



De kost van hernieuwbare energie zonder technologiebeleid

2016/1

11 | 03 | 2016

 MENSEN

 WELVAART

 BESCHERMING

Abstract

De factuur van hernieuwbare energie hangt in sterke mate af van het technologiebeleid dat de hernieuwbare revolutie moet inleiden. Het verspreiden van radicaal nieuwe technologieën vereist immers een sterk ondersteunend technologisch beleid met maatregelen aan zowel de aanbod- als de vraagzijde. Zonder een voorafgaand R&D-beleid dreigt het verspreiden van eerder inefficiënte technologieën onnodig duur uit te vallen.

De becijfering van pull/push ratio's leert dat Europa 150 keer meer uitgeeft aan productiesubsidies voor relatief inefficiënte hernieuwbare technologieën dan aan de ontwikkeling van betere en dus goedkopere technologieën. Zo loopt de totale factuur voor de productiesubsidies voor hernieuwbare energie tegen 2030 op tot 790 of 890 miljard Euro. Indien eerst meer geïnvesteerd was geweest in de ontwikkeling van betere technologieën zou de finale subsidiefactuur ongetwijfeld lager uitvallen.

JOHAN ALBRECHT
Senior Fellow Itinera Institute

Duurzaam en energiearm?

Hernieuwbare energie is van cruciaal belang voor het klimaatbeleid maar heeft ook een prijs. Het doorrekenen van de subsidiekost van hernieuwbare energie in de elektriciteitsfactuur van de finale consument is budgettair interessant maar heeft ook beperkingen. Subsidies voor hernieuwbare energie verhogen de elektriciteitsfactuur en hierbij geldt dat ook kleine verhogingen grote gevolgen kunnen hebben. Zo is er de mogelijke impact op de competitiviteit van onze bedrijven die internationaal moeten concurreren. In sectoren met lage marges kan een kleine verhoging van de energiekost een groot verlies in marktaandeel veroorzaken. Maar ook voor onze gezinnen moet de energiefactuur bewaakt worden. Volgens de Koning Boudewijnstichting leeft vandaag één op vijf Belgische gezinnen in energiearmoede¹ en dit aandeel stijgt. De subsidiekost van hernieuwbare energie draagt in zeer beperkte mate bij tot de energiearmoede. Maar deze subsidiekost stijgt jaar na jaar door beleidskeuzes van het verleden inzake zonnepanelen, off-shore wind en biomassa.

Een hogere elektriciteitsfactuur betekent ook dat gezinnen minder kunnen besteden aan andere uitgavencategorieën zoals voeding, kledij, ontspanning, toerisme enzovoort. Het beleid inzake hernieuwbare energie creëert dan wel jobs bij energiebedrijven maar doet ook veel jobs sneuvelen in andere sectoren zoals distributie en horeca.

Maar waarom is de factuur van hernieuwbare energie zo hoog? Hiertoe zijn enkele verklaringen. De weersafhankelijke hernieuwbare energietechnologieën kampen met een lage energiedichtheid, een lage capaciteitsbenutting – bijvoorbeeld 13% voor zonnepanelen – en het onvermogen om de vraag naar elektriciteit te volgen zonder de toevoeging van een opslagsysteem. Deze beperkingen hebben momenteel een prijs maar de technologische ontwikkeling staat niet stil en kan voor positieve verrassingen zorgen. De spectaculaire daling van de kost van zonnepanelen na 2010 is illustratief. Een zonnepaneel is echter een commodity die na massaproductie relatief eenvoudig in de markt verspreid kan worden. Dit is helemaal niet het geval voor complexe projecten zoals biogasprojecten of grootschalige opslagsystemen. Een andere verklaring voor de relatief hoge kostprijs van hernieuwbare energie in Europa is het negeren van het belang van voorafgaand technologisch onderzoek. R&D ligt aan de basis van de belangrijke technologische revoluties. Zonder een sterk R&D-beleid zien we geen revoluties maar trage evoluties...

Technology-push

De energietransitie op basis van hernieuwbare energietechnologieën is een radicaal technologisch project. Radicaal nieuwe technologieën vallen nooit uit een boom maar worden decennialang voorbereid en ingeleid door opeenvolgende fasen met publiek gefinancierd basisonderzoek, publiek-private samenwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen, privaat gefinancierd toegepast onderzoek, de creatie van duidelijk

¹ <https://www.kbs-frb.be/nl/Newsroom/Press-releases/2015/20151124ND>

gedefinieerde nichemarkten en fiscale incentives². Deze cyclus met opeenvolgende fasen is specifiek voor elke technologische (r)evolutie en kan in bepaalde gevallen zeer veel tijd in beslag nemen. Zo kunnen we na een lang traject van ongeveer 40 jaar vandaag gebruik maken van zeer krachtige en toch zeer goedkope informatietechnologieën.

Energietechnologieën zijn niet zomaar te vergelijken met gegeerde consumententechnologieën zoals smartphones. Elektriciteit is niet meer dan een commodity. Het algemene publiek is blijkbaar gefascineerd door de allernieuwste smartphones maar heeft een zeer beperkte interesse in de elektriciteit om de batterijen op te laden. En niet alle consumenten willen spontaan meer betalen voor groene elektriciteit. In deze moeilijke markt zijn subsidies noodzakelijk en moeten de nodige stappen gezet worden om de subsidiekost te minimaliseren. Jammer genoeg hebben overheden de afgelopen decennia zeer weinig middelen besteed aan technologisch onderzoek naar meer efficiënte hernieuwbare energietechnologieën. Het Internationale Energie Agentschap (IEA) publiceerde in 2010 een vergelijking tussen de geraamde behoefte³ aan publiek gefinancierd basisonderzoek in de OESO-landen om een zeer ambitieus klimaatbeleid te kunnen voeren en de werkelijke jaarlijkse publieke uitgaven aan energietechnologisch onderzoek en ontwikkeling. Tabel 1 toont aan dat de kloof tussen de optimale R&D-bestedingen en de werkelijke R&D-bestedingen voor enkele belangrijke technologieën van de energietransitie zeer groot is. Het IEA vraagt dan ook al enkele jaren om de energiegerelateerde R&D-uitgaven zeer sterk te verhogen in de OESO-landen. Deze oproep werd voorlopig niet of slechts zeer aarzelend beantwoord. Hierdoor verkleint de kans op een betaalbare energietransitie met een sterke vermindering van de globale CO₂-uitstoot.

2 Nichemarkten en fiscale incentives worden in principe gebruikt om tijdelijk de verspreiding van bepaalde technologieën aan te moedigen. Hierdoor kunnen consumenten en gebruikers nieuwe technologieën evalueren en nuttige feedback geven aan de producenten. Producenten kunnen ook leereffecten opbouwen waardoor op termijn de productiekosten dalen. Zonder een beperking in de tijd van de nichemarkt of van de fiscale incentives, is er minder druk voor de bedrijven om kostendalingen te realiseren. Dit is niet voordelig voor consumenten en belastingbetalers.

3 Het IEA becijfert de minimale kost van de energietransitie op basis van de te verwachten daling van de investeringskosten voor koolstofarme technologieën tussen 2010 en 2050. Op basis van historische data maakt het IEA een projectie van de noodzakelijke R&D om op termijn de investeringskost te kunnen verlagen. Dergelijke projecties zijn vooraf indicatief.

Tabel 1 – Kloof tussen optimale en werkelijke R&D uitgaven in OESO-landen (per jaar, miljoen US\$)

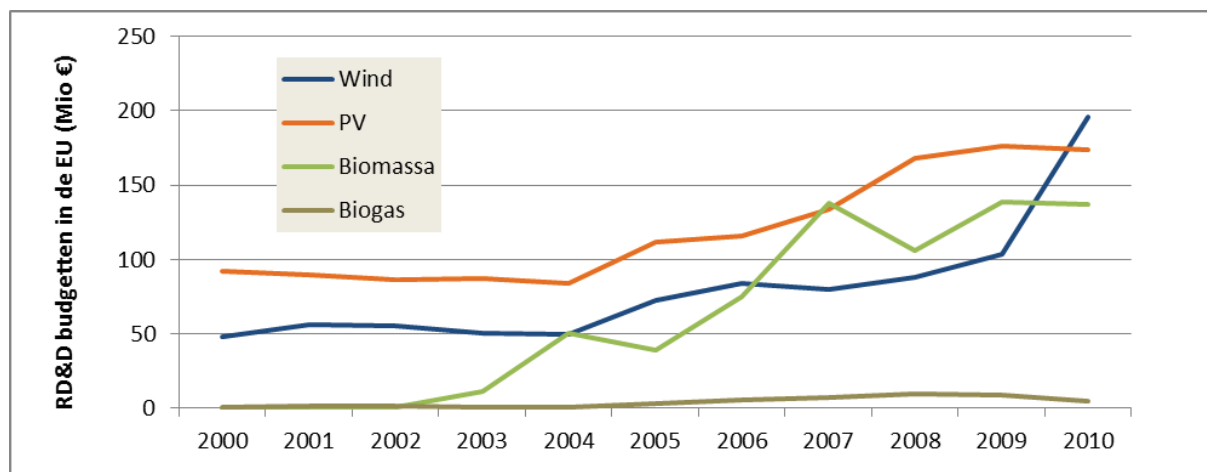
	Optimaal (per jaar)	Werkelijk (per jaar)
Bioenergie (biomassa en biobrandstoffen)	1 500 – 3 000	530
Energie efficiëntie (industrie)	5 000 – 10 000	530
Smart grids	5 600 – 11 200	530
Solar (PV + CSP + solar heating)	1 800 – 3 600	680
Wind	1 800 – 3 600	240

Bron; IEA (2010). *Energy Technology Perspectives 2010* (tabel 12.2)

Publiek gefinancierd technologisch onderzoek is essentieel voor radicale innovaties. De private sector investeert te weinig middelen in zeer onzeker technologisch onderzoek met een zeer lange terugverdientijd. Deze private onderinvesteringen in R&D zijn dan ook een typevoorbeeld van het falen van de markt. De logisch correctie voor dit marktfalen vinden we in publieke R&D-inspanningen. Deze versterken het basisonderzoek waardoor later nieuwe technologische sectoren gevoed worden. Zonder publieke R&D moeten we veel langer wachten op nieuwe technologische golven en had u momenteel geen smartphone in de hand. Wanneer de overheid een nieuwe technologie in de markt wenst te subsidiëren, moet de keuze gemaakt worden tussen het subsidiëren van basisonderzoek om de technologie op termijn efficiënter te maken, het subsidiëren van de verspreiding van een bestaande technologie of de combinatie van het subsidiëren van basisonderzoek om pas daarna een verbeterde technologie in de markt te gaan verspreiden.

De concrete betekenis van een systematische onderinvestering in energietechnologisch onderzoek kunnen we momenteel in Europa observeren. In Figuur 1 presenteren we eerst de publieke uitgaven aan technologisch onderzoek inzake wind, PV, biomassa en biogas in de Europese Unie tussen 2000 en 2010. Hieruit blijkt dat gedurende deze volledige periode amper 50 tot 100 miljoen Euro per jaar besteed werd aan de ontwikkeling van meer efficiënte windtechnologie. Toch verwacht Europa dat windenergie op termijn een zeer belangrijke component wordt van het totale Europese energiesysteem. Was de windtechnologie rond het jaar 2000 dan al zo goed en zo goedkoop dat er amper nog onderzoek nodig was?

Figuur 1 – Evolutie publieke R&D-uitgaven in de Europese Unie, 2000 – 2010 (in miljoen Euro)



Bron; Albrecht, J., Laleman, R. en Vulsteke, E. (2015). Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

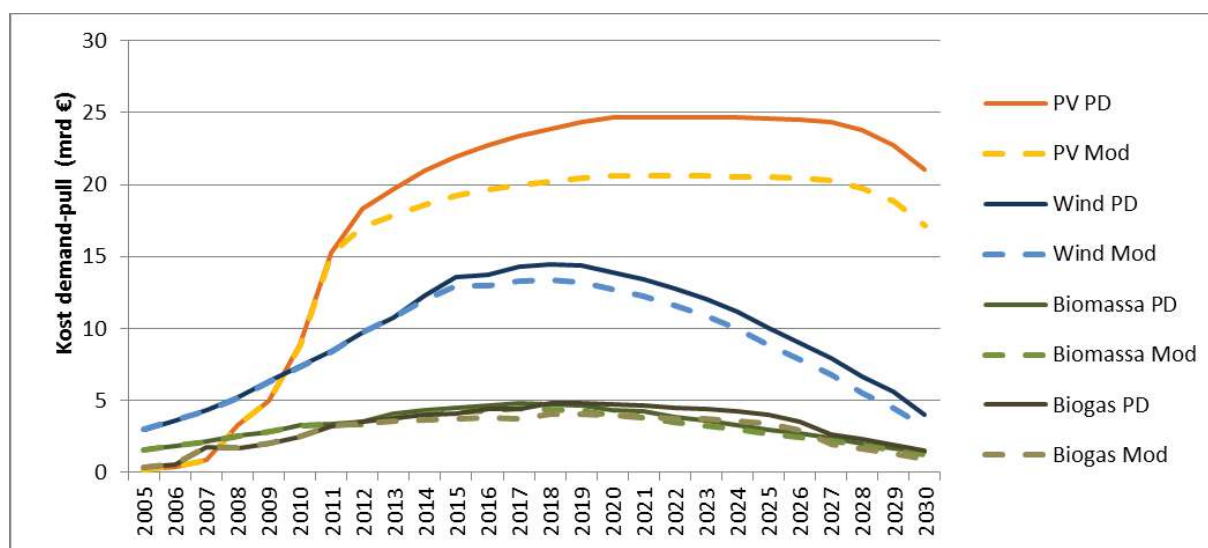
Na 2000 kreeg hernieuwbare energie een prominente plaats in het Europese klimaatbeleid. Dit gebeurde in stappen en resulteerde in bindende doelstellingen per lidstaat. Met het '20/20/20' pakket beoogt de Europese Unie tegen 2020 een aandeel van hernieuwbare energie van 20% in de totale vraag naar energie. Dit is echter een doelstelling op korte termijn die niet voorbereid werd door grote R&D-inspanningen in de periode 1985-2005. Om de doelstelling toch te realiseren rest de lidstaten geen alternatief dan de bestaande dure technologieën in de markt te subsidiëren. Maar zodra de overheden de subsidiekraan openzetten, zal de sector een prijs nastreven die het maximale rendement garandeert binnen het huidige subsidiekader. Met gulle subsidies voor bestaande technologieën verdwijnt een deel van de druk om te innoveren; de overheid wil de technologie aan de huidige kost toch in de markt subsidiëren. Het volume maximaliseren wordt dan de prioriteit. Waarom als bedrijf geld investeren in onzeker onderzoek als de overheid toch geen andere keuze heeft dat de huidige technologie genereus in de markt te subsidiëren? Zo blijkt dat Europese PV en windtechnologie bedrijven in de periode 2008-2012 amper 0,5 tot 1,5% van hun omzet in R&D investeerden terwijl dit voor de ruime engineering sector toch 5% was.

Via productiesubsidies per MWh output kiest de overheid voor maatregelen aan de vraagkant van de markt of demand-pull maatregelen. Het subsidiëren van technologisch onderzoek is een maatregel aan de aanbodkant van de markt of een technology-push maatregel. De hoge factuur van deze productiesubsidies per MWh is deels het gevolg van de lage subsidies voor technologisch basisonderzoek.

De kost van demand-pull

De doelstellingen inzake hernieuwbare energie op relatief korte termijn hebben geleid tot dure subsidiemechanismen waarvan we de cumulatieve kost berekenen in Figuur 2. Voor elke Europese lidstaat hebben we hiertoe het subsidieregime voor vier technologieën geanalyseerd – rekening houdend met de frequente wijzigingen in de afgelopen jaren – en veronderstellen we een uitdoofscenario⁴ in de periode 2020-2030 (met een differentiatie per technologie). Eens geen subsidies voor nieuwe projecten meer worden toegekend, blijft de kost van demand-pull maatregelen zoals productiesubsidies per MWh beperkt tot de kost van de bestaande projecten. Aangezien heel wat projecten gedurende 15 tot 20 jaar gesubsidieerd worden, zijn er nog omvangrijke subsidiestromen in 2030 (ongeacht het afbouwen van subsidies voor nieuwe projecten voor 2030). In de figuur tonen we per technologie twee scenario's, namelijk een ambitieus beleid (PD of policy-driven) naast een eerder gematigd (Moderate) beleid. Bij een ambitieus beleid ligt het aandeel van elke technologie in de totale productie hoger dan bij een gematigd beleid evenals de totale subsidiekosten.

Figuur 2 – Jaarlijkse subsidiekosten voor hernieuwbare energie in de EU, in miljard Euro



Bron; Albrecht, J., Laleman, R. en Vulsteke, E. (2015). Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

⁴ Voor meer informatie, zie; Albrecht, J., Laleman, R. en Vulsteke, E. (2015). Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

In Tabel 2 presenteren we de cumulatieve subsidiekost zoals weergegeven in Figuur 2. Hieruit blijkt dat de cumulatieve kost van de productiesubsidies in de EU over de periode 2005 – 2030 oploopt tot 790 à 890 miljard Euro. De jaarlijkse subsidiekost voor hernieuwbare energie zal nog enige tijd blijven stijgen om dan te stabiliseren en te dalen. Voor de elektriciteitsrekening is dit geen goed vooruitzicht. Tegenover deze enorme bedragen staat een belangrijk maar niet dominant aandeel hernieuwbare energie tegen 2030.

Tabel 2 – Cumulatieve kost van demand-pull maatregelen in de EU, in miljard Euro

		2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2005-2030
PV	PD	18,67	105,11	140,96	147,98	141,04	473,66
	Mod	18,67	97,00	120,12	123,57	116,96	407,06
Wind	PD	29,79	62,14	84,32	73,28	43,27	247,93
	Mod	29,79	61,25	78,57	66,34	36,65	230,62
Biomass	PD	14,15	23,02	27,77	22,27	13,29	85,42
	Mod	14,15	21,93	25,61	20,26	11,95	79,81
Biogas	PD	8,92	21,08	27,25	26,57	15,97	84,42

Bron; Albrecht, J., Laleman, R. en Vulsteke, E. (2015). Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews 49, 267-277

Figuur 2 en Tabel 2 zijn in belangrijke mate het gevolg van de lage historische inspanningen inzake R&D voor hernieuwbare energietechnologieën. Indien de uitgaven voor publieke R&D in de periode 1985-2005 een veelvoud waren van de effectieve uitgaven, kon vanaf 2005 een andere generatie hernieuwbare technologie in de markt worden gesubsidieerd. Hierdoor zou de cumulatieve demand-pull subsidiekost voor eenzelfde aandeel hernieuwbare energie aanzienlijk lager uitvallen zijn. De kost van de subsidies voor zonnepanelen in Vlaanderen biedt hiervan een mooie illustratie. Vlaanderen koos er voor om als kleine regio zeer hoge subsidies – 450 Euro per MWh voor een product met een marktwaarde van ongeveer 50 Euro per MWh – toe te kennen aan investeerders in PV. De gevolgen zijn gekend: het kleine aandeel PV in de totale productie is disruptief voor de factuur van de consument. Had Vlaanderen daarentegen een drietal jaar gewacht en pas

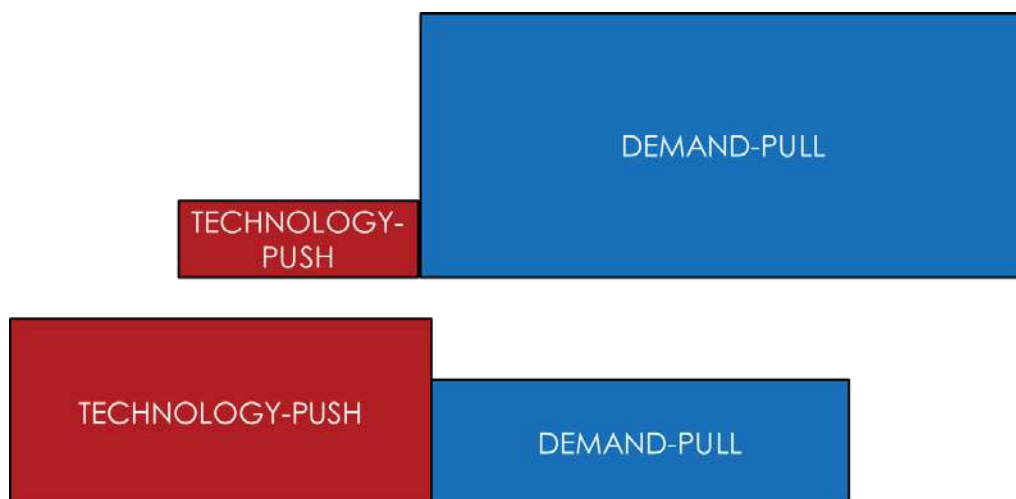
begonnen met een subsidiebeleid bij een aanzienlijk lagere kost van zonnepanelen, zou een beleid met eenzelfde eindresultaat letterlijk miljarden⁵ minder gekost hebben. Landen zoals Nederland en Oostenrijk hebben wel gewacht en plukken hiervan nu de vruchten. Het tegenargument dat Vlaanderen toch mee moest subsidiëren om de schaalconomieën en leereffecten te realiseren om PV globaal goedkoper te maken is niet overtuigend. Vlaanderen blijft een kleine regio terwijl in dezelfde periode de grote volumes geïnstalleerd zijn in Duitsland, Japan en de Verenigde Staten. In Europa denken we graag dat alleen Duitsland – met de hulp van het dappere België – de leercurve naar beneden getrokken heeft maar dit blijkt niet uit de evolutie van de capaciteit in grote landen zoals de VS.

In Figuur 3 illustreren we twee beleidsopties om een vergelijkbare doelstelling inzake hernieuwbare energie te realiseren. De bovenste helft van de figuur illustreert het huidige beleid in de EU. Omwille van een lage historische investering in R&D voor hernieuwbare technologieën loopt de factuur van de demand-pull of productiesubsidies hoog op, met alle gevolgen voor de finale consument. De onderste helft van de figuur toont een alternatief waarbij eerst fors geïnvesteerd wordt in R&D om later meer efficiënte technologie in de markt te trekken. De factuur van de cumulatieve R&D-inspanningen is een veelvoud van deze in het eerste scenario maar de factuur van de productiesubsidies is natuurlijk veel lager. Toegepast op het Europese beleid inzake hernieuwbare energie had een aanzienlijk deel van de verwachte demand-pull subsidiekosten – 790 tot 890 miljard Euro – vermeden kunnen worden door een verveelvoudiging van R&D-uitgaven in de voorafgaande periode. We kunnen natuurlijk niet met zekerheid beweren dat bijvoorbeeld een derde van deze dure demand-pull maatregelen vermeden had kunnen worden maar uit de evolutie van de kostprijs van zonnepanelen⁶ blijkt wel dat enkele jaren wachten met demand-pull maatregelen tot spectaculaire kostenverlagingen kan leiden. Hierbij dient benadrukt dat 'wachten' betekent dat intussen hard gewerkt wordt aan technologische innovaties.

5 Itinera Institute (2012). Subsidies voor zonnepanelen; betaalt de Vlaming € 4 miljard of € 10 miljard teveel?, <http://www.itinerainstitute.org/sites/default/files/articles/pdf/20121213zonnepanelennl.pdf>

6 De daling van de kostprijs van zonnepanelen is ook het resultaat van R&D-inspanningen om het productieproces van de panelen radicaal te verbeteren. Dergelijke investeringen gebeuren veelal nadat de productie een zekere drempel heeft overschreden en worden meestal gefinancierd door private bedrijven.

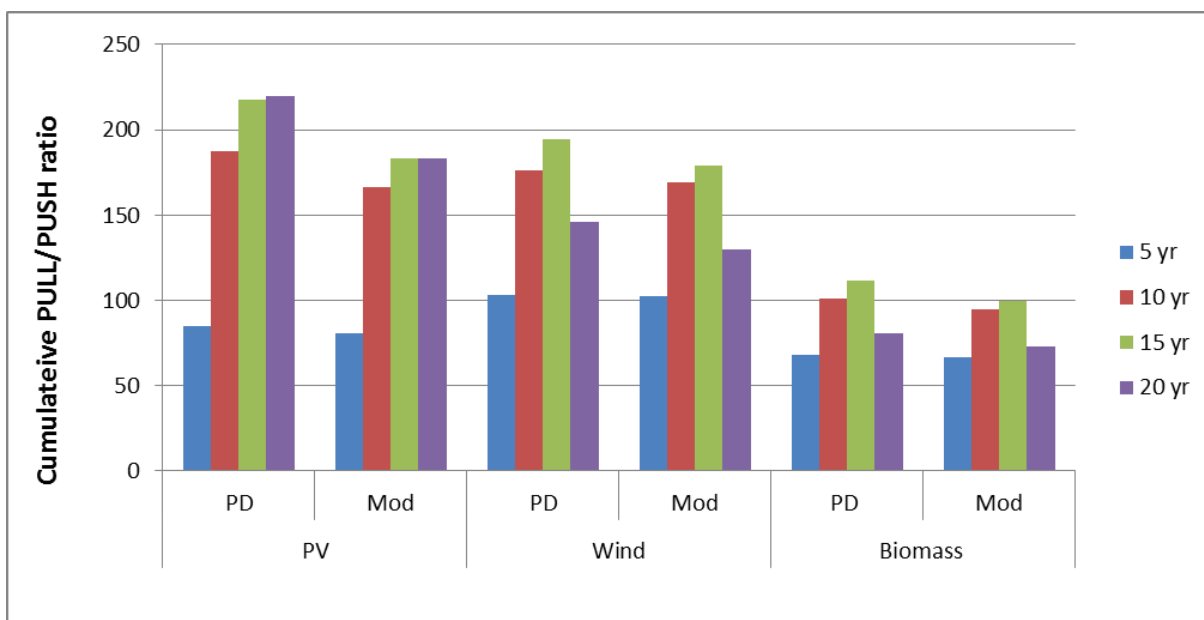
Figuur 3 – Twee beleidsopties voor eenzelfde resultaat



Tenslotte berekenen we ook de verhouding tussen cumulatieve demand-pull en cumulatieve technology-push uitgaven in de Europese Unie. Voor de becijfering van deze pull/push ratio's maken we gebruik van enkele lags of vertragingen omdat we veronderstellen dat R&D-inspanningen in het tijdsvak 2005-2010 vooral een impact hebben op de investeringskosten na 2010 of 2015 (en dus niet zozeer op de investeringskosten in dezelfde periode). Uit Figuur 4 blijkt dat de Europese beleidsmakers hebben geopteerd voor een beleid waarbij demand-pull maatregelen honderdvijftig keer meer kosten dan de investeringen in technology-push maatregelen. Hoewel er geen overtuigend theoretisch kader bestaat om de ideale verhouding tussen demand-pull en technology-push maatregelen voor nieuwe technologieën te definiëren, is de Europese praktijk met zeer lage R&D-investeringen zeker niet optimaal en bijgevolg duur.

De historische onderinvestering in R&D voor hernieuwbare energietechnologie in zowat alle Westerse landen was een realiteit die beleidsmakers rond 2005 moesten aanvaarden. Anderzijds bestaat het internationale klimaatbeleid institutioneel vanaf 1992 en dateren de eerste discussies over CO₂-reducties via hernieuwbare energie binnen de Europese Commissie van omstreeks 1988. Sindsdien ziet elk beleidsdocument een belangrijke rol weggelegd voor hernieuwbare energie. Het blijft dan ook verbazen waarom de terechte erkenning van de rol van hernieuwbare energie nooit heeft geleid tot een consequente technologische R&D-ondersteuning.

Figuur 4 – Cumulatieve pull/push ratio's voor PV, wind en biomassa (met 4 lags) in de EU



Bron; Albrecht, J., Laleman, R. en Vulsteke, E. (2015). *Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

Figuur 4 toont dat de pull/push ratio's op basis van lags van slechts vijf jaar aanzienlijk lager uitvallen dan de ratio's op basis van langere lags. Dit verschil is te wijten aan de vrij recente toename van de R&D-inspanningen inzake hernieuwbare energie in de meeste Europese landen.

Ook in België zijn de R&D-inspanningen in de laatste vijf jaar toegenomen. Door de zeer genereuze productiesubsidies voor hernieuwbare energie vinden we voor ons land altijd relatief hoge pull/push ratio's, en dit ondanks de vrij recente toename van de R&D-inspanningen. Wanneer we op basis van beschikbare gegevens voor België de kost van de pull-maatregelen in de periode 2014-2016 delen door de kost van push-maatregelen in de periode 2011-2013 bekomen we een pull/push ratio met een lag van slechts 3 jaar. Zelfs voor deze periode met relatief hoge R&D-uitgaven – waarvan we kunnen verwachten dat deze de pull/push ratio drukken – vinden we voor PV in België een pull/push ratio van 85. Voor wind bedraagt deze pull/push ratio in België 116. Voor biomassa bekomen we echter een pull/push ratio van ongeveer 360 omwille van de zeer hoge subsidies voor biomassacentrales en de beperkte technologische ondersteuning van de nieuwe biomassatechnologieën. We kunnen dan ook concluderen dat België vooral middelen gebruikt om bestaande technologieën te verspreiden aan een relatief hoge kost in plaats van te investeren in de ontwikkeling van betere technologieën die later gecommercialiseerd kunnen worden aan een lagere subsidiekost.

Conclusies

Hernieuwbare energietechnologieën zijn van fundamenteel belang voor de energietransitie. Het verspreiden van radicaal nieuwe technologieën vereist een sterk ondersteunend technologiebeleid met maatregelen langs zowel de aanbod- als de vraagzijde. Technology-push of aanbodmaatregelen zoals publieke R&D-investeringen zijn essentieel om betere energietechnologieën te ontwikkelen. Daarna kunnen demand-pull of maatregelen langs de vraagzijde – zoals de creatie van tijdelijke niche-markten, fiscale incentives en selectieve productiesubsidies - zorgen voor schaalvoordelen en verder kostendalingen. Een efficiënt beleid vereist een goede afstemming van technology-push en demand-pull maatregelen gedurende een lange periode; radicale technologische innovaties kunnen niet op korte termijn in de markt gezet worden.

Ondanks de grote verwachtingen inzake hernieuwbare energie hebben de meeste ontwikkelde landen nagelaten om ambitieus te investeren in onderzoek naar meer efficiënte hernieuwbare energietechnologieën. Uit analyses van het IEA blijkt dat Westerse landen 5 tot 10 keer meer zouden moeten uitgeven aan energietechnologisch onderzoek. Zonder een voorafgaand R&D-beleid dreigt het verspreiden van eerder inefficiënte technologieën onnodig duur uit te vallen. Toch koos Europa voor korte termijn doelstellingen inzake hernieuwbare energie zonder een voorafgaande R&D-strategie. Dit is een dure strategie omdat weinig consumenten spontaan meer willen betalen voor groene elektriciteit. Elektriciteit is en blijft een commodity...

De becijfering van pull/push ratio's leert dat Europa 150 keer meer uitgeeft aan productiesubsidies voor relatief inefficiënte hernieuwbare technologieën dan aan de ontwikkeling van betere en dus goedkopere hernieuwbare energietechnologieën. Zo loopt de totale factuur voor de productiesubsidies voor hernieuwbare energie tegen 2030 op tot 790 of 890 miljard Euro. Indien eerst meer geïnvesteerd was geweest in de ontwikkeling van betere technologieën – gefinancierd door de belastingbetaler – dan zou de finale subsidiefactuur ongetwijfeld lager uitvallen. Een spijtige zaak voor de consument die in de meeste landen deze subsidiekost krijgt doorgerekend in de elektriciteitsrekening

Er is geen economische wet die de optimale balans tussen technology-push of aanbodondersteuning en demand-pull of vraagondersteuning vastspijkt. Elk technologisch traject is uniek en vraagt een specifieke aanpak. Radicale technologische visies vragen echter altijd een langdurige en intensieve technologische voorbereiding. De energietransitie is geen spurt maar een marathon. De voorbereiding op de race is altijd belangrijker dan de race zelf. Wie een radicaal technologisch project wil, zal consequent moeten investeren.