelgeving voor emissies naar de lucht door bedrijven. Voor de emissie van zogeheten Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS)[16] geldt een minimalisatieverplichting. Voor de zogeheten NEC-stoffen legt EU-regelgeving nationale emissieplafonds (National Emission Ceilings) op.[17] De EU Richtlijn Industriële Emissies formuleert milieueisen voor de grote milieuvervuilende bedrijven. Voor kleine en middelgrote stookinstallaties gelden emissiegrenswaarden voor stikstofoxiden (NOx), zwaveldioxide (SO2) en totaal stof (TSP) (zie link). Verder zijn er internationale afspraken (protocollen van Montreal en Kyoto) en regels om de ozonlaag te beschermen en broeikasgassen terug te dringen. De regels zijn vastgelegd in Europese verordeningen en Nederlandse uitvoeringsbepalingen.

Voor CO2 geldt in de EU een emissiehandelssysteem, dus een marktgeoriënteerd maatregel.[18] Door de lage CO2-prijs als gevolg van het overschot aan rechten vormt dit systeem op dit ogenblik geen harde begrenzing voor het uitstoten van CO2.

4.2.3 Beleid gericht op de aanpak van marktmacht en geopolitiek beleid

Mededingingsbeleid

Voor het omgaan met marktmacht zijn er Europese en Nederlandse mededingingsregels. Bedrijven met marktmacht die grondstoffen winnen, bevinden zich vaak buiten Europa. De Europese mededingingsregels zijn daarom minder relevant.

Informatie vergaren

Het in sectie 4.2.1 genoemde “Raw Materials Initiative” kan mede gezien worden als een beleidsinitiatief om de gevolgen van marktmacht in goede banen te leiden. Dit gebeurt o.a. via het opbouwen en delen van eigen kennis over voorraden binnen de EU, een van de speerpunten van het initiatief.

Diplomatie

Overheden kunnen langs diplomatieke weg proberen om (protectionistische) maatregelen en beperkingen die de handel in grondstoffen kunnen verstoren op te heffen. De Europese Unie bedrijft op verschillende manieren diplomatie om toegang tot grondstoffen te kunnen garanderen. Allereerst zoekt de EU internationale samenwerking op het gebied van grondstoffen met groepen als de G8 en de OECD. Ook voert de EU bilaterale gesprekken met grondstofrijke landen als Rusland en China maar ook met landen met een grote behoefte hebben aan grondstoffen zoals Japan en de VS.

De EU en 54 Afrikaanse landen lanceerden in 2007 de Joint Africa–EU Strategy, die ruwe grondstoffen noemt als een van de prioriteiten. Hieronder valt het formuleren van een

[16] Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) zijn stoffen die gevaarlijk zijn voor mens en milieu. Dit kan zijn omdat ze bijvoorbeeld kankerverwekkend zijn, de voortplanting belemmeren en/of zich in de voedselketen ophopen. Zie link.
[17] Dit zijn onder andere stikstofoxiden, zwaveldioxide en fijnstof.
[18] Sinds 2013 wordt ook de uitstoot van twee andere broeikasgassen meegenomen in het EU ETS, namelijk N2O (lachgas) en PFK’s (perfluorkoolstoffen). Deze emissies worden omgerekend in CO2-emissiewaarden (NEA, 2015).

gezamenlijke visie voor de mijnbouw, productie en handel in ruwe grondstoffen, het delen van geologische informatie en hulp bij het zoeken naar potentiele nieuwe bronnen (zie link).

Handelsbeleid

Door (multilaterale) handelsovereenkomsten te sluiten kan de EU (en daarbinnen Nederland) zorgen voor een efficiëntere grondstoffenhandel zonder verstorende beperkingen en heffingen. Meestal worden deze verdragen op EU-niveau gesloten en vallen grondstoffen binnen een bredere overeenkomst die ook producten omvat.

Wanneer diplomatie en bilaterale gesprekken handelsbeperkingen niet op kunnen heffen kunnen landen naar de Wereldhandelsorganisatie (WTO) stappen om een geschil op het gebied van grondstoffen op te lossen. Een geschil indienen bij de WTO is bijvoorbeeld effectief gebleken voor fosfaat, waar de VS een in 2009 zaak hebben aangespannen tegen China vanwege de exportbeperking van fosfaat. De Europese Unie nam als "Third party" deel aan deze zaak (zie link). In 2013 maakte China aan de WTO bekend dat maatregelen waren genomen om beperkingen op te heffen in overeenstemming met het vonnis. Dat de maatregelen vier jaar na het aanspannen van de zaak werden genomen, laat zien dat de route via de WTO wel veel tijd kan vergen. Over exportquota rond zeldzame aardmetalen is bij de WTO een vergelijkbare zaak gevoerd tussen dezelfde partijen (zie ook de box in paragraaf 2.2). In 2014 was de opheffing van de quota en andere handelsbarrières door China de uitkomst (zie link). Zowel bij fosfaat als bij zeldzame aardmetalen oordeelde de WTO dat China in overtreding was.

4.2.4 Innovatiebeleid

Beleid om marktfalens bij innovatie tegen te gaan bestaat momenteel uit algemene regelingen om innovatie te stimuleren, specifieke subsidies voor energie innovaties en regelingen om diffusie van milieuvriendelijke technieken te stimuleren. De algemene regelingen worden toegelicht in Straathof et al. (2016). Deze lijken vooral algemene marktfalens rond innovatie te adresseren, en niet zozeer direct een achterstand van het ontwikkelen van schone technologie door padafhankelijkheid. De subsidie Hernieuwbare Energie is gericht op innovatieve projecten die leiden tot (additionele) duurzame energieproductie in 2030 en is dus wel direct op duurzaamheid is gericht. Voor het bevorderen van investeren in milieuvriendelijke technieken bestaan de Milieu-investeringsaftrek (MIA) en de Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil). Deze kunnen de vraag naar milieuvriendelijke technologie vergroten en zo indirect de innovatie op dat terrein stimuleren.

4.3 Beleidsopties milieuschade

Om te beginnen beschrijven we de theoretische eigenschappen van de instrumenten belastingen en regulering en complicaties die zich in de praktijk kunnen voordoen. Daarna bespreken we de concrete mogelijkheden voor beleid die Nederland heeft, gezien de internationale dimensie van de milieuproblematiek.

De zogeheten Pigouviaanse belasting (zie hieronder) is een gouden standaard omdat deze het mogelijk maakt om een bepaalde milieuverbetering met zo min mogelijk kosten te bereiken. Echter, in de praktijk kan het heffen van deze belasting soms moeilijk uitvoerbaar zijn of de

uitvoeringskosten zijn hoog. In zulke gevallen is regulering een mogelijk alternatief. Dit geldt ook als duidelijkheid van groot belang is (zoals bij een verbod op zeer schadelijke stoffen).

4.3.1 Marktgeoriënteerde instrumenten

In theorie is beprijzen van de schade optimaal

In een first best wereld (met maar één marktfalen) is duidelijk hoe het beste omgegaan kan worden met onbeprijsde milieuschade: het heffen van een Pigouviaanse belasting op de schade (bv. op emissies). Het heffen van de belasting betekent dat vervuilen niet meer gratis of te goedkoop is, er wordt een correcte prijs aan gehangen. Zo'n belasting is dan gelijk aan de marginale sociale kosten van de vervuiling. [19]

De Pigouviaanse belasting grijpt direct aan op de schade zelf, waardoor de beste prikkels ontstaan om de schade tegen te gaan. Producenten hebben immers verschillende opties om milieuschade te verminderen, zoals met andere inputs werken, het productieproces aanpassen of de schade afvangen. Een milieubelasting kan ook bij consumenten worden geheven, maar die hebben deze opties niet. Zij kunnen hooguit besluiten om een ander product te kopen of minder te consumeren.

Een Pigouviaanse belasting is een gouden standaard onder de milieubeleidsinstrumenten vanwege de gunstige effecten op doelmatigheid op verschillende niveaus (Segerson, 2013):

- Op de korte termijn worden doelmatige beslissingen genomen om milieuschade tegen te gaan;
- Op de langere termijn ontstaat een doelmatig niveau van activiteiten in verschillende sectoren (onder voorwaarden);[20]
- Er ontstaan betere prikkels voor innovatie om milieuschade tegen te gaan.

Milieuschade wordt op een kosteneffectieve manier tegengegaan, omdat de partijen die dat goedkoper kunnen meer doen en andere partijen minder.

Mogelijke complicaties in de praktijk

Het is niet altijd mogelijk om de omvang van de schade zelf direct te monitoren en vervolgens in rekening te brengen bij de vervuiler. Wat de mogelijkheden zijn hangt er onder andere van af hoe en waar de schade ontstaat. Als geen 'first best' belasting kan worden geheven, kan de overheid in veel gevallen terugvallen op een belasting op een activiteit die samenhangt met milieuschade. Bijvoorbeeld, bij schade door kunstmest kan dit een belasting zijn op de aankoop van kunstmest door bedrijven. Dit is minder effectief dan het belasten van de schade zelf. De aankoopbelasting beïnvloedt weliswaar de verkochte hoeveelheid en daarmee ook de hoeveelheid milieuschade, maar de vervuiling van oppervlakte- of grondwater hangt er ook van af hoe en wanneer de kunstmest wordt gebruikt (Segerson, 2013).

[19] Deze marginale sociale kosten moeten dan worden vastgesteld op het punt waar de vervuiling op het efficiënte niveau is (d.w.z. dat marginale sociale kosten en baten gelijk zijn). Het niveau van de marginale kosten kan namelijk afhangen van het niveau van vervuiling. Bijvoorbeeld, als bijna alle vervuiling is tegengegaan, wordt het wellicht heel duur om nog schoner te produceren.

[20] De marginale sociale kosten hangen niet van het niveau van milieuschade af of de marginale sociale kosten nemen toe, maar ieder bedrijf neemt voor een klein deel van de milieuschade voor zijn rekening.

Uitvoeringskosten van Pigouviaanse belasting

Als een nieuwe belasting ingevoerd moet worden om milieuschade te beprijzen, kan dit hoge kosten met zich meebrengen voor ontwerp, introductie en uitvoering. Aansluiten bij een bestaande belasting is goedkoper. De baten van het tegengaan van milieuschade moeten in ieder geval wel tegen de kosten opwegen. Overigens brengt ook regulering kosten met zich mee. In een specifiek geval moet worden bekeken wat de voor-en nadelen van verschillende opties zijn.

Belastingen versus subsidies

In de praktijk wordt regelmatig voorgesteld om een subsidie te geven voor een schoon productieproces of product, in plaats van een belasting te heffen op de milieuschade uit een vuil productieproces of product Economen hebben meestal een voorkeur voor een belasting om de volgende redenen (Segerson, 2013):

1. Door de subsidie wordt het product te goedkoop. De vraag naar dat product zal daardoor groter worden dan maatschappelijk optimaal is. Op lange termijn wordt de desbetreffende sector hierdoor te groot.
2. Een belasting levert geld op dat eventueel teruggesluisd kan worden naar bedrijven of consumenten om de totale belastingdruk gelijk te houden. Voor een subsidie moet belasting worden geheven, die elders tot verstoringen kan leiden.[21]
3. Een subsidie wordt meestal gegeven voor afname van schade vergeleken met een basispad: hoe meer het basispad groeit, hoe hoger de subsidie bij een bepaalde realisatie. Onzekerheid over het basispad kan leiden tot discussies waarin betrokkenen vanuit hun eigen belang pleiten voor een bepaalde invulling van het basispad.

4.3.2 Regulering

Regulering kan allerlei vormen aannemen. Normen kunnen op verschillende plaatsen in de keten worden opgelegd. (Helfand, 2013). Wat zijn de voor- en nadelen van regels?

Voordelen van regulering

Een eerste voordeel is dat regels duidelijkheid geven over wat wel en niet is toegestaan. Mede om deze reden kan een verbod de voorkeur hebben boven een hoge belasting bij ernstige milieuvervuiling met grote gezondheidseffecten. Door deze duidelijkheid kan het gemakkelijker zijn om standaarden te handhaven dan marktgeoriënteerd instrumenten (zie Helfand, 2013). Sommige mensen vinden standaarden rechtvaardiger omdat alle partijen vervuiling terug moeten brengen tot het voorgeschreven niveau. Bij marktgeoriënteerd instrumenten kunnen de partijen zelf een afweging maken van kosten en opbrengsten van het verminderen van milieuschade. Dit kan er toe leiden dat sommige gebieden viezer zijn dan andere ('hot spots'). Een mogelijk ethisch argument is dat het ongewenst is dat het recht om te vervuilen kan worden gekocht.

Nadelen van regulering

Regulering is minder kosteneffectief dan marktgeoriënteerde instrumenten[22]omdat iedereen in beginsel aan dezelfde eis moet voldoen. Bij marktgeoriënteerde instrumenten kunnen de

[21] In Nederland wordt bij het uitvoeren va MKBA's uitgegaan van 'marginal costs of public funds' van 1, omdat tegenover de kosten van verstoring de baten van herverdeling staan.
[22] Hierbij wordt uitgegaan van rationeel gedrag van producenten en consumenten die over de juiste informatie beschikken. In de praktijk handelen mensen en bedrijven bij het maken van hun keuzes niet altijd even rationeel. Gedragseconomische maatregelen kunnen dan een rol spelen.

partijen met de hoogste kosten van het tegengaan van milieuschade minder doen en andere partijen meer. Bovendien is er bij standaarden geen prikkel meer om de milieuschade verder te verlagen als de voorgeschreven hoeveelheid is behaald, tenzij de standaard regelmatig wordt aangescherpt Een ander nadeel van regulering is dat er informatieasymmetrie is tussen de wetgever of toezichthouder en te reguleren bedrijven. De wetgever of toezichthouder treedt in overleg met bedrijven om informatie te verzamelen; die kunnen hiervan gebruik maken om te lobbyen voor gunstiger uitkomsten ('regulatory capture') (Fullerton et al., 2010).

Bij het gebruik van standaarden kunnen onvoorziene negatieve effecten optreden, als ze niet direct aangrijpen bij de te bestrijden milieuschade. Bijvoorbeeld, als een bepaald gevaarlijk pesticide wordt verboden, stappen gebruikers misschien over op een ander dat ook ongunstige eigenschappen heeft. Een ander voorbeeld zijn voorschriften voor zuinig brandstofgebruik van auto's om gebruik van brandstoffen (en de schade daardoor) te minderen. Zuiniger auto's maken rijden goedkoper en kunnen zo uiteindelijk leidden tot meer gereden kilometers en meer brandstofgebruik (rebound effect).

Een standaard kan voordeliger zijn voor de vervuilers dan een heffing op vervuiling. De vervuiler moet wel kosten maken om aan de standaard te voldoen, maar hoeft voor de overgebleven vervuiling niet ook nog eens een heffing te betalen (Goulder en Parry, 2008).

4.3.3 Grondstoffenwinning: concrete opties om milieuschade tegen te gaan

Er vindt aanzienlijke milieuschade plaats bij de winning en verwerking van grondstoffen. De winning van grondstoffen vindt maar in beperkte mate plaats in Nederland, als we afzien van aardgas. De meeste milieuschade bij winning vindt plaats in het buitenland, vaak buiten Europa.

Winning in Nederland

In Nederland worden buiten aardgas weinig niet-hernieuwbare grondstoffen gewonnen. Het gaat vooral om zand en grind. Bij de winning hiervan ontstaat milieuschade die op basis van gegevens uit 2007[23] redelijk groot was t.o.v. de productiewaarde in 2015, namelijk ongeveer 13% (Vollebergh et al., 2017). In absolute zin gaat het om ongeveer 100 mln euro in prijzen van 2015. De winning van grind en zand in Nederlandse rivieren gebeurt echter uitsluitend wanneer rivierverbreding nodig is in het kader van de waterveiligheid. Bij de afweging om al of niet te winnen wordt al rekening gehouden met de veroorzaakte milieuschade. Een afzonderlijke belasting van de schade is daarmee niet nodig. Die zou alleen nodig zijn als de markt voor het winnen van zand en grind wordt vrij gegeven.

Winning in het buitenland

Grondstoffen die in Nederland worden geïmporteerd, kunnen milieuschade in het buitenland hebben veroorzaakt. Mogelijk wil Nederland invloed uitoefenen op die milieuschade om de maatschappelijke welvaart in Nederland of Europa te beschermen (bijvoorbeeld tegen goedkope import vanwege lakse milieuregels elders of bij een milieuprobleem van mondiale aard) of om de maatschappelijke welvaart te beschermen in het land waar de vervuiling optreedt (bijvoorbeeld vanwege een disfunctionerende overheid aldaar). Omdat Nederland in het buitenland geen directe zeggenschap heeft, zijn internationale afspraken de aangewezen

[23] Zoals eerder aangegeven is voor de berekeningen in Vollebergh et al. (2017) is een versie van Exiobase gebruikt die vooral gegevens uit 2007 bevat.

weg om iets te veranderen aan milieuschade in het buitenland.[24] Importheffingen in Europa lijken niet erg veelbelovend voor dat doel, als dit al binnen de WTO-regels zou passen en als Europa het er over eens zou worden. De importheffingen zouden gedifferentieerd moeten worden naar de milieuschade op de plaats van winning om echt een goede prikkel te geven. Dit lijkt moeilijk uitvoerbaar en fraudegevoelig (zie Vollebergh et al., 2017).[25] Een mogelijke optie is dat Nederland of Europa bij het uitoefenen van de vraag naar grondstoffen aansturen op het verminderen van milieuschade bij de aanbieder van grondstoffen, via convenanten, certificeringsmechanismen, of wettelijk voorgeschreven 'due diligence' in de keten. Dit type maatregelen dat is beschreven in paragraaf 3.1 in het kader van mensenrechten, kan ook worden genomen rond milieuschade. In Nederland is bijvoorbeeld een convenant gesloten van bedrijven die met goud werken om toe te werken naar een verantwoorde toeleveringsketen met o.a. minder milieuschade (zie link).

4.3.4 Verwerking van grondstoffen in Nederland: concrete opties om milieuschade tegen te gaan

Internationale beleidscoördinatie

Milieuschade bij de verwerking van grondstoffen kan globaal of meer lokaal zijn. Schade via CO2-uitstoot is globaal. Het maakt voor het broeikaseffect niet uit waar op de wereld de emissies plaatsvinden. In zo'n geval is het van groot belang om milieubelastingen en ander milieubeleid internationaal af te stemmen. Anders dreigt het risico van verplaatsing en misschien zelfs toename van de totale uitstoot ('carbon leakage', zie bijvoorbeeld Baranzini et al., 2017). Maar ook voor schade die meer lokaal plaatsvindt is beleidscoördinatie relevant en gewenst. Ook in dit geval bestaat het risico op verplaatsing van de vervuilende activiteit bij het eenzijdig invoeren van belastingen, in ieder geval in theorie. In het onderstaande geven we aan dat dit risico in de praktijk meevalt. De OECD (2017) geeft hierover aan: "A prominent concern is that pricing environmental externalities may adversely affect the ability of domestic groups (e.g. specific industries or firms) to compete, although the available empirical evidence reveals little to no effects."(p. 16). Dat neemt niet weg dat internationaal afstemmen van het beleid de voorkeur heeft. Verplaatsing van vervuilende industrie is dan niet aan de orde en de milieuschade neemt af in Nederland en elders op de wereld.

Belasting in Nederland: effect op de concurrentiepositie valt mee

Wat nu als het niet of slechts beperkt lukt om tot internationale beleidscoördinatie te komen? Een Pigouviaanse belasting is dan nog steeds de aangewezen manier om de milieuschade bij de verwerking van grondstoffen een rol te laten spelen in de beslissingen van producenten en consumenten. Het staat Nederland vrij om de milieuschade in Nederland van de verwerking van grondstoffen te belasten. Deze milieubelastingen kunnen op een budgettair neutrale manier worden ingevoerd.[26] Zoals hierboven aangegeven, roept deze beleidsoptie echter in de maatschappelijke discussie de vrees op dat de concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven zal verslechteren als andere landen of regio's de schade niet of minder belasten. De slechtere concurrentiepositie zou er toe kunnen leiden dat op de langere termijn productie met meer

[24] Als internationale maatregelen lang van tevoren worden aangekondigd, kan mogelijk de zogeheten Groene Paradox optreden. Dit is het fenomeen dat de milieuvervuiling op korte termijn juist toeneemt door de aankondiging van milieubeleid (Sinn (2008; 2012)). Voor eenzijdig Nederlands milieubeleid is de Groene Paradox waarschijnlijk weinig relevant, omdat Nederland maar een beperkte rol heeft op de wereldwijde markt van niet-hernieuwbare grondstoffen.
[25] Vollebergh et al. (2017) geven aan dat importheffingen wel een rol kunnen spelen om de productie van bv een schoon halffabrikaat in de EU te beschermen tegen vuile productie buiten de EU. Het gaat dan om een importheffing op een specifiek halffabrikaat in een specifieke productieketen dat buiten de EU erg vervuilend wordt geproduceerd.
[26] In het onderstaande gaan we er bij de discussie over milieubelastingen in Nederland steeds vanuit dat die budgettair neutraal worden ingevoerd. Zie CPB en PBL (2018) voor effecten op de werkgelegenheid.

milieuschade zich verplaatst naar landen waar de regels minder streng zijn ('pollution haven hypothesis').

De literatuur laat zien dat zorgen over het concurrentievermogen van de Nederlandse economie vanwege strengere milieubelastingen niet nodig zijn. Pollution haven effecten bestaan wel, maar het effect lijkt alleen op te treden in specifieke vervuilende sectoren en is waarschijnlijk bescheiden in omvang (zie Dechezleprêtre en Sato, 2017; Carbone en Rivers, 2017; OECD, 2016).[27] De totale werkgelegenheid en export nemen op lange termijn niet af door het voorop lopen met milieubelastingen. Wel zal er binnen de economie een verschuiving plaats vinden naar schonere activiteiten. Vervuilende en energie-intensieve sectoren kunnen te maken krijgen met waarschijnlijk bescheiden verplaatsingseffecten, vooral onder ongunstige omstandigheden (bijvoorbeeld weinig mogelijkheden om het productieproces aan te passen).[28] De verschuiving brengt overgangskosten met zich mee, bijvoorbeeld voor omscholing van werknemers. Daar staat tegenover dat de milieuschade in Nederland structureel afneemt (zie ook CPB en PBL, 2018)

Pas op met het beschermen van vervuilende industrie

Hoewel het effect van eenzijdig milieubeleid op de concurrentiepositie meevalt, is er toch veel discussie over in de maatschappij. Regelmatig worden voorstellen gedaan om gevreesde negatieve effecten van eenzijdig beleid tegen te gaan of te verzachten (OECD, 2006 en Söderholm, 2004). Sommige van deze voorstellen kennen belangrijke nadelen. We bespreken kort twee van dit type voorstellen:

1. Belasting terugsluizen voor specifieke doeleinden.
2. Uitzonderingen voor bepaalde sectoren.

Het uitgangspunt van milieubelastingen zoals wij die hier hebben beschreven, is dat deze budgettair neutraal worden ingevoerd. Het doel is om de juiste prikkels te geven aan producenten en consumenten en niet om de totale belastinginkomsten te laten toenemen. In de maatschappelijke discussie wordt echter regelmatig gevraagd om niet alleen budgettaire neutraliteit, maar ook een specifieke bestemming van de opbrengsten uit milieubelastingen. Voorstellen die wel worden gedaan om de opbrengsten van milieubelastingen te besteden zijn bijvoorbeeld fondsen voor groene innovatie, het compenseren van bedrijven die veel effect ondervinden van de milieubelastingen en investeringen in infrastructuur die de uitstoot van broeikasgassen kan verlagen (OECD, 2017).[29] Het is echter vanuit een oogpunt van doelmatigheid niet verstandig om deze link tussen opbrengsten en specifieke bestedingen te leggen. De genoemde bestedingen kunnen op zichzelf nuttig zijn, maar vergen een afzonderlijke afweging. Stel dat zo'n afweging laat zien dat er inderdaad goede redenen zijn om bijvoorbeeld groene innovatie te subsidiëren. Er is dan geen reden om aan te nemen dat de optimale subsidie voor groene innovatie in omvang zou overeenkomen met de opbrengsten van bepaalde

[27] In bijlage D worden de resultaten uit de literatuur kort weergegeven.
[28] Een mogelijke nuancering is dat het effect van eenzijdig beleid misschien minder goed empirisch vast te stellen is omdat de meest vervuilende sectoren vaak worden ontzien in de praktijk. OECD (2006) geeft aan dat energie-intensieve sectoren gewoonlijk aanzienlijk minder energiebelasting betalen dan andere belastingplichtige partijen, als ze überhaupt al energiebelasting betalen. Soms worden belastingkortingen gecombineerd met de voorwaarde dat bedrijven betere milieuresultaten moeten behalen.
[29] Binnen de Europese Unie zijn overigens niet alle vormen van teruggave zonder meer toegestaan, omdat sommige als staatssteun gezien kunnen worden.

milieubelastingen. Het aanbrengen van een dergelijke koppeling heeft verder als nadelen dat het de flexibiliteit verkleint en tot suboptimale bestedingen van de middelen kan leiden.

De tweede manier, het maken van uitzonderingen, wordt in de praktijk vaak toegepast, juist voor sectoren die zeer energie-intensief zijn. Dit geldt ook voor Nederland (zie Vollebergh et al., 2017). Deze manier heeft uiteraard als nadeel dat milieuschade minder afneemt door het vrijstellen van de grootste vervuilers. Bovendien wordt het bestrijden van milieuschade minder efficiënt, omdat verschillende sectoren verschillende prikkels krijgen. Tot slot bestaat het gevaar dat veel inspanning in lobbyen wordt gestoken, wat maatschappelijk gezien niet productief is. Om vergelijkbare redenen is het moeilijk om op termijn weer op te houden met de uitzonderingen (Fullerton et al., 2010).

4.4 Beleidsopties marktmacht, geopolitiek en strategisch gedrag

Zoals in 4.2 beschreven worden voor het omgaan met marktmacht en geopolitieke verwikkelingen verschillende beleidsopties toegepast. Hier worden mogelijke opties voor nieuw beleid of intensivering van al toegepast beleid besproken.

4.4.1 Betere informatievoorziening markt en voorraden

Op de grondstoffenmarkt is gedetailleerde, betrouwbare informatie (reserves per land, productiecapaciteit, handelsvolume) van groot belang (zie 2.2). Bedrijven zullen niet geneigd zijn zulke informatie te verstrekken, omdat dit hun concurrentiepositie kan schaden. Veel informatieverzamelingen over grondstoffen worden beheerd door de geologische diensten van de afzonderlijke landen. Daardoor liggen de belangen van een dergelijke dienst in lijn met de belangen van het land waar die dienst gevestigd is. Dit kan een prikkel zijn om informatie die de marktmacht van dat land ondermijnt niet publiek te maken. Een tegenkracht hiervoor is het versterken van de eigen geologische diensten en het aangaan van samenwerkingsprogramma's.

4.4.2 Innovatie stimuleren

Een van de redenen waarom landen als China marktmacht kunnen uitoefenen is dat grondstoffen daar goedkoop gewonnen kunnen worden door lage lonen en minder strenge (milieu-)regelgeving. Een voorbeeld zijn de mijnen voor zeldzame aardmetalen in China. Door te investeren in innovatie van schone winningsmethoden kunnen deze technieken wellicht goedkoper worden en beter gaan concurreren met de vervuilende technieken. Het is echter niet gezegd dat een milieuvriendelijke manier van winnen net zo goedkoop kan worden als een vervuilende manier. Beleidsopties om innovatie te stimuleren worden in 4.5 besproken.

4.4.3 Extra investeren in exploratie

Door te zoeken naar nieuwe bronnen voor grondstoffen binnen de landsgrenzen kan een land de marktmacht van andere landen verkleinen. Een voorbeeld hiervan is de zoektocht naar en winning van schalieolie en –gas door de Verenigde Staten. Voor landen die zelf geen bodemschatten hebben, kan exploratie in andere landen dan de aanbieders met marktmacht nuttig zijn, omdat het aantal aanbieders toeneemt.

Mogelijk is er bij investeringen in exploratie sprake van marktfalens, waardoor er een rol voor de overheid zou kunnen zijn. Fogarty (2016) geeft aan dat er informatieproblemen zijn die een

argument kunnen zijn om exploratie te ondersteunen. Ten eerste zijn er informatiespillovers: de verzamelde informatie met boren is ook van belang voor anderen. Ten tweede kunnen overheidssubsidies een mechanisme zijn om investeerders meer inzicht te geven in de betrouwbaarheid van de informatie over voorgestelde projecten.[30]

Mogelijk is er dus een rol voor de overheid bij het stimuleren van exploratie. Nederland, dat weinig eigen bodemschatten heeft, kan overwegen om exploratie binnen Europa te bevorderen in Europees verband. Dit vergt een afweging van de kosten en de baten.

Exploratie zeldzame aardmetalen en andere reacties op zorgen rond leveringszekerheid

Zeldzame aardmetalen kunnen goedkoop in China worden gekocht, maar de afhankelijkheid van China baart sommige landen zorgen. Op veel plaatsen in de wereld zijn exploratieactiviteiten gaande: Australië, Brazilië, Canada, China, Finland, Groenland, India, Kirgizië, Madagaskar, Malawi, Mozambique, Namibië, Zuid-Afrika, Zweden, Tanzania, Turkije, Vietnam en verschillende plaatsen in de VS (USGS, 2016).

Japan wordt als belangrijke afnemer van zeldzame aardmetalen duidelijk geconfronteerd met zijn afhankelijkheid van leveranties uit China (zie ook de box in 2.2). Een aantal jaren geleden zijn in Japan grote hoeveelheden zeldzame aardmetalen ontdekt rondom het Japanse eiland Minamitorishima. In 2018 verscheen een publicatie over een veelbelovende winningstechnologie voor deze mineralen op de zeebodem (Takaya et al., 2018). Mogelijk kan de winning van deze mineralen qua prijs niet concurreren met aanbod uit China, waar de milieuschade niet goed ingeprijsd is. Ook dan zou de Japanse overheid het de moeite waard kunnen vinden om een deel van de vraag met zeldzame aardmetalen uit eigen land te dekken, om zodoende sterker te staan tegenover China in onderhandelingen (Wharton School, 2013).

Naast toegenomen exploratie reageren bedrijven en landen nog op andere manieren op de problemen rond zeldzame aardmetalen, zoals andere aanbodkanalen zoeken, mogelijkheden voor recycling onderzoeken en het ontwikkelen van technologieën die geen gebruik maken van (sommige) zeldzame aardmetalen. Zo presenteerde Honda in 2016 een motor voor hybride auto's die geen zware zeldzame aardmetalen gebruikt (wel lichte) (Shiraki en Tajitsu, 2016.)

4.4.4 Strategische voorraden aanleggen

Het aanleggen van strategische voorraden ('stockpiling') van een bepaalde grondstof is een middel voor landen of bedrijven om weerstand te bieden tegen het uitoefenen van marktmacht zonder dat er een acuut tekort ontstaat. Bij plotselinge leveringsonderbrekingen of prijsverhogingen kunnen overheden en bedrijven strategische voorraden inzetten, bijvoorbeeld om te proberen een alternatief te ontwikkelen dat de afhankelijkheid vermindert. Voorraden kunnen vanuit verschillende doeleinden worden aangelegd: voor veiligheid en defensie, en vanuit een economisch motief om verstoringen in de economie tegen te gaan. De strategische voorraden in de VS zijn bedoeld voor het eerste doel, veiligheid en defensie (RPA, 2012). In de VS heeft de overheid bijvoorbeeld voorraden van enkele zeldzame aardmetalen, namelijk yttrium oxide, ferrodysprosium en dysprosium (USGS, 2018). China zelf wil ook voorraden gaan aanleggen met het oog op de voorspelling dat in 2025 zeldzame aardmetalen geïmporteerd moeten gaan worden om aan de binnenlandse vraag voor schone energie te kunnen voldoen (Yatsu, 2017). Een ander voorbeeld in de VS is de National Helium Reserve die al in 1925 is gecreëerd.

[30] Aanvragen voor subsidie worden in het beschreven geval bekeken door een panel van experts.

Overheden houden zich dus in sommige landen bezig met het aanleggen en aanhouden van strategische voorraden.[31] Het is niet duidelijk in hoeverre dit specifiek een taak voor overheden is. Zeker waar de motieven economisch zijn, kunnen bedrijven deze taak ook op zich nemen. Het aanleggen van een strategische voorraad door afnemers gebeurt ook op bedrijfsniveau.[32]

De Europese Commissie heeft onderzoek laten doen naar ervaringen met het aanleggen van voorraden van grondstoffen anders dan brandstoffen en landbouwstoffen (RPA, 2012). Ten tijde van het onderzoek werd geen strategische voorraadvorming in de EU aangetroffen voor grondstoffen anders dan brandstoffen en landbouwstoffen, hoewel die er in het verleden wel was geweest in sommige landen. Uit het onderzoek bleek dat er weinig informatie beschikbaar was over de mate waarin voorraden in de praktijk kunnen helpen om aanbodschokken op te vangen. De onderzoekers raden aan om in eerste instantie vooral te kijken naar scenario's waarin de private sector vrijwillig voorraden aanlegt, al dan niet met financiële prikkels.

De afwegingen om als overheid een strategische voorraad aan te leggen zijn lastig. Er worden in ieder geval kosten gemaakt, de baten zijn onzeker en er kunnen soms ongewenste effecten optreden. Een eerste ongewenst effect is dat de voorraadbeheerder onbedoeld onevenwichtigheden op de markt kan vergroten. RPA (2012)-geeft een voorbeeld waarin de VS zijn doelstelling voor de omvang van de kobaltvoorraad verhoogde toen er problemen met de beschikbaarheid ontstonden, waardoor de overheid de verstoring alleen maar erger maakte. Een tweede ongewenst effect is dat de beschikbaarheid van de voorraad een lange termijn aanpassing op de markt kan tegenhouden. Een aanbodschok kan een grote invloed op de vraag hebben. Er wordt gezocht naar substituten, er wordt meer gerecycled etc. Mogelijk komt de vraag nooit meer op het oude niveau. Als de voorraadbeheerder er in slaagt om de prijsstijging grotendeels tegen te houden, komen ook deze aanpassingsmechanismen niet op gang, terwijl deze wel belangrijk kunnen zijn voor het evenwicht op langere termijn.

De baten van het aanhouden van de voorraad bestaan uit de schade die is te voorkomen door het opvangen van aanbodverstoringen. Van tevoren is niet bekend in hoeverre er sprake zal zijn van aanbodverstoringen. Een belangrijke overweging is ook dat een grondstof kan ophouden om kritiek te zijn door technische ontwikkeling. De voorraad van die stof wordt dan (veel) minder waard.

4.5 Bevorderen van groene innovatie

In paragraaf 2.3 is beschreven welke marktfalens tot te weinig innovatie voor schone technologie leiden, namelijk onbeprijsde milieuschade, kennis-externaliteiten, patenten die verlopen voor een nieuwe schone technologie rendabel wordt, en padafhankelijkheid. Mogelijk speelt ook transformatiesysteemfalen een rol (zie hiervoor ook 2.3)en zijn er financieringsproblemen. Er is dan ook behoefte aan goede beleidsopties om groene innovatie te stimuleren. In het onderstaande bespreken we eerst een aantal mogelijke beleidsopties en vervolgens de vormgeving van het beleid.

[31] Naast de VS en China houden ook Japan en Zuid-Korea zich daarmee bezig.
[32] Een aantal Japanse bedrijven gaat nog iets verder en heeft geïnvesteerd in het winnen en produceren van zeldzame aardmetalen (RPA, 2012).

Beprijzen

Een eerste belangrijke beleidsoptie is om de milieuschade te beprijzen. Dit verbetert meteen ook de prikkel om groene technologie te ontwyikkelen.[33]

Stimuleren aanbod van innovatie

Verder kan het meer traditionele instrumentarium om aanbod van innovatie te stimuleren worden ingezet voor bevordering van groene innovatie. In grote lijnen valt te denken aan de volgende beleidsopties: [34]

- Publieke investeringen in fundamenteel onderzoek rond schone technologie
- Internationale samenwerking bij bovengenoemde publieke investeringen
- Ondersteuning van private investeringen in groene innovatie
  - een goed ontwerp is hier van groot belang om lobbyen en het bevoordelen van bestaande bedrijven tegen te gaan
- Technologie-neutrale ondersteuning van infrastructuur waar verschillende technologieën voordeel van hebben (bv. biotechnologie)
- Belemmeringen voor toegang tot kapitaal wegnemen voor innovatieve en risicovolle activiteiten en nieuwe bedrijven.

Stimuleren vraag naar innovatie

Naast het ondersteunen van de aanbodzijde met innovatie kan ook via de vraagzijde innovatie worden gestimuleerd. Als alleen de juiste prijssignalen niet voldoende effect hebben, bv. vanwege 'increasing returns to scale' kan gedacht worden aan:

- Groen inkoopbeleid, bv. overheid als 'launching customer'
- Groene regels opstellen voor eisen waar producten aan moeten voldoen en vrijwillige standaarden
- Gedrag van consumenten beïnvloeden, bv groene keurmerken, informatie verstrekken over kosten van een product over de hele levenscyclus, informatie geven over de herkomst van grondstoffen in producten en de milieuschade bij winning en productie.

Vormgeving van instrumenten

Hierboven is bij ondersteuning van private investeringen aangegeven een goede vormgeving van instrumenten belangrijk is. Dit punt geldt meer algemeen voor innovatiebeleid.
Van Elk et al. (2017) gaan in op de mogelijke invulling van onderzoeksbeleid, zowel bij het oplossen van concrete maatschappelijke vraagstukken (missiegedreven onderzoek) als bij algemene kennisontwikkeling. Zij betogen dat het bij een concreet maatschappelijk doel meer voor de hand ligt om onderzoekers te contracteren om op die manier bij te dragen aan doelgerichte onderzoeksactiviteiten. Toegepast onderzoek waarbij onderzoekers worden gecontracteerd is dan vaak geschikt. Dit kan bijvoorbeeld met prijsvragen. Maar ook grensverleggend onderzoek kan nodig zijn om een maatschappelijk doel te bereiken als de huidige kennisbasis ontoereikend is.

[33] Di Maria en Smulders (2017) betogen dat er ook omstandigheden zijn waarin strenger milieubeleid misschien wel groene innovatie stimuleert, maar niet per se tot lagere kosten van milieubeleid hoeft te leiden. Hun redenering hangt samen met de aanwezigheid van andere externe effecten en met algemene evenwichtseffecten. Hun betoog vormt een uitzondering binnen de literatuur.
[34] Zie bijvoorbeeld Straathof et al. (2016) voor innovatiebeleid in het algemeen en bijvoorbeeld OECD (2011) en Rodrik (2014) voor beleid voor groene innovatie.

Rodrik (2014) gaat in op de organisatie van beleid om groene innovatie te stimuleren. Hij gaat er vanuit dat ernstige marktfalens dergelijk beleid nodig maken. Het feit dat overheden geen winnaars kunnen aanwijzen, is volgens hem geen reden om groen industrieel beleid achterwege te laten. Het gaat er niet om dat individuele projecten altijd slagen, maar het gaat er om dat portefeuilles als geheel een positief effect hebben, waarbij het effect nadrukkelijk ook de ontwikkeling van nieuwe technologie betreft en niet alleen het terugbetalen van leningen e.d. Volgens Rodrik (2014) valt aan de vormgeving van beleid zoals we dat in de praktijk zien, vaak nog veel te verbeteren. De doelstellingen van het beleid zijn vaak niet duidelijk genoeg, bijvoorbeeld omdat men vele vliegen in één klap wil slaan (werkgelegenheid, voorsprong op andere landen, technische ontwikkeling, positieve spillovers, verbetering van het klimaat etc.). Hierdoor wordt het moeilijk wordt om bedrijven op resultaten af te rekenen. Ook zijn er te veel mogelijkheden voor bedrijven om de overheid te manipuleren en is er onvoldoende aandacht voor de mogelijkheid van stopzetten van de steun als een project niet voldoet aan tevoren vastgestelde doelen. Volgens Rodrik (2014) zijn nodig: duidelijke doelstellingen, meetbare doelen, goede monitoring, gedegen evaluatie van effecten, goed ontworpen regelgeving en professionalisme bij beleidsmakers. Kemp en Pontoglio (2011) gaan ook in de vormgeving van het instrumentarium. Zij geven aan dat voor het effect van milieubeleid op innovatie misschien nog wel belangrijker is hoe de instrumenten zijn vormgegeven dan welk type instrument wordt gekozen.

Frenken en Hekkert (2017) betogen dat er een specifieke aanpak nodig is om de transformatiefalens tegen te gaan. Zij noemen deze aanpak een Doelgericht Innovatie Systeem, waarin een zo concreet mogelijk doel richting geeft aan de innovatie.

De overgang naar een circulaire economie is te bezien als een gecompliceerd probleem. Wellicht dat ook meer transformatiegerichte elementen hierbij een rol moeten spelen, zoals een zoektocht naar goede manieren om enerzijds richting te geven en anderzijds niet flexibiliteit te zeer te beperken met het oog op onzekere ontwikkelingen.

4.6 Gevolgen voor beleid van interacties tussen marktfalens

In paragraaf 2.4 hebben we gezien dat er meerdere marktfalens tegelijk kunnen optreden en dat dit gevolgen heeft voor het te voeren beleid. Het tegengaan van één marktfalen afzonderlijk hoeft dan niet altijd tot een hogere welvaart te leiden.

Een algemeen uitgangspunt voor het formuleren van beleid bij meerdere marktfalens is dat de verschillende marktfalens in samenhang moeten worden bekeken: versterken ze elkaar of werken ze tegen elkaar in? Bij het optreden van meerdere externe effecten tegelijk zijn meestal meerdere instrumenten nodig. Ieder instrument moet zo dicht mogelijk aangrijpen bij de schade die wordt veroorzaakt en zoveel mogelijk relevante aanpassingsmechanismen in gang zetten. Alleen als meerdere externaliteiten sterk gecorreleerd zijn, kunnen die met één instrument worden aangepakt.

In een second best wereld is er vaak geen eenduidig antwoord op de vraag wat het optimale beleid is. Dit hangt mede af van het niveau van kennis over de werking van verschillende

instrumenten, de ongewenste bijeffecten van instrumenten en van praktische aspecten als uitvoerbaarheid en administratieve lasten van een instrument.

Een voorbeeld is de combinatie van onbeprijsde milieuschade en te weinig prikkels voor innovatie. Eerder hebben we al gezien dat dat het tegengaan van de milieu-externaliteit ook een gunstige invloed heeft op de prikkel tot innovatie. Tegelijkertijd weten we dat ook zonder onbeprijsde milieuschade de prikkels tot innovatie gewoonlijk te zwak zijn. Bennear en Stavins (2007) verwachten dat dat de maatschappelijke welvaart het meest verhoogd kan worden met een combinatie van milieubeleid en gerichte instrumenten om innovatie en diffusie te stimuleren. In het theoretische model van Acemoglu et al. (2012) bestaat het optimale beleid onder andere uit een belasting op de vervuilende input en een subsidie op schone innovatie. Daarentegen geeft Parry (2013) er alles overwegende de voorkeur aan om de milieubelastingen hoger vast te stellen met het oog op het bevorderen van innovatie; dit omdat volgens hem de economische literatuur weinig uitsluitsel geeft over hoe technologie instrumenten er in de praktijk uit moeten zien.

Een ander voorbeeld is de combinatie van marktmacht en onbeprijsde milieuschade. Omdat marktmacht in eerste instantie vaak leidt tot een lagere winning van grondstoffen, vermindert deze ook de milieuschade. Hetzelfde geldt voor de aanwezigheid van een hele grote speler op de markt die een deel van de milieuschade internaliseert. Daarnaast kan marktmacht een negatief effect hebben op het consumentensurplus (zie 2.4). In dit geval heeft een combinatie van gerichte instrumenten de voorkeur: aan de ene kant milieubeleid (bij voorkeur marktgeoriënteerd zoals belastingen) om prikkels te geven om milieuschade te beheersen via verschillende mechanismen (niet alleen een lagere productie) en aan de andere kant mededingingsbeleid om de ongunstige effecten van marktmacht tegen te gaan.

Echter, voor zover grondstoffenwinning zich buiten Europa afspeelt, is mededingingsbeleid buiten onze jurisdictie. Als in de praktijk het voeren van mededingingsbeleid niet mogelijk is, maar wel een milieubelasting kan worden geheven, zal de optimale milieubelasting lager zijn dan onder volkomen concurrentie (Karp, 2017). De mate waarin hangt af van de mate waarin de marktmacht tot een hogere prijs leidt.

Literatuurlijst

Aalbers, R. en F. Huizinga, 2015, De discontovoet ontrafeld, Centraal Planbureau, Den Haag.

Aalbers, R., V. Shestalova en V. Kocsis, 2013, Innovation policy for directing technical change in the power sector, *Energy Policy*, vol. 63: 1240-1250.

Acemoglu, D., P. Aghion, L. Bursztyn en D. Hemous, 2012, The environment and directed technical change. *American economic review*, 102(1): 131-166.

Allen M.R., D.J. Frame, C. Huntingford, C.D.Jones, J.A. Lowe, M. Meinshausen en N. Meinshausen, 2009, Warming caused by cumulative carbon emissions. towards the trillionth tonne. *Nature,* vol. 450: 1163-1166.

Anderson, S.T., R. Kellogg en S.W. Salant, 2018, Hotelling under pressure, *Journal of Political Economy*, vol. 126(3):. 984-1026.

Auty, R., 1993, *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*, Oxford University Press, New York.

Baranzini, A., J.C. van den Bergh, S. Carattini, R.B. Howarth, E. Padilla en J. Roca, 2017, Carbon pricing in climate policy: Seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations. Wiley Interdisciplinary Reviews: *Climate Change*, vol.8(4).

Bastein, T. en E. Rietveld, 2015, Materialen in de Nederlandse economie, Een kwetsbaarheidsanalyse, TNO 2015 R11613, TNO-rapport.

Bennear, L.S. en R.N. Stavins, 2007, Second-best theory and the use of multiple policy Instruments, *Environmental Resource Economics*, vol. 37: 111-129.

Bol, D. en T. Bastein, 2012, Critical materials and The Netherlands – a view from the industrial- technological sector, Materials innovation institute (M2i), TNO.

Botzen, W.J. en J.C.J.M. van den Bergh, 2014, Specifications of SocialWelfare in Economic Studies of Climate Policy: Overview of Criteria and Related Policy Insights, Environmental Resource Economics, vol. 58: 1-33.

Bradsher, K., 2010, China Still Bans Rare Earth to Japan, NY Times.

Carbone, J.C., en N. Rivers, 2017, The impacts of unilateral climate policy on competitiveness: evidence from computable general equilibrium models, *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 11(1): 24-42.

CBS, 2016, Material flow monitor time series 2008-2014.

CE Delft, 2017, Handboek Milieuprijzen 2017, Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu impacts, CE Delft, Delft.

Chakravorty, U. en M. Liski, 2013. Economics of Market Power in the Extraction of Nonrenewable Resources. *Encyclopedia of Energy, Natural Resource and Environmental Economics (Media Non-Biological)*, vol. 2: 22-30.

CPB en PBL, 2018, De werkgelegenheidseffecten van fiscale vergroening, CPB en PBL, Den Haag.

CPB, PBL en SCP, 2014, Monitor Duurzaam Nederland 2014: Verkenning, Uitdagingen voor adaptief energie-innovatiebeleid, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Dasgupta, P. en G. Heal, 1979, *Economic Theory and Exhaustible Resources*, University Press, Oxford.

De Jesus, A., P. Antunes, R. Santos en S. Mendonça, 2018, Eco-innovation in the transition to a circular economy: An analytical literature review, *Journal of Cleaner Production*, vol. 172: 2999-3018.

Dechezleprêtre, A. en M. Sato, 2017, The impacts of environmental regulations on competitiveness, *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 11(2): 183-206.

EC, 2008, The raw materials initiative — meeting our critical needs for growth and jobs in Europe, Commission of the European communities, Brussels.

EC, 2015, Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy, European Commission, Brussels.

Elk, R. van, A.-M. Braam, B. Overvest en B. Straathof, 2017, Integraal onderzoeksbeleid: doelen en instrumenten, CPB Policy Brief 2017/04, Centraal Planbureau, Den Haag.

European Commission, 2017a, Methodology for establishing the EU list of critical raw materials. Luxembourg, Publications Office of the European Union.

European Commission, 2017b, Study on the review of the list of Critical Raw Materials Criticality Assessments. Luxembourg, Publications Office of the European Union.

Europese Commissie, 2017, Mededeling van de commissie aan het Europees parlement, de raad, het Europees economisch en sociaal comité en het comité van de regio's. Over de lijst van 2017 van voor de EU kritieke grondstoffen. Brussel, Europese Commissie.

Fernandez, V., 2017, Rare-earth elements market: A historical and financial perspective, *Resources Policy*, vol. 53: 26-57.

Fischer, C. en R.G. Newell, 2008, Environmental and technology policies for climate mitigation, *Journal of environmental economics and management*, vol. 55(2): 142-162.

Fogarty, J. en S. Sagerer, 2016, Exploration externalities and government subsidies: The return to Government, *Resources Policy*, vol. 47: 78-86.

Frenken, K. en , M.P. Hekkert, 2017, Innovatiebeleid in tijden van maatschappelijke uitdagingen, pag. 46 - 57in: Essaybundel "Sturen in een verweven dynamiek", EZ

Fullerton, D., A. Leicester and S. Smith, 2010, Environmental taxes, in: S. Adam, T. Besley, R. Blundell, S. Bond, R. Chote, M. Gammie, P. Johnson, G. Myles and J.M. Poterba (eds), *Dimensions of tax design*, The Mirrlees review, volume one, Oxford University Press, New York.

Fullerton, D. en R. Stavins, 1998, How Economists See the Environment, *Nature*, vol. 395: 433-434.

Frenzel, M., 2017, Raw material 'criticality'—sense or nonsense?, *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 50.

Gaudet, G. en P. Lasserre, 2015, The Management of Natural Resources under Asymmetry of Information, *Annual Review of Resource Economics*, vol. 7: 291-308.

Gerlagh, R. en M. Liski, 2014, Cake Eating with Private Information, CESifo Working Paper 5050.

Goulder, L.H. en W.H. Parry, Instrument Choice in Environmental Policy, *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 2(2): 152-174.

Graedel, T.E., R. Barr, C. Chandler, T. Chase, J. Choi, L. Christoffersen, E. Friedlander, C. Henly, C. Jun, N.T. Nassar, D. Schechner, S. Warren, M. Yang en C. Zhu, Methodology of Metal Criticality Determination, *Environmental Science & Technology*, vol. 46(2): 1063-1070.

Hafstead, M.A. en R.C. Williams III, 2016, Unemployment and environmental regulation in general equilibrium (No. w22269) National Bureau of Economic Research.

Harstad, B. en M. Liski, 2013, Games and Resources, in: *Encyclopedia of Energy, Natural Resource and Environmental Economics (Theoretical Tools)*: 299-308.

Hartwick, J.M., 1977, Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources, *The American economic review*, vol. 67(5): 972-974.

Helfand, G.E., 2013, Standards, in: *Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics*, vol. 3: 217-221.

Hotelling, H., 1931, The economics of exhaustible resources. *Journal of political Economy*, vol. 39(2): 137-175.

Hotte, L., 2013, Environmental Conflict and Natural Resources, in: *Encyclopedia of Energy, Natural Resource and Environmental Economics (Political Economy):* 261-270.

Huang, X., G. Cao, J. Liu, H. Prommer en C. Zheng, 2014, Reactive transport modeling of thorium in a cloud computing environment, *Journal of Geochemical Exploration*, vol. 144:.63-73.

Jaffe, A.B., R.G. Newell en R.N. Stavins, 2005, A tale of two market failures: Technology and environmental policy, *Ecological Economics*, vol. 54: 164-174.

Karp, L., 2017, *Natural Resources as Capital*, Cambridge, MA: MIT Press.

Kemp, R. en S. Pontoglio, 2011, The innovation effects of environmental policy instruments — A typical case of the blind men and the elephant?, *Ecological Economics*, vol. 72: 28-36.

Kilian, L., 2016, Forty Years of Oil Price Fluctuations: Why the Price of Oil May Still Surprise Us, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 30(1): 139-160.

Koźluk, T. en C. Timiliotis, 2016, "Do environmental policies affect global value chains?: A new perspective on the pollution haven hypothesis", OECD Economics Department Working Papers 1282, OECD Publishing, Paris.

Krautkraemer, J.A., 1998, Nonrenewable Resource Scarcity, *Journal of Economic Literature*, vol. 36(4): 2065-2107.

Kronenberg, T., 2008, Should we worry about the failure of the Hotelling rule*?, Journal of Economic Surveys*, vol. 22(4): 774-793.

Liski, M. en J. Montero, 2011, On the Exhaustible-Resource Monopsony, mimeo.

Livernois, J., 2008, On the Empirical Significance of the Hotelling Rule, *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 3(1): 22-41.

Michielsen, T.O., 2014, Brown backstop versus the green paradox. *Journal of Environmental Economics and Management,* vol. 68(1): 87-110.

Michielsen, T., 2014, Strategic Resource Extraction and Substitute Development, *Resource and Energy Economics*, vol. 36(2): 455-468.

NEA, 2015, Emissiehandel uitgelegd, Vragen en antwoorden over het Europese CO2-emissiehandelssysteem (EU ETS), Nederlandse Emissieautoriteit.

Noailly, J. enV. Shestalova, 2017, Knowledge spillovers from renewable energy technologies: lessons from patent citations, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol. 22: 1-14.

OECD, 2006, *The Political Economy of Environmentally Related Taxes*, OECD, Paris.

OECD 2017, Environmental Fiscal Reform, Progress, Prospects and Pitfalls, OECD report for the G7 environment ministers.

Oxford Business Group, 2016, Mining sector in Morocco diversifies away from phosphates. The Report, Morocco 2016. Geraadpleegd op 23 juni 2017 via: https://www.oxfordbusinessgroup.com.

Parry, I., 2013, Green Tax Design in the Real (Second-Best) World, in: J.F. Shogren (ed.), *Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics*, Elsevier, Waltham, pag. 161-168.

PBL, CPB en SCP, 2018, Verkenning Brede Welvaart 2018 – Thema: Circulaire economie, gedrag en beleid, Planbureau voor de Leefomgeving, Centraal Planbureau en Sociaal Cultureel Planbureau, Den Haag.

Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray en M. Common, 2003, *Natural Resource and Environmental Economics* Third Edition, Pearson Education Limited, Harlow.

Pigou, A.C., 1920, *The economics of welfare*, McMillan, London.

Ploeg, F. van der, 2017, Political economy of dynamic resource wars, *Journal of Environmental Economics and Management*, alleen online beschikbaar.

Ploeg, F. van der, en C. Withagen, 2012, Is there really a green paradox? *Journal of Environmental Economics and Management, vol.* 64(3): 342-363.

Pothen, F., 2014, Dynamic Market Power in an Exhaustible Resource Industry: The Case of Rare Earth Elements. ZEW Discussion Papers 14-005.

Rockström, J. et al., 2009, Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity, *Ecology and Society*, vol.14(2).

Rodrik, D., 2014, Green industrial policy, *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 30(3): 469-491.

Romijn, G. en G. Renes, 2013, Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse, Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Romijn, G., T. Hendrich, S. Hoogendoorn, K. Jansema-Hoekstra, E. Mot, J. Tijm, B. Vader en A. Verrips, 2018, Circulaire economie: economie en ecologie in balans, CPB Policy Brief 2018/10, Centraal Planbureau, Den Haag.

RPA, 2012, Stockpiling of non-energy raw materials, Final report, prepared for Directorate-General Enterprise and Industry, Risk & Policy Analysts Limited.

Schlinkert, D. en K.G. van den Boogaart, 2015, The development of the market for rare earth elements: Insights from economic theory, *Resources Policy*, vol. 46: 272-280.

Schreiber, A., J. Marx, P. Zapp, J.F. Hake, D. Voßenkaul, en B. Friedrich, 2016, Environmental impacts of rare earth mining and separation based on eudialyte: a new european way *Resources*, vol.5(4): 32.

Segerson, K., 2013, Price Instruments, in: *Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics,* pag. 185-192.

SER, 2016, *Werken aan een circulaire economie: geen tijd te verliezen*, Advies 16/05.

Shiraki en Tajitsu, 2016, Honda co-develops first hybrid car motor free of heavy rare earth metals, Reuters.

Sinn, H.W., 2008, Public policies against global warming: a supply side approach, *Int Tax Public Finance,* vol. 15: 360-394.

Sinn, H.W., 2012, *The Green Paradox A Supply-Side Approach to Global Warming*. Cambridge, MIT Press, MA.

Slade, M.E. en H. Thille, 2009, Whither Hotelling: tests of the theory of exhaustible resources. *Annual Review of Resource Economics*, 1(1): 239-260.

Söderholm, P., 2004, Extending the Environmental Tax Base, The Swedish Environmental Protection agency, report 5416.

Solomon, S., G. Plattner, R. Knutti, P. Friedlingstein, 2009, Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *PNAS,* vol. 106: 1704-1709.

Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu en minister van Economische Zaken, 2016, Nederland circulair in 2050, bijlage bij Kamerbrief Rijksbrede programma Circulaire Economie.

Straathof, B., B. Overvest, T, Kiseleva, H. Kox en S. Delago, 2016, *Kansrijk innovatiebeleid*, Centraal Planbureau, Den Haag, CPB Boek 20.

Stürmer, M., 2018, 150 Years of Boom and Bust: What Drives Mineral Commodity Prices? *Macroeconomic Dynamics*, vol. 22(3): 702-717.

Takaya, Y., K. Yasukawa, T. Kawasaki, K. Fujinaga, J. Ohta, Y. Usui, K. Nakamura, J. Kimura, Q. Chang, M. Hamada, G. Dodbiba, T. Nozaki, K. Iijima, T. Morisawa, T. Kuwahara, Y. Ishida, T. Ichimura, M. Kitazume, T. Fujita en Y. Kato, 2018, The tremendous potential of deep-sea mud as a source of rare-earth elements, *Scientific Reports*, 8, article number:5763.

Tilton, J. E., 1996, Exhaustible resources and sustainable development Two different paradigms, *Resources Policy*. Vol. 22, pag. 91-97.

The Guardian, 2012, Malaysians protest against rare earth refinery. *The Guardian*. 26 februari 2012, via https://www.theguardian.com.

Tse, P.K., 2011, China's Rare-Earth Industry, USGS.

Tukker, A., 2014, Rare Earth Elements Supply Restrictions: Market Failures, Not Scarcity, Hamper Their Current Use in High-Tech Applications, *Environmental Science & Technology*.

UN, 2015, World population projected to reach 9.7 billion by 2050, via http://www.un.org.

UN, 2011, UN Guiding principles on business and human rights, via http://www.un.org.

United States Environmental Protection Agency, z.j., *Basic Information about Lead Air Pollution*. Geraadpleegd op 21-11-2017, op https://www.epa.gov.

U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1988, *Copper: Technology and Competitiveness*, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

USGS, 2016, Mineral Commodity Summaries, Rare earths, USGS.

USGS, 2018, Mineral Commodity Summaries, Rare earths, USGS.

USGS, 2018, 2015 Minerals Yearbook, Rare earths (advance release), USGS.

Verrips, A., S. Hoogendoorn, K. Hoekstra, G. Romijn, K. Folmer en J. van Gemeren, 2017, De circulaire economie van kunststof: van grondstoffen tot afval, CPB Achtergrondocument, Den Haag.

Vidal-Legaz, B., L. Mancini, G. Blengini, C. Pavel, A. Marmier, D. Blagoeva, C. Latunussa, P. Nuss, J. Dewulf, V. Nita, Y. Kayam, S. Manfredi, A. Magyar, P. Dias, C. Baranzelli, E. Tzimas, D. Pennington, 2016, *EU Raw Materials Scoreboard*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Voet, E. van der, R. Salminen, M. Eckelman, T. Norgate, G. Mudd, R. Hisschier, .A. de Koning, 2013, Environmental challenges of anthropogenic metals flows and cycles. United Nations Environment Programme.

Vollebergh, H., J. Dijk, E. Drissen, H. Eerens en H. Vrijburg, 2017, Fiscale vergroening: belastingverschuiving van arbeid naar grondstoffen, materialen en afval, PBL Beleidsstudie, Den Haag.

Walan, P., 2013, Modeling of Peak Phosphorus: A Study of Bottlenecks and Implications for Future Production, master's thesis.

Weber, K.M., H. Rohracher, 2012, Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' framework, *Research Policy*, vol. 41: 2037-1047.

Wellmer, F.W. en R.W. Scholz, 2017, Peak minerals: What can we learn from the history of mineral economics and the cases of gold and phosphorus? *Mineral Economics*, vol. 30(2): 73-93.

Wharton School, 2013, Catch 22: rare earths trade poses challenges for China and Japan, via http://knowledge.wharton.upenn.edu.

Withagen, C., 2013, "Cartel-versus-Fringe Models," in J. F. Shogren, ed., *Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics*, Waltham: Elsevier, pag. 260-267.

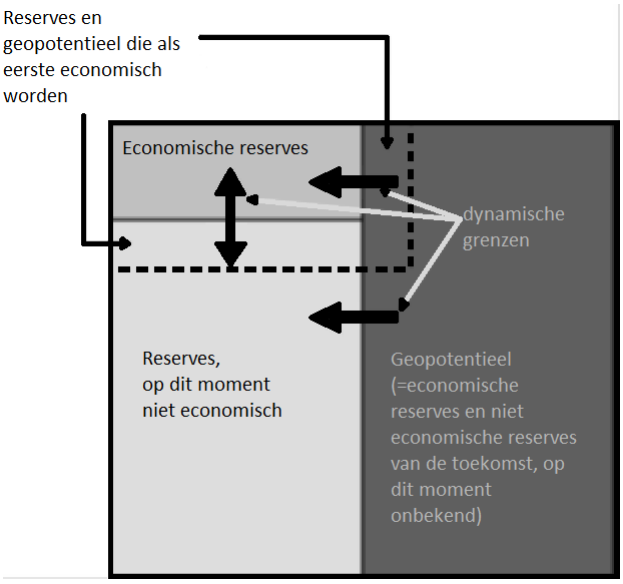
Yatsu, Mayuko, 2017, Revisiting Rare Earths: The Ongoing Efforts to Challenge China's Monopoly, *The Diplomat*.

Bijlage A Grondstoffen en materialen in Nederland

A.1 Resources en reserves

In de literatuur over grondstoffen wordt onderscheid gemaakt tussen resources en reserves. De resources geven de totale bekende hoeveelheid op aarde aan van een grondstof. Reserves zijn het deel van de totale hoeveelheid die op een economische rendabele manier gewonnen kunnen worden met de huidige technologie en marktomstandigheden (Walan, 2013). De relatie tussen economische en niet economische reserves is schematisch weergegeven in het diagram van Wellmer en Scholz (2017). Naast reserves benoemen zij ook het gedeelte van de voorraad die niet bekend is, 'geopotentieel'. Het gebied buiten de reserves, afgebakend met de stippellijn is het gedeelte van de reserves en geopotentieel dat als eerste wordt omgezet tot winbare reserves. Een hogere prijs voor fosfaat bijvoorbeeld zorgt ervoor dat een groter deel van de resources op een rendabele manier gewonnen kan worden. Tegelijkertijd kunnen er met onderzoek nieuwe bronnen gevonden worden waarvan sommige ook economisch winbaar zijn. Zo kunnen de reserves toenemen over de tijd.

Figuur A.1 Geopotentieel en reserves



A.2 Winning en import van grondstoffen in Nederland

Van de gewonnen grondstoffen in Nederland is een belangrijk deel biomassa (CBS, 2016). De winning van niet-hernieuwbare grondstoffen in Nederland bestaat uit fossiele energiedragers (vooral aardgas) en niet-metaal mineralen (vooral ophoogzand, grind en zand en zout) (zie tabel A.1).

Tabel A.1 De winning van niet-hernieuwbare grondstoffen in Nederland (mln kg)

	2000	2005	2010	2015	2016
Niet-metaal mineralen:					
Zout	5789	6443	6223	6743	6625
Kalksteen en gips	1574	1512	1500	1270	1380
Grind en zand	28552	17185	18695	18412	21002
Klei en porseleinaarde	4213	2348	1365	2856	2799
Ophoogzand	93148	72049	200787	101811	115888
Fossiele energiedragers:					
Ruwe aardolie en aardgascondensaten	2545	2459	1590	2004	1558
Aardgas	56383	60849	68601	41876	38787

Bron: CBS (Statline).

Metaalertsen worden helemaal niet worden gewonnen in Nederland. Van de overige mineralen wordt in hoeveelheid ongeveer 60% van het gebruik binnenlands gewonnen (voor een belangrijk deel ophoogzand, grind en zand). Van de geïmporteerde grondstoffen kwam in 2014 67% uit Europa (CBS, 2016).

Afgezien van fossiele energiedragers, bestaat de invoer in hoeveelheden van niet-hernieuwbare grondstoffen in Nederland voor een belangrijk deel uit grind en zand en ijzererts (Vollebergh et al., 2017). Naast ijzererts importeert Nederland zinkerts, bauxiet, koper, looderts en overige metaalertsen (vooral zeldzame metalen). Dat grondstoffen in Nederland worden ingevoerd, wil natuurlijk niet zeggen dat ze hier ook hun eindbestemming hebben of worden verwerkt. Soms worden grondstoffen en producten direct weer uitgevoerd. Vollebergh et al. (2017) laten zien dat van een aantal in Nederland ingevoerde metaalertsen het grootste deel weer wordt uitgevoerd. Een grote uitvoer is er bijvoorbeeld bij bauxiet, looderts en koper. IJzererts en zinkerts worden maar voor een beperkt deel weer uitgevoerd.

A.3 Zorgen over grondstoffenuitputting en leveringszekerheid

De Nederlandse overheid ziet duurzaam grondstoffengebruik als een grote uitdaging voor de 21e eeuw (Nederland circulair in 2050). Een van de redenen hiervoor is dat bij beleidsmakers, werkgevers en werknemers zorgen leven over een dreigende grondstoffenuitputting in de toekomst (zie ook SER, 2016).[35] Deze uitputting zou worden veroorzaakt door de verwachte sterke groei van de vraag naar grondstoffen door:

- De groei van de wereldbevolking ((UN, 2017) verwacht dat de wereldbevolking zal groeien van ruim 7 miljard nu naar 9.7 miljard in 2050; zie fosfaatcase).
- De inhaalslag in welvaart die een deel van de wereldbevolking maakt.
- De opkomst van nieuwe technologieën waar specifieke grondstoffen voor nodig zijn (bijvoorbeeld zeldzame aardmetalen voor accu's, dynamo's en elektromotoren).

SER (2016) geeft aan dat Nederland en Europa in grote mate afhankelijk zijn van de import van grondstoffen uit landen buiten Europa.

[35] Daarnaast maakt men zich zorgen over het milieu-effect van de winning en verwerking van grondstoffen.

De verwachte stijgende vraag naar grondstoffen levert volgens SER (2016) o.a. problemen op omdat de relatief beperkte beschikbaarheid van bepaalde grondstoffen bij ongewijzigd beleid zal leiden tot (meer) geopolitieke spanningen en grote negatieve effecten zal hebben op regionale en nationale economieën. Hoewel niet door de SER genoemd kan het omgekeerde zich ook voordoen: dat geopolitieke spanningen leiden tot een geringere leveringszekerheid van grondstoffen, omdat landen het aanbod van grondstoffen als drukmiddel inzetten. Verder wijst de SER op wereldwijde milieu-, klimaat- en andere duurzaamheidsproblemen bij de winning en verwerking van de grondstoffen. De SER gaat niet expliciet in op de rol die het prijsmechanisme kan spelen. De zorgen over dreigende grondstoffenuitputting en toenemende geopolitieke spanningen leiden tot zorgen over de lange termijnleveringszekerheid van grondstoffen in Nederland en in Europa (Nederland circulair in 2050).

Bijlage B Verschillende benaderingen van grondstoffenuitputting

Wij kijken in deze studie vooral vanuit een welvaartseconomisch perspectief naar grondstoffen. Daarbij kijken we naar de werking van markten en beoordelen we marktuitkomsten aan de hand van effecten op de maatschappelijke welvaart. Het optreden van marktfalens is hier een belangrijk aandachtspunt. Deze benadering wijkt af van een benadering die zich vooral richt op de zorgen over beschikbaarheid van grondstoffen: de analyse van kritieke materialen. We bespreken eerst de welvaartseconomische analyse. Daarna besteden we aandacht aan kritieke materialen. Ten slotte vergelijken we beide.

B.1 Een welvaartseconomische benadering

In deze studie gebruiken we het instrumentarium van de welvaartseconomie om grondstoffenmarkten, marktfalen, en het effect op grondstoffenuitputting en lange termijn leveringszekerheid te bestuderen. Welvaartseconomen beoordelen marktuitkomsten of beleid aan de hand van effecten op de maatschappelijke welvaart.

Welvaart is meer dan alleen geld of goederen. Het gaat ook om bijvoorbeeld vrije tijd, gezondheid, een schone leefomgeving en de aanwezigheid van natuur. De maatschappelijke welvaart beperkt zich niet tot alleen de huidige periode. In de mate waarin mensen de toekomst belangrijk vinden, is deze ook vertegenwoordigd in de welvaart. Mensen kunnen de verdere toekomst bijvoorbeeld belangrijk vinden vanwege hun kinderen en kleinkinderen. De toekomst zal dus een rol spelen in de maatschappelijke welvaart.

Hoe zit het met het nut elders? Dit hangt er van af hoe we de maatschappij definiëren waarvoor we de welvaart willen optimaliseren. Heeft die bijvoorbeeld betrekking op Nederland, Europa of de wereld als geheel? Het lijkt niet uitvoerbaar en ook niet logisch vanuit het perspectief van Nederlands beleid om de hele wereld in de maatschappelijke welvaart mee te nemen. Buiten Nederland hebben andere regeringen het voor zeggen. Ook al hebben we geen directe invloed,

het kan ons in Nederland wel schelen wat voor effect onze vraag naar grondstoffen heeft op andere landen. Veel mensen vinden het ongewenst dat bijvoorbeeld kinderen onder slechte omstandigheden moeten werken om grondstoffen te winnen of dat opbrengsten van grondstoffen worden gebruikt om burgeroorlogen te financieren. We kunnen twee dingen doen in Nederland: ten eerste kunnen we proberen om internationale afspraken te maken die de welvaart elders of de welvaart op de wereld als geheel verhogen. Ten tweede kunnen we bij beslissingen waar wij in Nederland wel zelf invloed op hebben, ook de welvaart elders meewegen. Bij het uitoefenen van de vraag naar grondstoffen kunnen we proberen ongewenste effecten elders tegen te gaan, bijvoorbeeld via het afsluiten van convenanten of het hanteren van keurmerken (zie ook 4.3.3). Dergelijke afspraken kunnen ook in internationaal verband worden gemaakt.

Hoe kunnen we die maatschappelijke welvaart zo groot mogelijk maken? Op markten met volkomen concurrentie die goed werken en aan een aantal voorwaarden voldoen, gebeurt dat vanzelf. Het marktmechanisme zorgt ervoor dat de marktuitkomst efficiënt is. Het resultaat hoeft niet als rechtvaardig gezien te worden. Beleid kan zorgen voor een herverdeling die als meer rechtvaardig wordt beoordeeld.[36]

Wat kan de (welvaarts-)economie specifiek zeggen over markten voor grondstoffen, leveringszekerheid en grondstoffenuitputting? Markten voor niet-hernieuwbare grondstoffen hebben als bijzonder eigenschap dat de ontwikkeling van de winning van grondstoffen over de tijd belangrijk is. Als nu grondstoffen uit de grond worden gehaald, heeft dat ook gevolgen voor later: dezelfde grondstoffen kunnen niet opnieuw in primaire vorm worden gewonnen. Er is dus een link tussen marktuitkomsten in verschillende perioden. Een analyse van grondstoffenuitputting vergt dat we naar de (hele) lange termijn kijken. In beginsel kunnen goed werkende markten ook voor een optimaal winningstempo over de tijd zorgen? Volgens het Hotelling model voeren bedrijven die niet-hernieuwbare grondstoffen bezitten een dynamische optimalisatie in de tijd uit. Daarbij houden ze rekening met het schaarser worden van de grondstoffen. Dit wordt behandeld in Bijlage C.

In werkelijkheid werken grondstofmarkten vaak niet goed, belangrijke marktfalens spelen een rol. De ‘uitkomst’ is niet doelmatig. Dit geeft een rol voor de overheid om in te grijpen. In hoofdstuk 2 bespreken we marktfalens op grondstoffenmarkten.[37]

B.2 Kritieke materialen

Analyses van kritieke grondstoffen proberen die grondstoffen op te sporen waar een hoge kans op verstoringen in het aanbod is gecombineerd met een grote economische kwetsbaarheid voor aanbodverstoringen. Als een grondstof op beide dimensies hoog scoort, kunnen zich problemen met de beschikbaarheid of de prijs van die grondstof gaan voordoen waarop landen of bedrijven willen anticiperen. Beide dimensies van kritieke materialen kunnen op verschillende manieren worden geoperationaliseerd. Er zijn dan ook meerdere methoden in gebruik om analyses van kritieke materialen te maken. Deze zijn allemaal enigszins arbitrair. Wel zijn er indicatoren die in veel methoden worden gebruikt om een van de dimensies in te vullen (Frenzel et al, 2017).

[36] Dit kan echter in de praktijk ten koste gaan van de efficiëntie.
[37] Zie Romijn en Renes (2013) voor een algemene toelichting op marktfalens.

Analyses van kritieke grondstoffen of materialen besteden aandacht aan leveringszekerheid op korte en op lange termijn. Op lange termijn zijn er meer aanpassingen mogelijk. Er kunnen bijvoorbeeld reserves in andere landen dan die van de huidige aanbieders worden ontgonnen en winning opgestart, terwijl dit vanwege de benodigde tijd op de korte termijn geen soelaas biedt. Op korte termijn kunnen vraagfluctuaties leiden tot sterke prijsschommelingen.

Voor het (korte termijn) aanbodrisico wordt vaak gekeken naar de concentratie van de productie naar landen. Regelmatig wordt deze factor gewogen met de kwaliteit van het bestuur in die landen, omdat concentratie in relatief slecht bestuurde landen als meer risicovol wordt gezien.[38] Andere veel gebruikte indicatoren voor het aanbodrisico zijn de concentratie van mijnbouwbedrijven en de groei van de vraag.

Een vaak gebruikte indicator voor aanbodrisico op de langere termijn is het verwachte aantal jaren dat er nog voldoende reserves zijn. Dit kan worden berekend door na te gaan hoeveel (winbare) reserves er nog zijn en hoe zich dat verhoudt tot de (huidige of verwachte) vraag. Overigens zijn berekeningen van deze factor met veel onzekerheid omgeven; de resultaten kunnen voor een grondstof sterk uiteen lopen en ook aanzienlijk wijzigen door nieuwe gegevens. Zo bleken de fosfaatreserves in Marokko veel groter dan verwacht en zijn een aantal jaren geleden de geschatte reserves verviervoudigd (Scholz en Welmer, 2013).

Voor de economische kwetsbaarheid zijn veelgebruikte indicatoren: 1) de mate van substitueerbaarheid, waarbij een grotere substitueerbaarheid leidt tot een kleinere kwetsbaarheid; 2) de waarde van producten die wordt beïnvloed bij aanbodproblemen (bijvoorbeeld de gewogen waarde van sectoren waarin grondstoffen worden gebruikt); 3) de verwachte ontwikkeling van de vraag in relatie tot het huidige aanbod.

Binnen kritieke materialen gaat soms speciale aandacht uit naar grondstoffen die volgens de huidige inzichten nodig zijn voor de energietransitie, bijvoorbeeld grondstoffen die nodig zijn om windmolens of zonnepanelen te bouwen. De vraag naar zulke grondstoffen kan sterk toenemen als de energietransitie verder op gang komt. Als het aanbod van zulke stoffen onvoldoende is, zullen de prijzen stijgen. Wellicht zijn er mogelijkheden om het aanbod te vergroten of alternatieve grondstoffen te gebruiken. Als dit geen oplossing biedt, zal de energie duurder worden en de vraag naar energie afnemen. Door de ontwikkeling van nieuwe technologieën kan de vraag naar een specifieke grondstof sterk toe- of afnemen. Omdat we niet weten hoe de technologie zich zal ontwikkelen, zijn verwachtingen over waar zich problemen kunnen voordoen met grondstoffen voor de energietransitie, met veel onzekerheid omgeven.

Kritieke grondstoffen volgens de EU

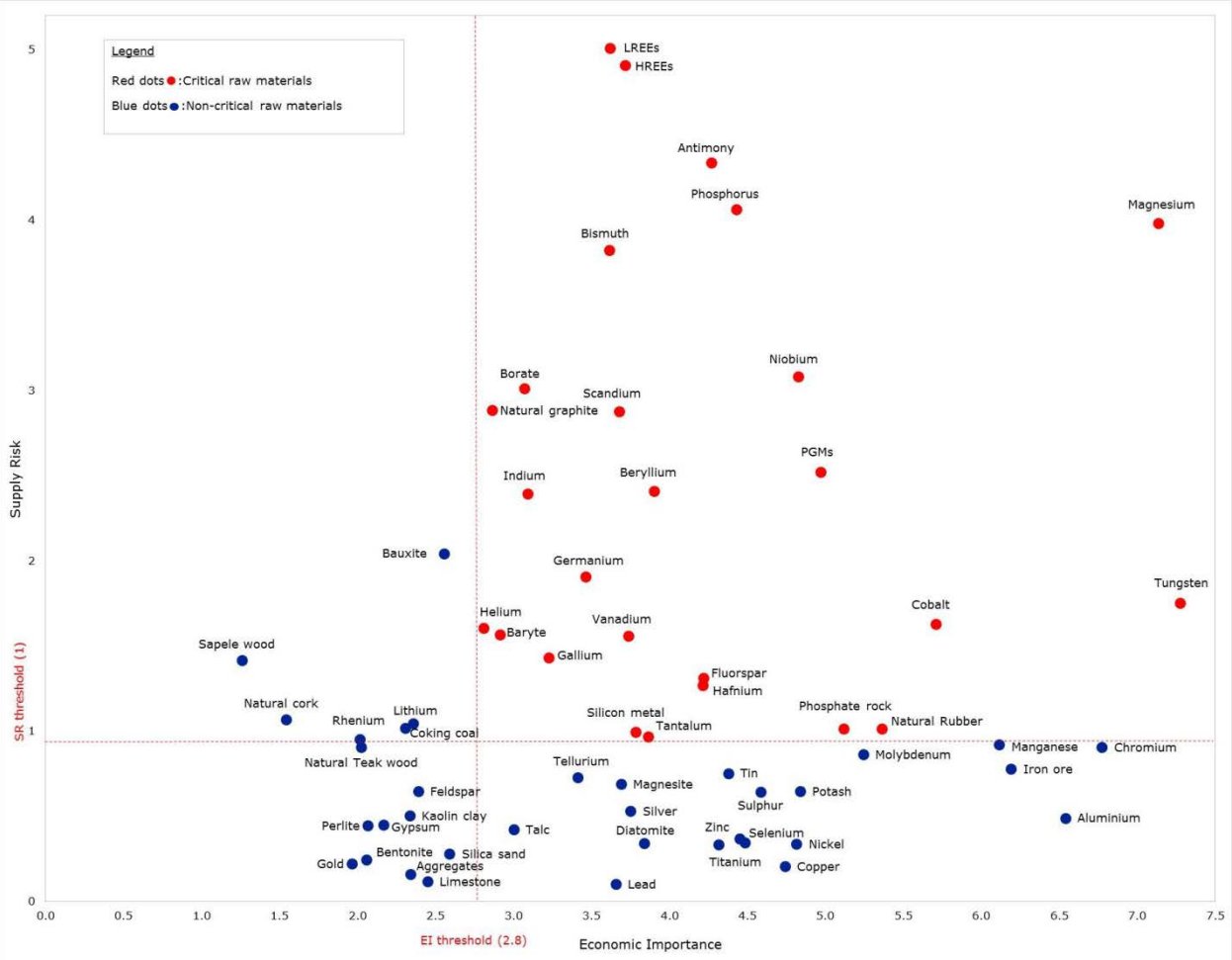
De EU heeft een eigen methode ontwikkeld om na te gaan of grondstoffen kritiek zijn. In 2011 en 2014 is een analyse gemaakt en een lijst van kritieke grondstoffen opgesteld (Europese Commissie (2017)). Recent is een nieuwe analyse verschenen voor 2017 die een lijst van 27 kritieke grondstoffen heeft opgeleverd. Dit zijn de volgende: antimoon, bariet, beryllium, bismut, boraat, kobalt, cokeskolen (grensgeval), vloeispaat, gallium, germanium, hafnium, helium, indium, magnesium, natuurlijk grafiet, natuurlijke rubber, niobium, fosforiet, fosfor,

[38] Dit hoeft niet altijd zo te zijn. Een niet zo goed bestuurd land kan er zelf belang bij hebben om een ongestoord aanbod tegen een redelijke prijs te garanderen.

scandium, siliciummetaal, tantaal, wolfraam, vanadium, platinametalen[39], zware zeldzame aardmetalen[40], lichte zeldzame aardmetalen[41]. De EU analyse bevat dus ook een aantal hernieuwbare grondstoffen. Of grondstoffen kritiek zijn, wordt bepaald aan de hand van twee parameters, dit zijn economisch belang en voorzieningsrisico. Een uitgebreide beschrijving van de gebruikte methodes wordt gegeven in European Commission (2017a).

De figuur geeft voor alle 61 in het rapport beoordeelde grondstoffen hun economisch belang en voorzieningsrisico aan. De rode grondstoffen die de grenswaarden voor zowel economisch belang als voorzieningsrisico overschrijden, worden als kritiek beschouwd. In blauw zijn de overige grondstoffen afgebeeld.

Figuur B.1 Economisch belang en voorzieningsrisico (grondstoffen in rood worden als kritiek beschouwd)



Bron: European Commission (2017b).

[39] Palladium, platina, rodium, ruthenium, iridium.
[40] Dysprosium, erbium, europium, gadolinium, holmium, lutetium, terbium, thulium, ytterbium, yttrium.
[41] Lanthaan, cerium, praseodymium, neodymium, samarium.

Een grondstof die hoog scoort op economisch belang en op voorzieningsrisico, is het element magnesium, dat vanwege zijn sterkte en lage gewicht toegepast wordt in lichtgewicht constructies. Het hoge voorzieningsrisico wordt in dit geval niet veroorzaakt door een dreigend tekort aan magnesium op aarde, maar wel omdat in 2017, 94% van het magnesium dat in de EU gebruikt werd, uit China komt. Europa is hier dus in hoge mate afhankelijk van één land.

Zware zeldzame aardmetalen en lichte zeldzame aardmetalen (HREEs en LREEs in figuurB.1) kennen een hoog voorzieningsrisico maar een minder hoog (alhoewel nog steeds kritiek) economisch belang. Deze metalengroep met diverse toepassingen komt op verscheidene plekken op aarde voor maar wordt nu vooral in China gewonnen tegen lage kosten (zie ook de box in 2.2). De afgelopen jaren is het aandeel in de productie van andere landen toegenomen. Wanneer de prijs toeneemt, kan winning van voorraden in meer landen economisch interessant worden.

Tussen 2010 en 2014 werd 62% van de kritieke grondstoffen in de EU uit China geïmporteerd. Rusland stond op de tweede plek als bron van kritieke grondstoffen met een aandeel van 8% (European Commission, 2017b). Echter omdat EU studie niet kijkt naar de voorraad van grondstoffen op aarde wil dit niet zeggen dat Europa afhankelijk van deze landen moet blijven. Het is mogelijk dat er elders nieuwe bronnen van nu kritische grondstoffen beschikbaar komen; dit kunnen eerder gesloten mijnen[42] zijn of nieuwe winningslocaties. Het voorzieningsrisico neemt dan af.

Kritieke grondstoffen in Nederland

Specifiek voor Nederland heeft TNO in 2015 een analyse van kritieke grondstoffen gemaakt. Hiervoor zijn 64 abiotische grondstoffen bestudeerd (Bastein en Rietveld, 2015). De auteurs besteden aandacht aan leveringszekerheid op korte en lange termijn en aan economisch belang van grondstoffen. Daarnaast kijken zij naar mogelijke andere gevoeligheden voor bedrijven vanwege hun inkoop van grondstoffen, namelijk effecten op het bedrijfsresultaat en de bedrijfsreputatie. In afwijking van de EU houden Bastein en Rietveld (2015) geen rekening met de mogelijkheden voor substitutie, terwijl het aantal jaren ongestoorde productie juist wel een rol speelt.

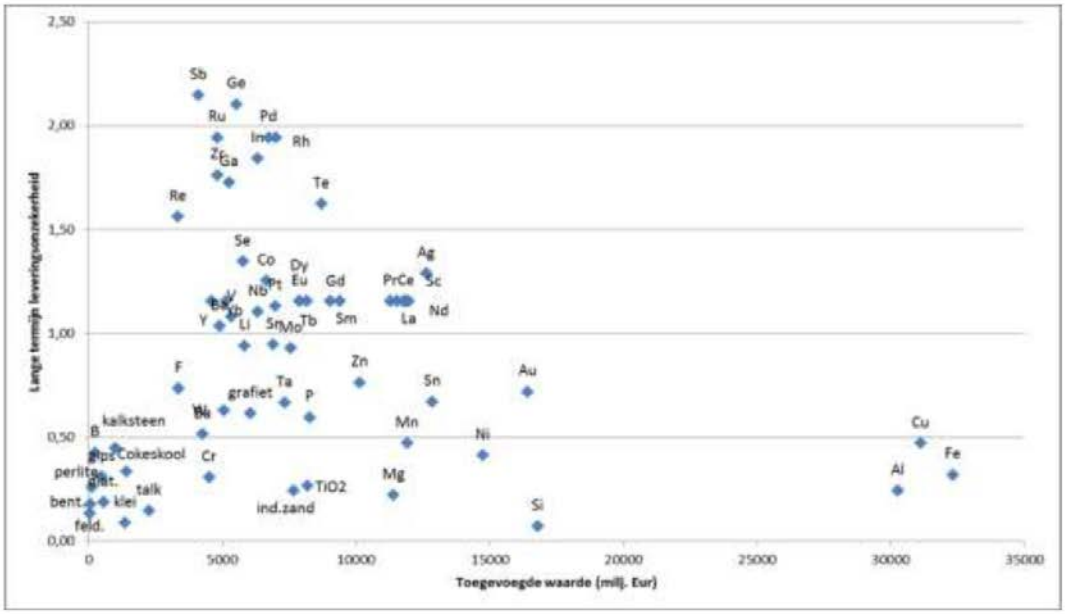
Voor het bepalen van het economisch belang leggen Bastein en Rietveld (2015) de link tussen grondstoffen, productgroepen waarin die grondstoffen worden gebruikt en sectoren in de Nederlandse economie. De berekening van het economisch belang beperkt zich niet tot grondstoffen die in ruwe vorm Nederland binnenkomen; ook binnenkomst als (eerste) halffbrikaat of eindproduct wordt meegenomen. Bijvoorbeeld, ijzer(erts) wordt veel als grondstof geïmporteerd, maar ook als halffabrikaat en als onderdeel van eindproducten.[43] Uiteindelijk drukken Bastein en Rietveld (2015) het economisch belang van een grondstof uit als de toegevoegde waarde in de Nederlandse economie van productgroepen waarin de grondstof een rol speelt. Voor ijzer(erts) ligt het economisch belang boven de 30 miljard euro. IJzer(erts), koper en aluminium zijn de grondstoffen met het grootste economische belang binnen de groep onderzochte grondstoffen. Voor alle andere grondstoffen is het economisch belang aanzienlijk lager. Dit belang is wel relatief hoog (met een toegevoegde waarde van meer

[42] Bijvoorbeeld zeldzame aardmetalen uit de VS, zie de box in paragraaf 2.2.
[43] Van de hier onderzochte grondstoffen staat ijzer(erts) in hoeveelheid in alle drie deze categorieën bovenaan.

dan 10 miljard euro) voor: silicium, goud, nikkel, zilver, scandium, neodymium, praseodymium, cerium, lanthaan, tin, mangaan en magnesiet/magnesium.

In figuur B.2 worden de resultaten van Bastein en Rietveld (2015) voor lange termijn leveringsonzekerheid en het economisch belang gegeven. Het valt op dat de drie stoffen met het grootste economisch belang (ijzer(erts), koper en aluminium) weinig last hebben van leveringsonzekerheid op lange termijn. De grootste mate van leveringsonzekerheid wordt gevonden bij stoffen met een geringer economisch belang, zoals antimoon, germanium en ruthenium. Deze stoffen hangen samen met een toegevoegde waarde van ongeveer 5 mld euro.

Figuur B.2 **Lange termijn leveringsonzekerheid en economisch belang in Nederland**



Figuur-MS- 2 Lange-termijn leveringsonzekerheid vs. belang van materialen **voor de** Nederlandse economie

Bron: Bastein en Rietveld (2015).

B.3 Kritieke grondstoffen gezien vanuit welvaartseconomisch perspectief

Een welvaartseconomische analyse met zijn aandacht voor marktwerking en marktfalens wijkt in een aantal opzichten af van een analyse die zoekt naar kritieke grondstoffen.

Niet beprijsde milieuschade is een belangrijk marktfalen. In de meeste analyses van kritieke grondstoffen is er geen aandacht voor milieuschade, omdat dit niet direct van invloed is op de kwetsbaarheid van de grondstoffen importerende economie.[44] De analyse van kritieke grondstoffen voor Nederland van Bastein en Rietveld (2015) besteedt indirect wel aandacht aan milieuschade, via het mogelijke effect op reputatie van Nederlandse bedrijven.

[44] De analyse van Graedel et al. (2012) is een uitzondering; hier worden milieu-effecten als een aparte dimensie onderscheiden.

Een ander belangrijk marktfalen, marktmacht, krijgt wel aandacht in analyses van kritieke grondstoffen. Zowel de concentratie van winning als die van reserves worden vaak gezien als determinanten van de leveringszekerheid. Onzekere eigendomsrechten worden deels meegenomen in de vorm van een indicator voor de kwaliteit van bestuur. Marktfalen op de innovatiemarkt speelt geen rol in analyses van kritieke grondstoffen. Er wordt wel rekening gehouden met de mate van recycling en regelmatig ook met de mogelijkheden van substitutie, maar er wordt niet bekeken hoe het met innovatie rond schone en zuinige technologie staat. Omdat gekeken wordt naar aanbodrisico's, gaat er veel aandacht uit naar aanbieders van grondstoffen en minder naar de rol van vragers. Maar juist de vragers kunnen bij toenemende schaarste op zoek gaan naar nieuwe methoden om zuiniger met grondstoffen om te gaan, grondstoffen te vervangen of om beter te kunnen recyclen.

In een analyse van kritieke grondstoffen komt dus maar een deel van de marktfalens aan de orde. Deze analyse geeft daarom geen compleet inzicht in effecten op de maatschappelijke welvaart. De analyse vestigt wel de aandacht op de specifieke eigenschappen van grondstoffen en de samenhang tussen deelmarkten voor verschillende grondstoffen. Analyse van kritieke grondstoffen laten bijvoorbeeld zien dat voor het aanbodrisico van belang is of een grondstof een bijproduct is. In dat geval kan de markt voor die grondstof niet los gezien worden van de markt voor de hoofdgrondstof. Dit is een punt om rekening mee te houden bij een economische analyse van markten.

Analyses van kritieke grondstoffen berekenen concrete getallen voor bepaalde indicatoren, waardoor onzekerheid moeilijk in te passen is. Deze analyses gaan bij het bepalen van de leveringszekerheid vaak uit van één getal voor het aantal jaren ongestoorde productie, de R/P verhouding. Dit verwaarloost de grote onzekerheid die er is rond de waarde en ontwikkeling van beide factoren, reserves en productie, en dus ook hun verhouding. In een economische analyse is er meer aandacht voor onzekerheden en nieuwe ontwikkelingen: prijsstijging kan op de lange termijn leiden tot een dalende vraag, tot het zoeken naar nieuwe reserves en ontginnen daarvan en kan ook de ontwikkeling van nieuwe technologieën stimuleren.

Een analyse van kritieke grondstoffen lijkt op een gedetailleerde foto van de huidige situatie en de risico's die daar op korte en lange termijn uit kunnen voortkomen zonder expliciet aandacht te besteden aan aanpassingsmechanismen en marktfalens. Een analyse van kritieke grondstoffen geeft voor een groot aantal grondstoffen een indicatie waar misschien problemen zullen optreden, maar laat slechts beperkt zien welke marktfalens aan deze problemen ten grondslag liggen. Ook geeft de analyse weinig inzicht in aanpassingen die op gang kunnen komen. De specifieke technische en geologische eigenschappen van grondstoffen krijgen veel aandacht, wat belangrijke informatie oplevert. Het is wel moeilijk om de selectie en invulling van indicatoren te objectiveren, wat van belang is bij het interpreteren van de resultaten.

Fosfaat is onmisbaar

Levende wezens kunnen niet zonder geringe hoeveelheden fosfaat. Om iedereen op de wereld te kunnen voeden is kunstmest nodig, dat niet geproduceerd kan worden zonder fosfaat.

We kunnen dus niet zonder fosfaat. Wat zijn nu de risico's dat het fosfaat opraakt? Voorlopig zijn er nog voldoende reserves en zeer waarschijnlijk kunnen reserves nog toenemen. Op veel plaatsen in de wereld is exploratie gaande, o.a. in Finland. Verder wordt er serieus nagedacht over het winnen van fosfaat op de oceaanbodem. Vanwege schadelijke effecten op het ecosysteem van de oceaan is niet zeker dat dit de maatschappelijke welvaart zal verhogen. Naast een uitbreiding van reserves is het ook mogelijk om doelmatiger met fosfaat om te gaan. Denk alleen al in de voedselverspilling die nog optreedt in de westerse wereld, maar er zijn ook andere bronnen van ondoelmatigheid. In Noord-Amerika en West-Europa is de fosfaatconsumptie de afgelopen 10 tot 15 jaar al afgenomen. In Nederland wordt beleid gevoerd om fosfaatoverschotten in de bodem tegen te gaan. Wij hebben dus eerder te veel dan te weinig fosfaat.

Maar stel nu dat ondanks exploratie en grotere doelmatigheid de reserves toch opraken en er nauwelijks primair fosfaat meer gewonnen kan worden. Gebeurt er dan een ramp? Niet noodzakelijk, want fosfaat kan ook worden gerecycled. Dit kan bijvoorbeeld uit rioolwater in de vorm van struviet, uit rioolslibas en uit speciaal voor dit doel opgevangen urine en faeces. De wereld zal dus niet zo snel zonder fosfaat komen te zitten. Een misschien wel veel groter probleem zijn verdelingseffecten: recycling kost geld en schaarste zal leiden tot hoge prijzen voor fosfaat en kunstmest. Boeren in ontwikkelingslanden kunnen hierdoor in grote problemen komen.

Bijlage C Een efficiënte grondstoffenmarkt

Niet-hernieuwbare grondstoffen die nu worden gewonnen, kunnen later niet meer uit de grond worden gehaald. Deze bijlage laat zien dat private eigenaren een voor hen optimaal pad over de tijd bepalen, waarbij de afweging tussen nu of later winnen onder andere afhangt van de verwachte ontwikkeling van de prijs en de discontovoet die ze hanteren voor toekomstige uitkomsten. Hun eigen optimalisatie leidt ook tot een maatschappelijk optimum als markten goed werken en private eigenaren dezelfde discontovoet gebruiken als de maatschappij. Een belangrijk aspect van goede marktwerking is dan wel dat eigendomsrechten goed zijn gedefinieerd.

C.1 Inleiding

Op markten voor niet-hernieuwbare grondstoffen ontmoeten vraag en aanbod elkaar, net als op andere markten, en ontstaat een prijs. Die prijs bevat informatie die vragers en aanbieders van de grondstof kunnen gebruiken om hun keuzes te optimaliseren, gegeven de doelen die ze nastreven (zoals winstmaximalisatie). Stel dat de vraag toeneemt en de prijs van een bepaalde grondstof daardoor stijgt. Dit heeft invloed op het aanbod en de vraag. Bedrijven kunnen bijvoorbeeld op zoek gaan naar nieuwe plaatsen waar de grondstof kan worden gewonnen (exploratie). Voor vragers is de stijgende prijs een prikkel om te kijken of er wellicht een alternatief is voor de grondstof die ze gebruiken of dat er mogelijkheden zijn om zuiniger aan te doen met de grondstof in hun productieproces. De prijs geeft dus informatie die partijen op de markt kunnen gebruiken om zich aan te passen. Hierdoor beweegt de markt zich in de richting van een nieuw evenwicht.

Wat zijn de uitkomsten op een efficiënte markt?

Onder een aantal voorwaarden werken markten efficiënt. Dan ontstaat er een situatie waarbij geen enkele partij er op vooruit kan gaan zonder dat een andere er op achteruitgaat.[45] We noemen dit een sociaal optimum. Dit betekent dat de totale welvaart maximaal is gegeven de randvoorwaarden. Een efficiënte markt hoeft niet te betekenen dat er een verdeling tot stand komt die als maatschappelijk gewenst wordt gezien. Op de verdeling tussen generaties gaan we in hoofdstuk 3 kort in. Ontwikkelingen op grondstoffenmarkten en milieubeleid kunnen ook gevolgen hebben voor de verdeling tussen en binnen landen. Deze verdelingsaspecten blijven in deze studie buiten beschouwing.

Een efficiënte markt voor niet-hernieuwbare grondstoffen

Een bedrijf dat grondstoffen wint moet alle perioden in de beschouwing betrekken als het de vraag wil beantwoorden wat de optimale winning is. Met andere woorden, het gaat er om het optimale pad over de tijd te bepalen. Efficiëntie over de tijd vereist dat de totale (contant gemaakte) winst van het gekozen tijdpad niet vergroot kan worden door te schuiven tussen verschillende perioden.

C.2 Voorwaarden voor een efficiënte markt

Er moet aan stringente voorwaarden voldaan zijn voor een volkomen efficiënte markt. De voorwaarden zijn (zie bijvoorbeeld Fullerton en Stavins, 1998):

- geen publieke goederen[46]
- geen externe effecten[47]
- geen marktmacht bij aanbieders of vragers
- geen informatieproblemen
- geen transactiekosten
- geen belastingen
- geen gemeenschappelijk bezit (‘common property’)

Als de markt aan een of meerdere voorwaarden niet voldoet, treedt er *marktfalen* op. De overheid kan proberen dit marktfalen te corrigeren. Dat lukt niet altijd: de overheid kan gehinderd worden door bijvoorbeeld een gebrek aan informatie, te weinig draagvlak voor een maatregel en beïnvloeding door lobbyisten. Bovendien kan het bereiken van een grotere maatschappelijke welvaart op gespannen voet staan met verdelingsaspecten of rechtvaardigheidsvraagstukken.

[45] Dit wordt een Pareto-optimum genoemd.
[46] Dit zijn goederen die iedereen zonder betaling kan gebruiken als ze bestaan zonder dat de beschikbare hoeveelheid voor anderen minder wordt.
[47] Een extern effect treedt op als de acties of gedragingen van één partij ongecompenseerde voor- of nadelen veroorzaken voor een andere partij (Romijn en Renes, 2013).

C.3 Optimaal winningstempo in het model van Hotelling

Een belangrijk middel om markten voor niet-hernieuwbare grondstoffen te analyseren is het theoretische model dat Harold Hotelling in 1931 heeft ontwikkeld en de uitbreidingen daarvan (Hotelling, 1931). Hieronder zullen we aangeven welke veronderstellingen dit model kent en wat de uitkomsten zijn. Bedrijven bepalen een voor hen optimaal winningstempo over de tijd in het Hotelling-model. Dit pad is ook sociaal optimaal is als er verder geen marktimperfecties zijn en de discontovoet van de bedrijven niet afwijkt van de maatschappelijke discontovoet. In een efficiënte markt hoeven dus geen zorgen te zijn over te snelle uitputting van de voorraden van niet-hernieuwbare grondstoffen.

Veronderstellingen

Het model van Hotelling kent (zoals alle modellen) een aantal vereenvoudigende veronderstellingen waardoor het mogelijk wordt om belangrijke mechanismen bloot te leggen.[48] Het zijn de volgende (zie Tilton, 1996 en Krautkraemer, 1998):

- volkomen concurrentie (of monopolie[49])
- bedrijven maximaliseren de netto contante waarde van hun winsten over de tijd
- geen onzekerheid
- geen technologische ontwikkelingen
- de voorraad is bekend, vast van omvang en homogeen
- recycling speelt geen rol[50]
- er is geen alternatief voor de stof

Onder volkomen concurrentie zien bedrijven de prijs als gegeven. In dit model kennen ze ook de toekomstige prijzen. Het model kent immers geen onzekerheid. De optimale beslissing in het heden hangt mede af van prijzen en andere grootheden in de toekomst. De veronderstellingen van het Hotelling model worden geïllustreerd in onderstaand kader.

[48] Het model kan worden uitgebreid door deze veronderstellingen één voor één los te laten en na te gaan wat dat betekent voor de individuele bedrijfsbeslissing en voor de maatschappelijke welvaart.
[49] Hotelling besteedt aandacht aan volkomen concurrentie en monopolie, maar voor dit hoofdstuk is alleen volkomen concurrentie relevant. Overigens moet aan (een vorm van) de regel van Hotelling ook voldaan zijn onder oligopolie, kartel-franje, oligopolie-franje evenwichten, etc. Zie Withagen (2013) voor een overzicht.
[50] In beginsel is er geen reden voor opslag. De grondstof kan net zo goed in de grond blijven zitten. Onder sommige omstandigheden kan de mogelijkheid van opslag wel een rol spelen. Met onvolledige mededinging kan het evenwicht impliceren dat de netto prijs van de hulpbron sneller stijgt dan de rentevoet. Dit gebeurt als de prijselasticiteit van de vraag negatief afhangt van de prijs. In dat geval is er een arbitragemogelijkheid wanneer de hulpbron opgekocht en opgeslagen kan worden. Zie hoofdstuk 11 van Dasgupta en Heal (1979).

Niet-hernieuwbare grondstoffen als een bak M&M's

Tim Haab legt de allersimpelste versie van het Hotelling model als volgt uit (zie link). Stel je voor dat je de enige eigenaar bent van een gigantische kom waar alle M&M's in de wereld in zitten. Het recept voor M&M's en andere soorten snoep is verloren gegaan; dus er bestaat geen ander snoep meer en er zal ook geen snoep meer worden gemaakt.

Nu moet je bedenken hoeveel M&M's je op welk tijdstip wilt verkopen. Als je geld binnenkrijgt uit verkoop, kun je dat op de bank zetten en rente krijgen. Als je denkt dat je M&M's in de toekomst meer waard zijn, kun je ze ook later verkopen.

Om je winst te kunnen maximaliseren, moet de prijs van M&M's dan stijgen met de rentevoet. Dit is de Hotelling regel voor een niet-hernieuwbare grondstof met een private eigenaar, waar geen alternatieven voor zijn, met een bekende voorraad die niet meer toe zal nemen, met constante kosten van winning, en die niet gerecycled kan worden.

De hoofdles is dat de prijs een indicator is van de schaarste van een grondstof. Als de grondstof schaarser wordt, neemt de prijs toe en komen aanpassingsprocessen op gang.

Uitkomsten van het model

De allersimpelste versie van de Hotelling-regel luidt als volgt: in evenwicht neemt de prijs voortdurend toe met de rente. Als dit niet zo zou zijn, is het voordeliger is om meteen alles uit de grond te halen of steeds in de grond te laten zitten. [51] Dit resultaat ontstaat onder de veronderstelling dat er geen winningskosten zijn voor de niet-hernieuwbare grondstof.[52] In dat geval is de verkoopprijs van een grondstof direct ook de winst voor het bedrijf. Deze winst kan gezien worden als een schaarstepremie. De prijs is hoger dan de marginale kosten, ook bij volkomen concurrentie, omdat het bedrijf een deel van de eindige voorraad bezit.

Bij de veronderstelling van constante kosten van winning stijgt de prijs ieder jaar in een evenwichtspad, maar langzamer dan de rente. In dit geval wordt de winning naar achteren geschoven in de tijd[53] en de initiële prijs stijgt (zie Krautkraemer, 1998). In een model met verschillende mijnen die elk hun eigen constante extractiekosten hebben, worden eerst de grondstoffen met lage kosten gewonnen en dan pas de duurder te winnen.[54] Er kan ook worden verondersteld dat de winningskosten variabel zijn: de kosten van het winnen van een extra eenheid kunnen afhangen van de omvang van de winning in een bepaalde periode en van de voorraad die nog over is in de periode. Bij voorraad-afhankelijke kosten is het mogelijk dat de voorraad grondstof niet in zijn geheel wordt opgemaakt: vanwege stijgende kosten wordt het economisch onrendabel om alle grondstof te winnen.

Uitbreidingen

Uitbreidingen op het Hotelling-model zijn bijvoorbeeld de mogelijkheid om nieuwe reserves te ontdekken (exploratie) en de optie om een alternatief voor de niet-hernieuwbare grondstof te gebruiken (backstop-technologie).

---

[51] Als de rente nul is, is het aanbod van de grondstof in iedere periode gelijk.
[52] Dit is wellicht niet in alle gevallen zo onrealistisch als het lijkt, bv. de winning van olie kan lage kosten hebben in relatie tot de prijs van de olie in een land als Saudi Arabië waar olie overvloedig aanwezig is.
[53] Door het contant maken van de constante kosten is winning later minder duur dan winning nu.
[54] Dit wordt de Herfindahl regel genoemd, zie Gaudet en Salant, 2014. Deze regel hoeft niet te gelden bij een meer algemene vorm van de kostenfunctie. Er wordt hier uitgegaan van volkomen concurrentie.

Door exploratie kunnen nieuwe reserves ontdekt worden, waardoor de voorraad minder snel afneemt of zelfs toeneemt over de tijd. Exploratie kan leiden tot een ander prijspad, bv. u-vormig, maar het is van tevoren niet duidelijk hoe het prijspad zal veranderen (zie Krautkraemer, 1998). Het prijspad kan ook een neerwaartse trend vertonen, maar uiteindelijk moet de prijs in de laatste periodes altijd stijgen.[55]

Een zogeheten 'backstop' technologie vormt een alternatief voor de niet-hernieuwbare grondstof. De aanwezigheid van een alternatief begrenst de mate waarin de prijs van de niet-hernieuwbare grondstof kan stijgen. Als de prijs te veel zou stijgen, zou iedereen immers overstappen op de backstop-technologie. Hierbij is natuurlijk wel van belang hoe groot de substitueerbaarheid is.

C.4 Onzekerheid

Grondstoffenwinning gaat om de afweging hoeveel nu te winnen en hoeveel later. Dat vraagt een inschatting van de toekomstige omstandigheden en die zijn per definitie onzeker. Hoeveel voorraden bevat de bron? Zullen andere bronnen tot ontwikkeling worden gebracht? Zullen er technologische ontwikkelingen worden bedacht die een makkelijker exploitatie mogelijk maken? Of worden er juist concurrerende alternatieven ontwikkeld?

Het bestaan van d onzekerheden doet niets af aan de fundamentele afweging tussen nu of later. Onzekerheid leidt alleen tot het inbouwen van voorzichtigheidsmarges (risicopremies en optiewaardes). Dat is op zichzelf geen marktfalen, omdat de overheid en de maatschappij zich voor dezelfde onzekerheid zien geplaatst. Dit pleit voor goed ontwikkelde financiële markten waar alle mogelijke beschikbare informatie zo goed mogelijk wordt benut om risico's zoveel mogelijk af te dekken en daar te leggen waar ze zo goed mogelijk gemanaged worden. Op die manier heeft onzekerheid de minste invloed op de optimale winning.

Naarmate dit soort indekkingsmechanismes minder goed ontwikkeld zijn, wordt onzekerheid een grotere horde, met suboptimaal grote voorzichtigheid als gevolg. Er is dan sprake van marktfalen in de financiële markten (incomplete markten). Beleid kan zich dan wellicht richten op het bevorderen van voldoende liquiditeit in de financiële markten en het ontwikkelen van financiële instrumenten om risico's beter te alloceren.

C.5 Hotelling en empirie

In de literatuur is redelijk wat aandacht besteed aan pogingen om na te gaan of het Hotelling-model ook een empirische betekenis heeft, naast de theoretische (zie bijvoorbeeld Slade en Thille (2009) en Livernois (2008)). Het is moeilijk om duidelijke conclusies te trekken uit deze literatuur, mede omdat het Hotelling-model er niet zo goed in is om toetsbare hypotheses op te leveren, zoals Karp (2017) aangeeft.

[55] Exploratie levert ook nieuwe informatie op die kan leiden tot andere verwachtingen over de toekomstige waarde van de voorraad grondstoffen. In dit geval is een neerwaartse trend in de prijs mogelijk (Krautkraemer, 1998).

Naarmate meer beperkende veronderstellingen worden losgelaten uit de simpelste versie van het model, zoals het toelaten van exploratie en technische ontwikkeling, wordt het moeilijker om duidelijke voorspellingen te doen over het verloop van de prijs en de schaarstepremie en wordt het ook moeilijker om het model empirisch te toetsen. Dan zijn namelijk de marginale kosten van grondstoffenwinning nodig voor de toetsing en die zijn niet bekend.

De eenvoudigste versie van het model is wel gemakkelijk te toetsen, omdat dat op basis van de prijs van de grondstof kan worden gedaan. In werkelijkheid wordt niet gevonden dat prijzen van grondstoffen meestijgen met de rente. Een mogelijke verklaring hiervoor zijn de onrealistische veronderstellingen in deze versie van het model, zoals het ontbreken van exploratie, recycling en technologische ontwikkeling. De simpelste versie van het Hotelling-model geeft dus geen goede beschrijving van de werkelijkheid, zoals ook te verwachten valt. Uitgebreidere versies van het model doen dat mogelijk wel. Anderson et al. (2018) geven aan dat een variant op het Hotelling-model voor olie wel empirische verschijnselen kan verklaren als het wordt toegepast op de beslissing om te boren, in plaats van de omvang van de productie van olie. Ongeacht het empirisch succes levert het Hotelling-model belangrijke theoretische inzichten op (zie hieronder).

C.6 Conclusies

Een hoofdles uit het model van Hotelling is dat de eigenaar van de niet-hernieuwbare grondstoffen er zelf belang bij heeft om efficiënt met die grondstoffen om te gaan. Zolang de eigendomsrechten maar goed zijn gedefinieerd, leidt het feit dat er een eindige voorraad is van niet-hernieuwbare grondstoffen op zich zelf niet tot een marktfalen. Bij schaarste kan het prijsmechanisme signalen geven en op die manier aanpassingsmechanismen in gang zetten. Het door de eigenaar gekozen pad is ook sociaal optimaal is als er verder geen marktimperfecties zijn en de discontovoet van de bedrijven niet afwijkt van de maatschappelijke discontovoet.

Als een grondstof steeds schaarser wordt in de loop van de tijd, wordt de prijs steeds hoger. Het stijgen van de prijs zal gebruikers aanzetten om hun gedrag aan te passen, bijvoorbeeld zuiniger met de stof omgaan of gaan zoeken naar substituten. Er komt een efficiënte verdeling van de winning over de tijd tot stand, als markten goed werken.

Echter, markten werken lang niet altijd goed. Op de markten voor niet-hernieuwbare grondstoffen treedt een aantal marktfalens op.

Bijlage D Pollution haven hypothesis

De literatuur laat zien dat pollution haven effecten wel bestaan, maar het effect lijkt alleen op te treden in specifieke sectoren en bescheiden in omvang. Zo geeft een recent onderzoek een overzicht van empirische ex post evaluatiestudies naar het effect van milieubeleid op concurrentievermogen (Dechezleprêtre and Sato 2017). De auteurs concluderen dat er weinig bewijs is dat milieubeleid een groot effect heeft op het concurrentievermogen. Ze geven wel aan

dat er op de korte termijn kleine negatieve effecten kunnen zijn van voorop lopen in klimaatbeleid, vooral voor sectoren met veel vervuiling en veel energiegebruik. De effecten zijn volgens hen klein vergeleken bij andere factoren die handel en locatiekeuze beïnvloeden. De negatieve effecten zijn geconcentreerd bij een subgroep van sectoren, basisindustriële sectoren met een hoog energiegebruik, waar die hun kosten van bestrijding van milieuschade niet goed kunnen doorberekenen aan afnemers en waar die weinig mogelijkheden hebben om hun productieprocessen aan te passen. Voor deze subgroep van sectoren is het risico van 'pollution leakage' en concurrentieproblemen reëel. De werkgelegenheid zal waarschijnlijk op macroniveau op langere termijn weinig veranderen door streng milieubeleid, maar er zal wel een verschuiving plaatsvinden van vervuilende naar niet-vervuilende activiteiten (Hafstead en Williams, 2016, geciteerd in Dechezleprêtre en Sato, 2017). Op korte termijn op microniveau zijn de effecten op vervuilende en energie-intensieve sectoren significant, maar klein.

Carbone en Rivers (2017) geven een overzicht van kwantitatieve resultaten uit de literatuur over unilateraal klimaatbeleid die gebruik maakt van berekeningen met CGE modellen (computable general equilibrium models).[56] Deze literatuur laat zien dat eenzijdige beperking van emissies een negatief effect heeft op export en productie in emissie-intensieve sectoren die aan internationale handel zijn blootgesteld. Zij duiden het negatieve effect aan als bescheiden.[57] Ze geven aan dat de resultaten sterk afhangen van de gehanteerde veronderstellingen in de modellen.

Koźluk en Timiliotis (2016) presenteren schattingen van het effect van de stringentie van het milieubeleid in verschillende landen op de export. [58] Een verschil in stringentie heeft geen significant effect op de export als geheel. Als het exporterende land een stringenter milieubeleid heeft dan het importerende land, heeft dit een negatief effect op de export van bedrijfstakken met een hoge vervuilingsintensiteit, en juist een positief effect op de export van bedrijfstakken met een lage vervuilingsintensiteit. De specialisatie binnen een land zal dus veranderen. De effecten op de export van bedrijfstakken zijn niet verwaarloosbaar, maar klein vergeleken met het effect van bijvoorbeeld een regionale handelsovereenkomst.

CPB en PBL (2018) bespreekt de mogelijkheid om de opbrengst van milieubelastingen te gebruiken om de belasting op arbeid te verlagen. Het idee van sommige voorstanders van deze optie is dat de totale werkgelegenheid zal toenemen doordat verstorende belastingen op arbeid worden verlaagd. CPB en PBL (2018) concludeert dat de totale werkgelegenheid op de lange termijn niet zal veranderen wanneer fiscale vergroening de totale belastinginkomsten en de inkomensverdeling ongewijzigd laat. Fiscale vergroening draagt in de eerste plaats bij aan milieudoelstellingen. Het ligt niet voor de hand om fiscale vergroening te motiveren vanuit verwachte arbeidsmarkteffecten op de lange termijn. Er hoeft echter op lange termijn ook geen angst te zijn voor netto verlies van banen doordat bedrijven vertrekken naar 'pollution havens' volgens deze studie.

[56] Zij selecteren berekeningen waarin de opbrengsten van de CO2-belasting op een niet-verstorende manier aan de consument worden teruggegeven (bv met een lumpsum).
[57].De omvang vatten ze als volgt samen: "On average, policies designed to reduce economy-wide emissions by 20 percent are estimated to reduce emissions-intensive trade-exposed (EITE) output by 5 percent and exports by 7 percent.
[58] We bespreken hier de schattingen van de binnenlandse toegevoegde waarde in de export. Deze te verklaren variabele geeft een beter beeld van het effect van milieubeleid dan de bruto export, omdat veel intermediaire goederen worden geïmporteerd en het binnenlands milieubeleid daar geen direct effect op heeft. Gebruikt zijn data voor OECD-landen en Brazilië, Rusland, India, Indonesië, China en Zuid-Afrika.

Dit is een uitgave van:

Centraal Planbureau
Bezuidenhoutseweg 30
Postbus 80510 | 2508 GM Den Haag
T (088) 984 60 00

info@cpb.nl | www.cpb.nl

Juni 2018