

Innovaties succesvol introduceren

De introductie van nieuwe technologie verloopt soms moeizaam door discontinuïteit in stimuleringsregelingen. Door vooraf in te schatten hoeveel middelen nodig zijn, wat een reële tijdsduur is voor de stimuleringsregeling en deze vol te houden tot de technologie marktrijp is, kan het succes van innovatietrajecten aanmerkelijk vergroot worden.

Diverse stimuleringsregelingen worden tegenwoordig toegepast om nieuwe technologieën een innovatietraject te laten doorlopen. Het verloop van de kosten van dergelijke stimuleringsregelingen is op voorhand vaak niet duidelijk. Bij een succesvolle stimuleringsregeling zal de groeiende afzet van de nieuwe technologie ervoor zorgen dat de jaarlijkse kosten van stimuleringsregelingen in het begin stijgen doordat de kostendaling per eenheid product een minder groot effect heeft dan de toename van de cumulatieve afzet (volume groei). Als na invoering van een regeling het beschikbare budget snel opdroogt omdat de technologie succesvol penetreert, lijkt het alsof de kosten van de regeling uit de hand lopen en wordt een plafond ingesteld of wordt de regeling zelfs voortijdig gestaakt. Het tegenstrijdige is dat de technologie hierbij het slachtoffer wordt van zijn eigen succes. Beoogd wordt inzicht te geven in hoe het kostenverloop van een stimuleringsregeling vooraf geschat kan worden. Met deze inschatting kan men van tevoren bepalen of er voldoende middelen beschikbaar zijn om het innovatietraject volledig te doorlopen. Indien dit niet het geval is, is het maar zeer de vraag of ingezet moet worden op deze portfolio aan technologieën. Het door geldgebrek gedwongen, voortijdig afbreken van een regeling zorgt dat de nieuwe technologie vrijwel zeker niet van de grond komt en leidt dus tot de vernietiging van publiek en privaat kapitaal. Daarnaast loopt het aanzien van de overheid als betrouwbare transitie manager schade op.

Kostenreductiescenario's

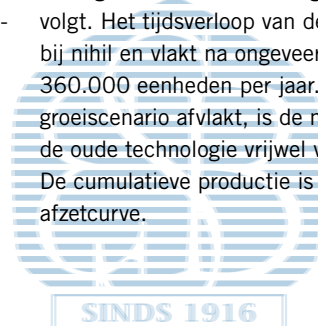
Om het effect van stimuleringsregelingen op de introductiesnelheid en kostendaling van nieuwe technologie te bepalen is ervoor gekozen om twee benaderingen uit te werken. Het betreft hier een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid; primaire doel is inzicht te geven in de rol van de verschillende mechanismen.

In de eerste benadering worden voor ieder verkocht apparaat de volledige meerkosten van de nieuwe technologie ten opzichte van de oude gevestigde technologie gecompenseerd, bijvoorbeeld in de

vorm van een subsidie. De grootte van de jaarlijkse ondersteuning wordt niet gelimiteerd, maar volledig bepaald door de grootte van de jaarlijkse afzet van de nieuwe technologie en het verschil in kosten tussen de oude en de nieuwe technologie. Deze benadering wordt hier ongelimiteerde steun genoemd. De stimuleringsregeling wordt beëindigd als de kosten van de nieuwe technologie gelijk zijn aan die van de referentietechnologie.

Ook bij de tweede benadering worden per verkocht apparaat de meerkosten van de nieuwe technologie volledig gecompenseerd. Echter, in dit geval wordt een jaarlijks maximum gesteld aan de grootte van de stimuleringsregeling. De limiet wordt gesteld op vijftig procent van de maximale jaarlijkse stimuleringsbehoefte bij ongelimiteerde steun (zoals bepaald in de eerste benadering), zoals te zien is in figuur 1. Per jaar geldt dat zodra dit maximum bereikt is, de subsidiëring van nieuwe systemen stopt. Deze benadering wordt hier stimuleringsplafond genoemd. De regeling wordt volgehouden tot de kosten van de nieuwe technologie gelijk zijn aan die van de referentietechnologie.

In dit vereenvoudigde voorbeeld is aangenomen dat er geen interactie plaatsvindt met andere markten. Met andere woorden, de technologie wordt volledig binnen Nederland ontwikkeld en geïmplementeerd. Tevens is aangenomen dat de technologie de fase van grootschalige demonstratie heeft doorlopen: de technologie is geschikt voor uitrol. Voor de berekeningen hieronder wordt een introductiescenario gebruikt, ontleend aan de introductie van de hr-ketel in Nederland. Dit is een representatief voorbeeld van een succesvolle introductie van een vernieuwende technologie. De nieuwe optie vervangt de referentieoptie die een gemiddelde levensduur heeft van vijftien jaar. Omdat hier sprake is van een toekomstige technologie, is de start van het introductiescenario verschoven naar 2010. Het scenario is gebaseerd op historische data (EnergieNed, 2005), waar met de kleinstekwadratenmethode een regressielijn doorheen getekend is die een logistische groeifunctie volgt. Het tijdsverloop van de afzet in figuur 2 begint bij nihil en vlak na ongeveer 25 jaar af tot circa 360.000 eenheden per jaar. Op het niveau waar het groeiscenario afvlakt, is de markt verzadigd omdat de oude technologie vrijwel volledig is verdrongen. De cumulatieve productie is het oppervlak onder de afzetcurve.



KOEN SCHOOTS EN HARM JEENINGA
Onderzoeker en Groeps-leider Energy Innovation and Society bij het Energie-onderzoek Centrum Nederland

Leercurves

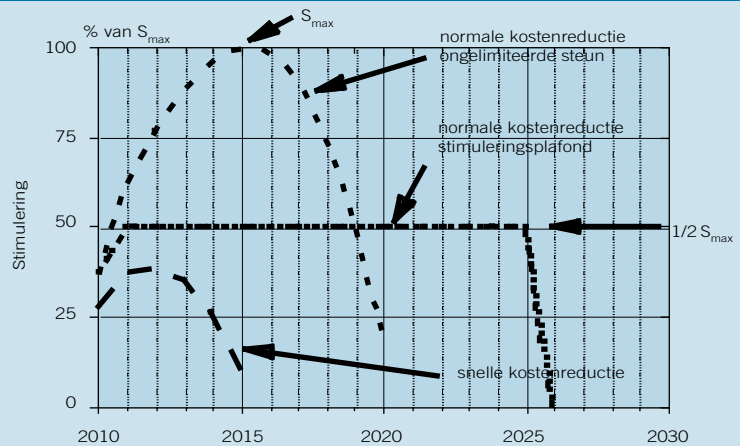
Uitgangspunt is het tot nul reduceren van de meer-kosten per product. Hier wordt aangenomen dat de nieuwe technologie voldoende volwassen is zodat de kostenontwikkeling beschreven kan worden via een leercurvebenadering. Er wordt uitgegaan van de inschatting dat de kosten van de nieuwe technologie afnemen als functie van de cumulatieve productiecapaciteit volgens een leercurve met een leersnelheid (*progress ratio*) van 82 procent (Neij, 1997; IEA/OECD, 2000). Dit betekent dat bij elke verdubbeling van de cumulatieve productie de kosten afnemen met 100 procent – 82 procent = 18 procent. De gekozen waarde van 82 procent is een gemiddelde snelheid voor kostenreducties van nieuwe technologie (Dutton en Thomas, 1984; McDonald en Schratzenholzer, 2001). De startwaarde voor de kosten is zo gekozen dat bij een leersnelheid van 82 procent de meerkosten van de nieuwe technologie in tien jaar tot nul worden gereduceerd. Het eerste scenario met ongelimiteerde steun volgt exact het bovenstaande afzet- en kostenreductiescenario. Om de gekozen waarde voor de leersnelheid in het perspectief van energietechnologieën te plaatsen: de leersnelheid voor zonnecellen is 79 procent (IEA/OECD, 2000), voor windenergie 81 procent (Junginger *et al.*, 2005) en voor CO₂-afvang bij *carbon capture and storage* 90 procent (Uyterlinde *et al.*, 2007).

Effect van de leersnelheid op de totale meerinvestering

In figuur 2 staat het verloop van het jaarlijkse aantal verkopen uit het eerste scenario waarbij de jaarlijkse ondersteuning niet wordt gelimiteerd. Doordat de cumulatieve productie toeneemt, nemen de kosten per eenheid af. Met behulp van een aanname over de initiële kosten, de leersnelheid en het penetratiescenario uit figuur 2 is allereerst de invloed van de leersnelheid onderzocht op het verloop van de meerinvestering. Het kostenverloop is uitgezet voor een leersnelheid van 80 procent, 82 procent en 84 procent in figuur 3. De hoogte van de meerkosten bij marktintroductie is zo gekozen dat bij een gemiddelde leersnelheid (82 procent) de nieuwe technologie na tien jaar even duur is als de referentietechnologie. Het verloop van de kostenreductie blijkt zeer sterk afhankelijk van de leersnelheid te zijn. Uit het verloop van de marktintroductie (figuur 2) en de kosten per eenheid (figuur 3) kunnen de totale jaarlijkse meerinvesteringen (figuur 4) berekend worden (totale meerinvesteringen = aantal eenheden × meerkosten per eenheid). Tot slot is in figuur 5 het verloop van de totale cumulatieve meerinvestering weergegeven. Het eindpunt van de grafieken in figuur 5 geeft de totale meerinvestering aan. Zowel in figuur 4 als in figuur 5 zijn de gevolgen van de gevoeligheid voor de leersnelheid duidelijk zichtbaar. In het normale geval (leersnelheid van 82 procent), bij ongelimiteerde steun, wordt de maximale totale jaarlijkse meerinvestering na vijf jaar bereikt

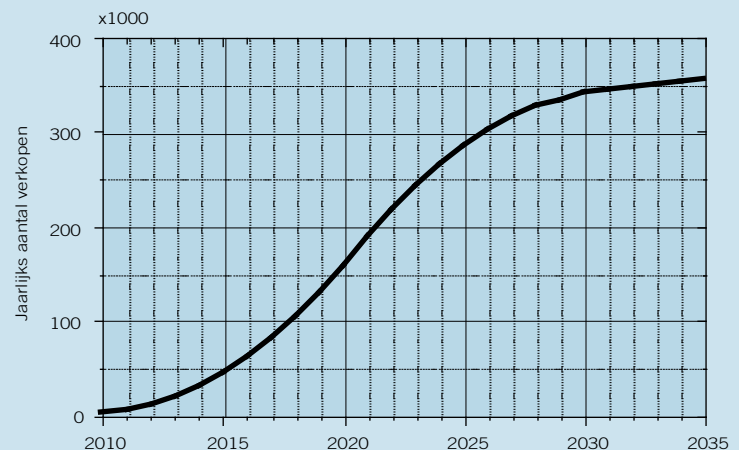
Figuur 1

Stimuleringsverloop voor de twee benaderingen als percentage van de maximale stimulering S_{max} bij ongelimiteerde steun (benadering 1). Als de kostenreductie snel verloopt wordt de limietwaarde van het stimuleringsplafond niet gehaald.



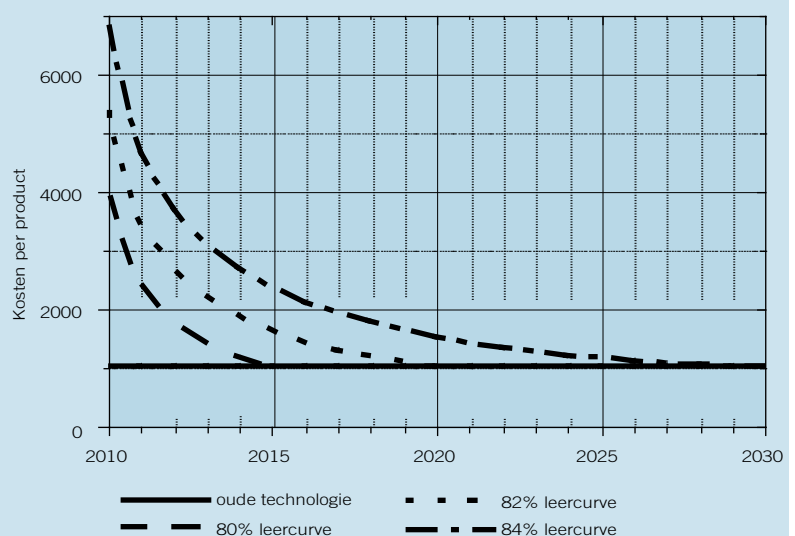
Figuur 2

Jaarlijks aantal verkopen van de nieuwe technologie bij ongelimiteerde steun.



Figuur 3

Kostenverloop per eenheid product voor verschillende leersnelheden (in euro).



op een niveau van 33 miljoen euro. Dit scenario vergt een cumulatieve investering van 260 miljoen euro. Bij een leercurve van tachtig procent (en ongelimiteerde steun) wordt de piek na twee jaar bereikt op een niveau van dertien miljoen euro en bedraagt de cumulatieve investering 58 miljoen euro, slechts 22 procent ten opzichte van het normale geval. Echter, bij een leercurve van 84 procent wordt de maximale totale jaarlijkse meerinvestering pas na tien jaar bereikt op een niveau van ruim negentig miljoen euro en wordt de totale investering veel groter, namelijk bijna 1,2 miljard euro, ofwel 460 procent ten opzichte van het normale geval. Dit verschil wordt veroorzaakt door de lagere leersnelheid, waardoor een veel groter aantal systemen geproduceerd moet worden om de meerkosten tot nul te reduceren.

Invoering van een jaarlijks maximum op de technologiestimulering

In dit voorbeeld wordt aangenomen dat een volledige compensatie van de meerkosten de drijvende kracht achter de afzet is. Dit betekent dat de jaarlijkse

Het effect van een limiet op de jaarlijkse stimulering is dat de kostendoelstelling vijf jaar later dan in het scenario met ongelimiteerde steun wordt gehaald

marktgroei bepaald wordt door de grootte van de jaarlijkse stimuleringsregeling. Als de subsidie voor het betreffende jaar is uitgeput, wordt of de investering uitgesteld totdat de stimuleringsregeling weer beschikbaar is, of de conventionele technologie wordt aangeschaft – de nieuwe technologie is immers zonder subsidie nog niet concurrerend. Het effect van een limiet op de jaarlijkse stimulering (benadering 2: stimuleringsplafond) is dat de

kostendoelstelling na vijftien jaar wordt gehaald, vijf jaar later dan in het scenario met ongelimiteerde steun. De totale investering voor het bereiken van de kostendoelstelling blijft gelijk en wordt alleen over een langere periode uitgesmeerd. Ook hier zijn de resultaten sterk afhankelijk van de leersnelheid. In het geval dat de leersnelheid 84 procent blijkt te zijn in plaats van 82 procent, wordt de kostendoelstelling pas achttien jaar later gehaald dan in het scenario met ongelimiteerde steun. In dat geval zullen de totale investeringen bijna vijf maal hoger uitvallen dan die van het scenario met ongelimiteerde steun. Er is geen effect van een stimuleringslimiet merkbaar bij een leercurve van tachtig procent, omdat de jaarlijkse investeringen door het zeer snel dalen van de kosten per eenheid dan niet boven de limiet uitkomen (figuur 1) (Schoots en Jeeninga, 2008).

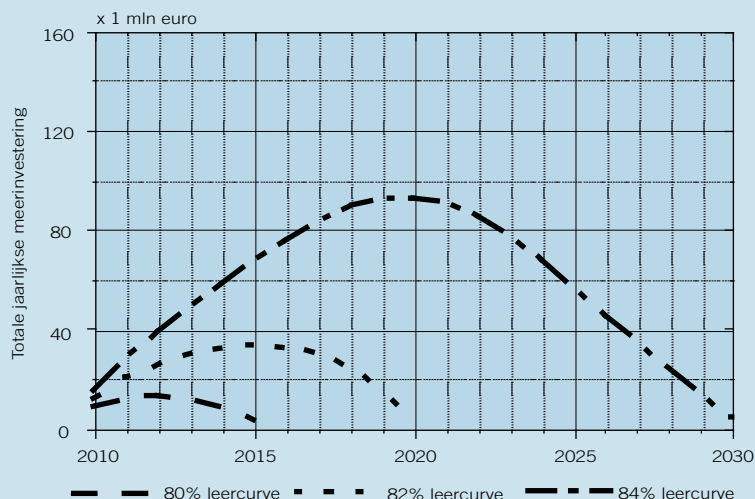
Stopzetten van de stimuleringsregeling

In het scenario stimuleringsplafond is de ondersteuning gemaximeerd op vijftig procent van de maximale jaarlijkse investeringen conform ongelimiteerde steun. In het geval van een leersnelheid van 82 procent is in figuur 4 te zien dat het niveau van vijftig procent voor de jaarlijkse meerinvesteringen al in 2011 bereikt wordt. In figuur 2 is te zien dat het marktaandeel dan nog zeer klein is (na berekening zo'n twee procent). De kosten van de nieuwe technologie liggen dan nog aanzienlijk boven het niveau van de oude gevestigde technologie.

In het extreme geval van stopzetting van de regeling in deze fase zijn de mogelijke gevolgen dat eindgebruikers de oude gevestigde technologie blijven gebruiken of dat de leveranciers van de nieuwe technologie zichzelf terug moeten trekken. In beide gevallen loopt de introductie van de nieuwe technologie op niets uit. Een bijkomend effect kan zijn dat bepaalde spelers op de markt van de nieuwe technologie deze klap niet overleven, of zich tijdelijk uit de sector terugtrekken. Te denken valt aan producenten, distributeurs en uitvoerders van reparatie- en onderhoudswerkzaamheden. Bij het opnieuw instellen van een volgende stimuleringsregeling kan men er niet van uitgaan dat de draad weer opgepakt wordt waar de oude regeling ophield te bestaan. Het effect van eerder verleende

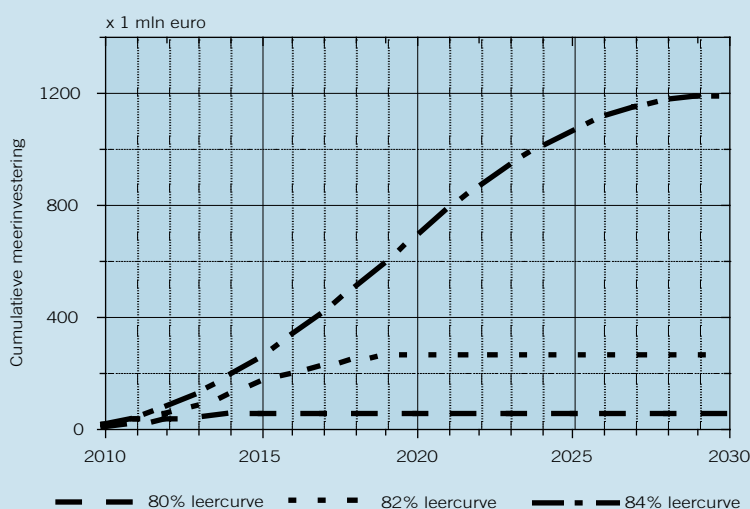
Figuur 4

Ontwikkeling van de jaarlijkse meerinvestering.



Figuur 5

Ontwikkeling van de cumulatieve meerinvestering.



subsidie wordt daarmee gedeeltelijk of mogelijk zelfs volledig teniet gedaan.

Discussie

Het zetten van een plafond in een stimuleringsregeling heeft een vertragend effect op de tijdsduur waarbinnen het break-evenpoint wordt bereikt. Betekent dit dat er geen plafond ingesteld moet worden voor technologiestimulering? In de praktijk moet echter ook de snelheid waarmee leereffecten worden verwerkt, worden meegenomen. In situaties waarin sprake is van oververhitting van de markt door een zeer sterk toenemende vraag, bijvoorbeeld omdat de consument door niet-economische factoren massaal kiest voor het nieuwe product of omdat kosten sneller dalen dan verwacht, kan verbetering van de technologie (leren) vertraagd worden of zelfs vrijwel stil komen te liggen. Er is in deze marktsituatie onvoldoende tijd om de leereffecten door te laten dringen in het productieproces. De productiecapaciteit wordt uitgebreid door de *state-of-the-art* van dat moment te kopiëren, in plaats van te onderzoeken hoe de grotere productiecapaciteit efficiënter kan worden weggezet. Er is geen prikkel om te investeren in Onderzoek en Ontwerp (O&O) omdat de meerkosten hoe dan ook volledig worden weggenomen. Door de lagere leersnelheid zal het break-evenpoint tegen veel hogere kosten worden behaald (figuur 5). Om een optimale balans tussen leren en implementatie te bereiken, is het zaak om de kostendaling voortdurend te monitoren. Op basis van de leersnelheid uit de voorgaande periode en de omvang van de cumulatieve capaciteit op dat moment kan de verwachting voor de totale meerkosten voor de komende periode worden berekend. Als het subsidiebedrag de verwachte meerkosten overschrijdt, vindt er overstimulering plaats en verslechtert de leersnelheid. Dit heeft zeer negatieve gevolgen omdat de cumulatieve meerinvestering zeer sterk zal toenemen en men zal er dus voor moeten waken dat een dergelijke overstimulering plaatsvindt.

Conclusie

Op basis van de bovenstaande analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken: Ten eerste, een stimuleringsregeling voor een gemiddeld lerende technologie moet doorgaans jaren volgehouden worden. Het budget voor technologiestimulering loopt op in de tijd met, in dit voorbeeld, een piek na vijf jaar. Het break-evenpoint wordt in dat geval na tien jaar bereikt. Afhankelijk van een op zich geringe afwijking van de leersnelheid kan in het hierboven behandelde voorbeeld de piek tussen de twee en tien jaar komen te liggen en het break-evenpoint tussen de vijf en twintig jaar.

In situaties waarin sprake is van oververhitting van de markt door een zeer sterk toenemende vraag kan verbetering van de technologie (leren) vertraagd worden of zelfs vrijwel stil komen te liggen

Ten tweede moet op voorhand duidelijk uitgerekend worden wat de consequenties zijn voor de omvang en het verloop van het stimuleringsbudget, als uitgegaan wordt van het volledig doorlopen van het innovatietraject. Als blijkt dat de stimuleringsregeling voor het gekozen portfolio aan technologieën niet betaalbaar is, zou eerst beter geselecteerd moeten worden. Beter twee opties succesvol ontwikkeld, dan tien stimuleringsregelingen vroegtijdig beëindigd.

Ten derde zullen de effecten op de tijdsduur en de kosten van een succesvolle stimuleringsregeling heel sterk afhankelijk zijn van een moeilijk op voorhand te voorspellen leersnelheid. Ten slotte, voor de succesvolle introductie van de technologie is het essentieel om heel goed de kostendaling (leersnelheid) te monitoren. Indien nodig moet de leersnelheid van de nieuwe technologie actief bijgestuurd worden, bijvoorbeeld door het verhogen van de O&O-intensiteit of het vertragen van de introductiesnelheid.

LITERATUUR

- Dutton, J.M. en A. Thomas (1984) Treating progress functions as a managerial opportunity. *Academy of Management Review*, 9(2), 235-247.
- EnergieNed (2005) *Energie in Nederland*. Arnhem: Energiened.
- IEA/OECD (2000) *Experience curves for energy technology policy*. Parijs: International Energy Agency.
- Junginger, M., A. Faaij en W.C. Turkenburg (2005) Global experience curves for wind farms. *Energy Policy*, 33(2), 133-150.
- McDonald, A. en L. Schrattenholzer (2001) Learning rates for energy technologies. *Energy Policy*, 29(4), 255-261.
- Neij, L. (1997) Use of experience curves to analyse the prospects for diffusion and adoption of renewable energy technology. *Energy Policy*, 23(13), 1099-1107.
- Schoots, K. en H. Jeeninga (2008) *Introducing Innovations Successfully*. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, werkdokument.
- Uyterlinde, M.A., J.R. Ybema en R.W. van den Brink (2007) *De belofte van een duurzame Europese energiehuishouding: Energievisie ECN en NRG*. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.