

Om de keuze tussen elektrisch transport of zonne-energie of een combinatie van beide te vergemakkelijken kan milieueconomische optimalisatie helpen. Het gezamenlijk optimaliseren van de vraag naar milieuvriendelijke investeringen in transport en energieproductie biedt meerwaarde omdat (i) het de twee sectoren zijn die de meeste broeikasgassen uitstoten, (ii) praktisch alle beslissingsnemers (bijvoorbeeld multinationals, KMOs, huishoudens, ...) beide diensten nodig hebben, (iii) economische en ecologische synergieën voor het rapen liggen wanneer de technologieën worden gecombineerd. Elektrische auto's met zonne-energie opladen in de plaats van de gebruikelijke stroommix te gebruiken zorgt voor een reductie in piekstrom en voor extra emissiereductie. In dit artikel presenteren we daarom de resultaten van een studie waarin multi-objectief optimalisatie (MOO) werd toegepast op een realistische gevalstudie in Vlaanderen. De case betreft een KMO (Ned:MKB) die, gegeven zijn beschikbaar budget, zowel zijn economisch als milieurendement op de investering in elektrisch transport en/of zonne-energie wenst te optimaliseren.

Milieu-economische optimalisatie van milieuvriendelijke investeringen

Milieuvriendelijkere technologieën, zoals elektrische voertuigen (EV) en zonne-energie, hebben vaak een hogere initiële investeringskost in vergelijking met conventionele technologieën. Bijgevolg ontstaat een afweging tussen de economische en de milieugebonden doelstellingen. Kosteneffectiviteitsanalyse (KEA) is in dergelijk geval de eerste tool die gebruikt wordt om tot een optimale beslissing te komen. Echter, een kosteneffectiviteitsratio (kostenbesparing gedeeld door milieuontlasting) is gevoelig voor de technologie (de benchmark) waarmee je het alternatieve scenario vergelijkt. Bovendien is KEA niet in staat om de ideale mix van middelen, vereist voor de vraag naar transport en energie, te berekenen. In dit onderzoek omzeilen we deze beperkingen door gebruik te maken van multi-objectief optimalisatie (MOO). Hierbij worden meerdere doelfuncties, zoals een economische en een milieumatige, tegelijkertijd geoptimaliseerd gegeven een set van beperkingen, zoals bijvoorbeeld het beschikbaar budget van een onderneming die nood heeft aan een hoeveelheid energie en transport. Op die manier kan de verzameling van optimale oplossingen (ook wel Pareto front genoemd) worden geïdentificeerd.

## **Gevalstudie in Vlaanderen: elektrische voertuigen en/of zonne-energie**

Aan de hand van een realistische gevalstudie in Vlaanderen gaan we na hoe gevoelig de gevonden mix tussen zonne-energie (energie) en elektrische voertuigen (transport) is voor overheidsstimuli en voor het gehanteerde beslissingsperspectief. Een investeerder kan immers

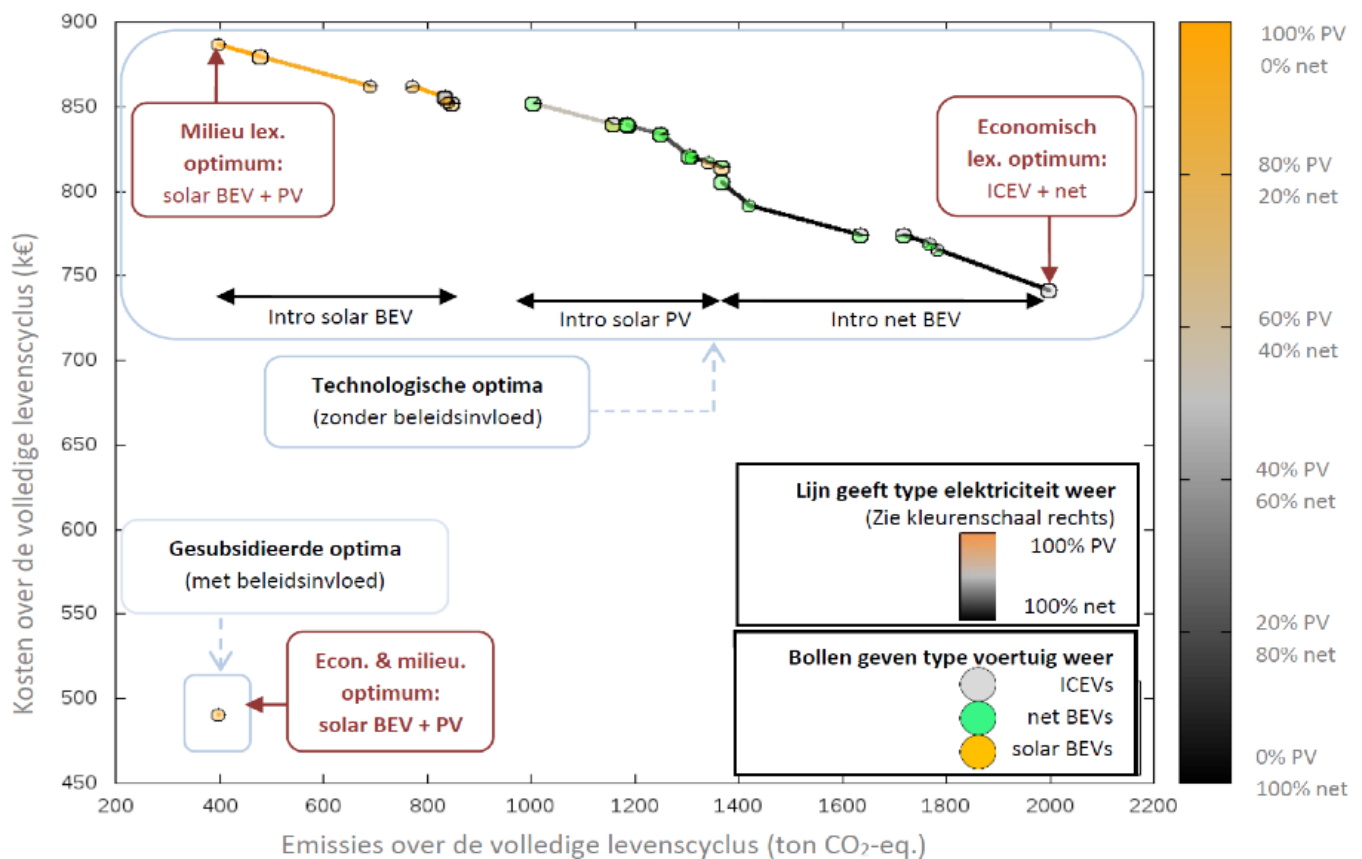
volledig rationeel zijn en dus rekening houden met de volledige levenscycluskosten of slechts deels rationeel zijn en enkel rekening houden met de initiële investeringskosten. Gezien de mogelijke synergie tussen energie en transport, laat onze modellering toe dat de aangeschafte elektrische wagens gevoed worden met zonnestroom in de plaats van met netstroom, indien de opgelegde beperkingen dit toelaten.

## **Ook rekening houden met schaalvoordelen bij de optimalisatie-oefening**

Onze studie onderscheidt zich van andere MOO studies doordat deze rekening houdt met schaalvoordelen (het feit dat kosten per eenheid dalen bij een grotere schaal van investering) en we de gebruikte optimalisatietechniek daaraan aanpassen. Gezien schaalvoordelen voorkomen in discrete stappen (bijvoorbeeld: tussen 1-50 eenheden is de prijs €X, tussen 50 en 200 eenheden is de prijs € 1/2\*X en daarboven is de prijs € 1/5\*X), geeft optimalisatie met lineaire programmering over een gemiddeld kostinterval slechts een benaderende oplossing. Hier presenteren wij de resultaten die voor het eerst gebruik maken van een recent ontwikkeld algoritme voor het exact optimaliseren van problemen die intervallen bevatten maar daarbinnen continu zijn (zie Figuur 1 en Figuur 2).

## **Rekening houden met de kosten van de volledige levenscyclus**

*Figuur 1: Resultaten vanuit volledig rationeel perspectief*



Figuur 1 toont de verzameling van oplossingen wanneer de optimalisatie rekening houdt met de kosten over de volledige levenscyclus (zie Y-as), met en zonder beleidsinvloed. Met beleidsinvloed is er één enkele optimale oplossing: door batterijen aangedreven elektrische wagens (BEV) voor de volledige 100% aangedreven op zonne-energie. Wanneer we de beleidsimpact negeren, dan pas wordt de trade-off tussen de economische en milieumatige doelstelling zichtbaar in een verzameling van optimale beslissingen (of een front). Bewegen over het front van rechtsonder naar linksboven is hetzelfde als steeds meer de nadruk leggen op het milieumatige objectief en dus minder op het economische objectief. Bijgevolg wordt er geleidelijk aan overgegaan van netstroom op zonnestroom (solar PV) en van de conventionele wagen met verbrandingsmotor (ICEV) op de elektrische wagen om uiteindelijk tot de op zonnestroom aangedreven elektrische wagens te komen (solar BEV).

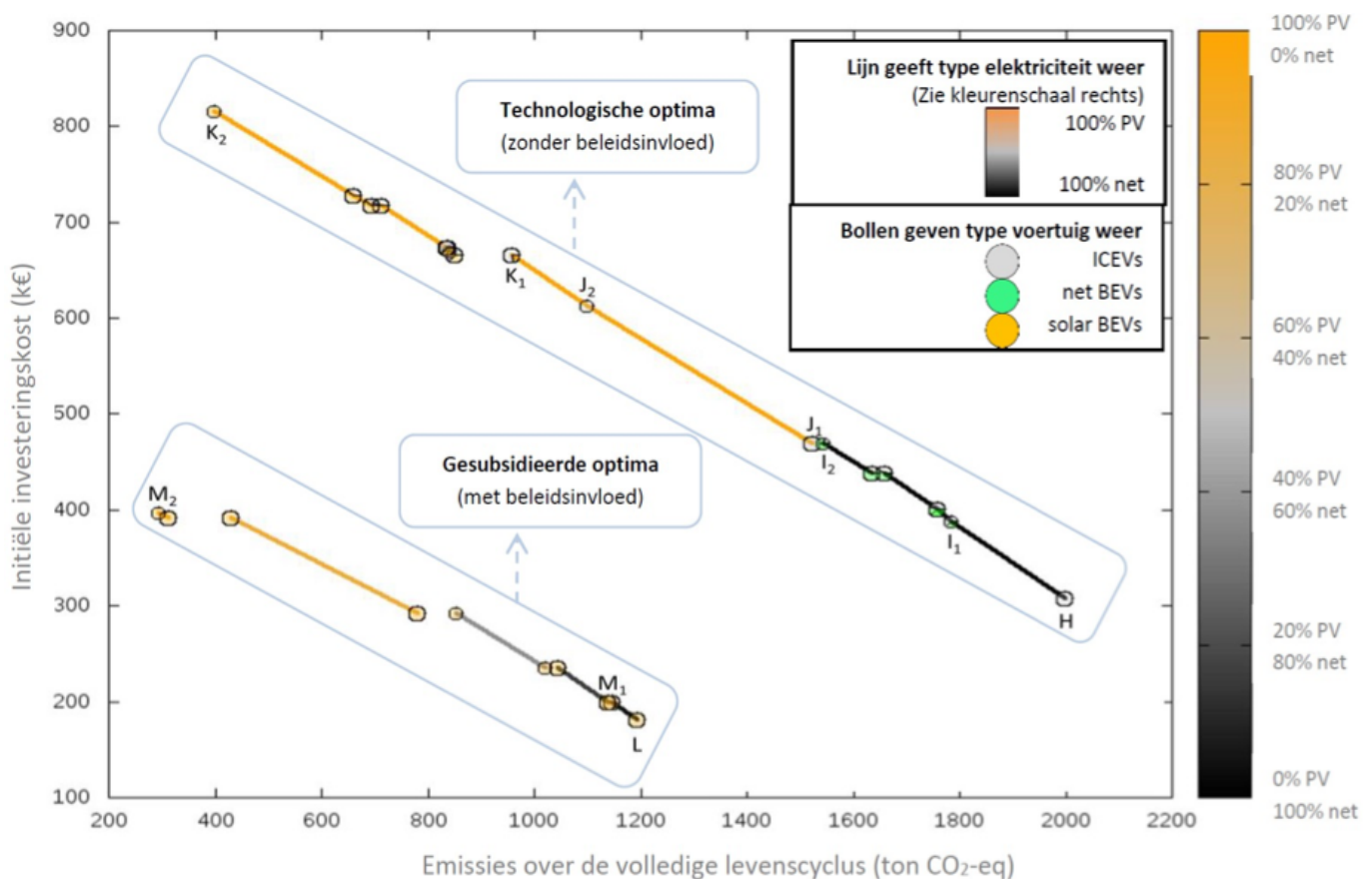
## Enkel rekening houden met de initiële investeringskosten

Figuur 2 toont de verzameling van oplossingen wanneer de optimalisatie enkel rekening houdt met de initiële investeringskosten (zie Y-as),

# Nieuwsbrief Milieu&Economie

met en zonder beleidsinvloed. Hier kunnen we 2 fronten zien. Bijgevolg kunnen we concluderen dat het gevoerde stimuleringsbeleid anno 2013 afgestemd was op investeerders die volledig rationeel zijn, waar in de praktijk private investeerders eerder deels rationeel zijn. Immers enkel in dit geval vallen het milieumatige en het economische optimum samen en worden investeerders gestimuleerd het milieumatige optimum te bereiken.

Figuur 2: Resultaten vanuit deels rationeel perspectief



De volledige studie is gepubliceerd in het tijdschrift *Journal of Environmental Economics and Policy* en kan geraadpleegd worden via de DOI: [10.1080/21606544.2015.1019569](https://doi.org/10.1080/21606544.2015.1019569). Voor meer informatie kan u steeds [sebastien.lizin@uhasselt.be](mailto:sebastien.lizin@uhasselt.be) en [steven.vanpassel@uhasselt.be](mailto:steven.vanpassel@uhasselt.be) raadplegen.

