

Learning in renewable energy technology development

Dr. H.M. Junginger, Universiteit Utrecht

i.s.m. het Utrecht Centre for Energy Research, Technische Universiteit Delft, Universiteit Maastricht en ECN

Onderdeel van 'AIRE: Accelerated Implementation of a Renewable Electricity supply in the Netherlands'

Aanleiding

Vele energietechnologieën om elektriciteit duurzaam op te wekken, hebben te kampen met diverse barrières die het implementeren van een duurzame technologie bemoeilijken. Eén van die barrières heeft een techno-economisch karakter: de productiekosten van elektriciteit. Deze productiekosten en de investeringskosten dalen doordat men de technologie leert te verbeteren. Het effect van leren op de productie-investeringskosten kan gekwantificeerd worden door de leercurve te bepalen. Een leercurve beschrijft de kostenontwikkeling van een product of technologie als functie van de cumulatieve of totale productie van dit product of deze technologie.

De doelstellingen van de dissertatie waren:

- 1) Om de technologische verandering en de reductie van de kostprijs te onderzoeken voor een aantal technologieën om elektriciteit op te wekken uit hernieuwbare energiebronnen, door gebruik te maken van de leercurvebenadering
- 2) om methodologische vraagstukken van de leercurvebenadering aan de orde te stellen.

En gebaseerd op deze inzichten:

- 3) een aantal implicaties te analyseren voor het behalen van de Nederlandse doelstelling voor opwekking van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen in het jaar 2020 in een Europese context.

Methode

Een empirische observatie is dat de kosten voor een product met een vast percentage dalen als het geïnstalleerd geaccumuleerd vermogen verdubbeld. Dit percentage wordt met de Progress ratio (PR) uitgedrukt. Een PR van 80% betekent bijvoorbeeld dat de kosten met 20% dalen bij iedere verdubbeling van cumulatieve productie. Er kunnen een aantal leermechanismen worden onderscheiden, die kostenreducties bewerkstelligen:

- Learning by searching;
- Learning by doing;
- Learning by using;
- Learning by interacting;
- Opschalen van de capaciteit van het apparaat;
- Schaalvoordelen productieproces.

Resultaten

De leercurve is bepaald voor elektriciteit uit windenergie en biomassa. Daarnaast is de methodologie van de leercurve onderzocht op de toepasbaarheid ervan in, met name, beleidsadviezen. Door het analyseren van de leercurve van elektriciteit uit windenergie (on-shore en off-shore) en van diverse toepassingen van biomassa voor elektriciteit en warmte, zijn er enkele beleidsimplicaties gegeven, voornamelijk hoe snel de kosten van een technologie zouden kunnen dalen, en hoeveel subsidie nodig zal zijn tot dat de technologie in de markt kan concurreren

Windenergie op land kan een substantiële bijdrage leveren waarbij een gemiddelde PR van gemiddeld 81% is waar te nemen. Hierbij is het grootste probleem de beschikbare ruimte in Nederland en de milieuprestaties. 15% van de kostenreductie is direct afhankelijk van de technologische ontwikkeling van windmolens. 80% is (gedeeltelijk) afhankelijk van kostenreductie van andere technologieën.

Offshore windturbines kunnen eveneens een substantiële bijdrage leveren aan de verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening. Hierbij bepalen de investeringskosten in

de windmolens een groot deel de kostprijs van elektriciteit. Deze worden verwacht te dalen naar 980-1300 €/kW. De kostprijs voor elektriciteit zou eveneens kunnen dalen met 25-39% ten opzichte van nu.

Biomassavergassing in combinatie met een Stoom En Gas (STEG) elektriciteitscentrale is de meest energie-efficiënte technologie. Het bijstoken van biomassa is de meest economische oplossing. Kostenreducties worden voornamelijk bereikt door het verbeteren van het verwerken (hakselen) en transporteren van de primaire energiedrager (primair bosbouw residu). Het verwerken en transporteren van de primaire energiedrager vertoont een PR van 85-88%. Er zijn bij de verschillende conversietechnologieën van biomassa slechts een beperkt aantal leercurves aan te wijzen. Dit door de verschillen in investeringskosten per installatie:

- Bij wervelbedketels is de PR 90-93%;
- Biomassa WKK's 91-92% voor de productiekosten van elektriciteit;
- Productie van biogas heeft een PR van 85% maar vlakt af tot 100% (dus geen verbetering. Dit wordt veroorzaakt door veranderde marktomstandigheden (subsidie en brandstoftekort) waardoor de investeringsprijs en de kostprijs van elektriciteit niet dalen).

Consequenties en aanbevelingen

Het gebruiken van leercurves bij het voorspellen van de (toekomstige) kosten van windmolens is nuttig. Het is echter moeilijk om data te vinden om de analyse uit te voeren. Het gebruik van de leercurvemethode bij het transport en verwerking van de primaire energie en de prijs van elektriciteit en biogas is nuttig en valide. De toepasbaarheid van de leercurvemethode bij het berekenen van kostenreducties van biomassa centrales is minder hoog. Er kan gebruik gemaakt worden van de gemiddelde kosten (makkelijker verkrijgbare data dan marginale kosten c.q. best-practice technologie). Tevens dient gelet te worden op inflatiecorrectie en wisselkoersfluctuaties tussen verschillende landen. Competitie tussen verschillende opties bepaalt de diffusie en kostenreductie van een technologie. Vrijwel geen enkel land heeft de mogelijkheid om op de eigen thuismarkt voldoende windparken en/of grootschalige biomassa- STEG installaties te bouwen en zo kosten te reduceren tot marktconforme waarden. Daarom is het aan te bevelen om op internationaal niveau samen te werken.

Op basis van de doorgerekende scenario's is het niet zeker dat Nederland de gewenste doelstellingen voor duurzame elektriciteit zal halen. Hierin is de rol van b.v. biomassa-import niet meegenomen omdat dit buiten de doelstelling van het proefschrift valt. Het opstellen van de leercurves is vaak lastig door de lage beschikbaarheid van data. Deze data zoals productiekosten zou gestructureerd verzameld moeten worden. Het gehanteerde model zelf kan gebruikt worden voor andere technologieën en is generiek van aard. Het model vereist hoogstwaarschijnlijk kleine aanpassingen indien de leercurve voor andere technologieën bepaald wordt. Deze zijn noodzakelijk door de context van de technologie en dus het systeem dat onderzocht wordt.

De opgedane kennis in dit onderzoek is vooral van nut voor:

- De biomassa- en windenergiesector omdat het de mogelijkheid geeft tot een kijk in de nabije toekomst (tot ongeveer 20 jaar vooruit);
- De onderzoekswereld omdat in toekomstscenario's de penetratiegraad vaak voorspelt wordt op basis van kostprijs waarbij de kostprijs daalt door technologisch leren (gekwantificeerd door de leercurve). Dit onderzoek heeft die leercurve berekent;
- Het vormgeven van beleid om de marktpenetratie van duurzame energietechnologieën doelgericht te stimuleren

Meer informatie

Martin Junginger, m.junginger@chem.uu.nl, 030-2537613

De volledige dissertatie (2005) is te downloaden via:

<http://www.chem.uu.nl/nws/www/publica/Publicaties2005/E2005-16.pdf>