

ENERGIE DOSSIER 2024

Inhoudstafel

Doel van dit Energie Dossier 2024	3
Even samengevat: 10 thema's die EnergyVille graag op de kaart zet	3
Wie stoot wat uit? Wat ligt er op tafel voor de volgende legislatuur?	6
Gaan de emissies de goede kant op?	7
Van fossiele brandstoffen naar meer hernieuwbare energie	9
Hoe kun je thuis zelf bijdragen en blijft je energiefactuur betaalbaar?	9
Transport.....	12
Industrie.....	15
Kerncentrales	17
Disclaimer.....	18
Referenties.....	19

Doel van dit Energie Dossier 2024

In juni trekken we naar de stembus – er wordt zowel op Vlaams, Belgisch als Europees niveau gestemd. Welke energie- en klimaatthema's liggen op de tafel van de volgende regeringen? Welke thema's zijn nog onderbelicht?

De keuzes die we nu maken zullen van invloed zijn op onze toekomst. Daarom is het essentieel dat wetenschappelijk onderbouwde kennis en informatie beschikbaar is over deze thema's, en over de implicaties voor ons dagelijks leven en onze economie.

EnergyVille deelt graag zijn expertise over relevante, actuele thema's, zodat u zelf – op basis van de juiste informatie – uw mening vormen kan.

Even samengevat: 10 thema's die EnergyVille graag op de kaart zet

Hieronder geven we 10 thema's die aandacht verdienen in de aanloop naar de verkiezingen.

1. Klimaat: fossiele energie blijven stoken kan duur uitvallen

Vandaag wordt in Europa elke maand voor 25-60 miljard euro aan fossiele brandstoffen ingevoerd [\[1\]](#). We zijn voor die brandstoffen helemaal afhankelijk van het buitenland, zoals de recente Russische gascrisis heeft aangetoond. Zonne-energie en windenergie waren ooit dure, vrijwel onbetaalbare projecten, maar zijn momenteel goedkoper dan elektriciteit uit kolen of gas. Als Vlaanderen of België besluit om niet voldoende mee te doen met de klimaatactie, kan dit goedkoper lijken op korte termijn, maar op lange termijn is dit slecht voor de portefeuille, omdat we dan emissiecertificaten moeten kopen en uiteindelijk alsnog een inhaalslag moeten maken.

2. Industrie: er is nood aan een strategisch masterplan

België mag dan een klein land zijn, maar het heeft binnen Europa een grote industriële sector die permanent nood heeft aan veel energie. De petrochemische industrie, metaalproductie (zoals staal en aluminium) en de havengebieden vormen de kern van deze sector. In Wallonië is er een belangrijke cementindustrie. De voedingsindustrie en veel KMO's verbruiken ook grote hoeveelheden energie, terwijl datacentra een groeiende bron van energieverbruik zijn.

De petrochemische en staalindustrie in België staan onder druk door hevige concurrentie. De Verenigde Staten en China ondersteunen klimaatinvesteringen agressief, waardoor de internationale competitie toeneemt. Zelfs binnen Europa is er sterke concurrentie. De vraag die zich voordoet is hoe we deze druk op onze industrie kunnen aanpakken. Het is essentieel dat er een goed doordacht masterplan komt dat aangeeft of en hoe we bepaalde industriële activiteiten met overheidsgeld willen ondersteunen. Hoewel sommige politieke partijen voorstellen hebben om de industriële concurrentiepositie te beschermen, is dit een onderwerp dat vooral op Europees niveau wordt besproken. Het is een complex thema dat zelden in partijprogramma's aan bod komt en al zeker niet becijferd wordt.

3. Elektriciteitsinfrastructuur: er is snel nood aan investeringen

Elektrische wagens, warmtepompen, maar ook nieuwe industriële processen, zullen veel meer elektriciteit vragen dan vandaag. Ons totale energieverbruik zal wel minderen, maar de elektriciteitsvraag zal moeten verdubbelen of verdriedubbelen. EnergyVille berekende dat een sterke uitbreiding van elektriciteitsinfrastructuur nodig is om de energierekening betaalbaar en de elektriciteitslevering betrouwbaar te houden. In voorbije jaren hebben we gezien hoe uitdagend het Ventilusdossier gebleken is. Maar in de toekomst zullen nog meer zulke infrastructuurdossiers opgelost moeten geraken, willen we onze energie betaalbaar en betrouwbaar houden.

4. Energieprijzen: juiste energieprijzen zijn belangrijker dan subsidies

In België is elektriciteit bijna vier keer duurder dan gas [2], omdat allerlei kosten en heffingen via de elektriciteitsfactuur worden doorgerekend, en heel weinig via de gasfactuur. Klimaatinvesteringen zoals warmtepompen en elektrificatie van productieprocessen zijn intrinsiek rendabel, maar komen hierdoor niet van grond. Om deze rendabel te maken, zou elektriciteit maar 2 tot 2.5 keer duurder mogen zijn dan gas, wat in verschillende EU-landen het geval is [3]. Gas zo goedkoop mogelijk houden is geen oplossing, ook niet voor kwetsbare gezinnen. De kosten van het gasnet zullen door steeds minder mensen gedragen worden en dus voor hen die niet kunnen investeren in warmtepompen, sterk verhogen. Als we de klimaatdoelstellingen missen, moet België voor potentieel miljarden euro's emissiecertificaten gaan aankopen. Als de verhouding tussen de gasprijs en de elektriciteitsprijs beter in balans gebracht wordt, dan kan je ook de subsidies voor warmtepompen afschaffen, die nu bij een doelgroep terechtkomen die wel de mogelijkheid heeft om te investeren.

5. Renovatie: renoveren is meer dan isoleren

Emissies komen van onder andere gas- en stookolieketels in onze gebouwen. Oplossingen liggen op zuiver technisch gebied voor de hand. Renovatie gaat niet enkel over isoleren van woningen, maar ook over het belang van een gezond binnenklimaat en de omschakeling naar fossielvrije verwarming. Warmtepompen zijn ongeveer vier keer efficiënter dan verbranding van gas. In dichte stadscentra kunnen warmtenetten een oplossing zijn, waarbij de warmte centraal en klimaatneutraal geproduceerd wordt. Maar de technische oplossingen kunnen niet los gezien worden van de maatschappelijke uitdagingen zoals de financiering, inhoudelijke ondersteuning om te ontzorgen en een voldoende aantal arbeidskrachten in de bouwsector. Collectieve renovatietrajecten bieden hiervoor oplossingen.

6. Wegtransport: voertuigen kunnen grotendeels elektrisch

Emissies komen ook van onder andere benzine en diesel in onze auto's. Elektrisch vervoer is hier een oplossing. Elektrische wagens zijn bijna drie keer efficiënter dan wagens met verbrandingsmotor met fossiele brandstof en betekenen een enorme reductie van broeikasgassen voor het klimaat. Ook elektrische bussen zijn rendabel. Vrachtwervoer (lichte bestelwagen en korte afstand) is perfect elektrificeerbaar. Elektrische lange-afstandstrucks komen eraan. Naast de positieve impact op het klimaat, zijn er bijkomende voordelen zoals sterke vermindering van lokale uitstoot en in vele gevallen een lager geluidsniveau.

7. Waterstof: niet voor verwarming of wegtransport

We hebben de laatste jaren heel wat subsidies gezien voor waterstof. Maar voor wegtransport is elektriciteit simpelweg veel efficiënter én goedkoper. Rechtstreeks elektrisch rijden is bijna drie keer efficiënter dan rijden op waterstof.

Ook voor verwarming zijn warmtepompen bijna vier keer efficiënter én over de levensduur goedkoper dan gelijk welke oplossing gebaseerd op waterstof. Het is in de komende periode belangrijk dat subsidies voor waterstof prioritair ingezet worden bij industrie die waterstof als grondstof kan gebruiken.

8. Waterstof verscheppen: nee, beter inzetten op waterstofderivaten en halffabricaten

In verschillende partijprogramma's staat nog de ambitie om een groot aanvoer- en doorvoerland te worden van waterstof. Import van waterstof via pijpleidingen kan wel economisch interessant zijn, maar is nog niet voor morgen. Waterstof via schip invoeren zal echter nooit economisch interessant zijn, zoals onder andere volgt uit de berekeningen voor het EnergyVille PATHS2050 Platform [4]. Daarom is het beter dat men inzet op andere producten die met waterstof gemaakt worden, maar gemakkelijker te transporteren zijn – zoals groene ammoniak, methanol of sponsijzer.

9. Europa: Europese thema's zijn onduidelijk

Heel wat kiezers hebben weinig voeling met welke dossiers op de Europese agenda staan, en stemmen met de nationale beleidsbevoegdheden in het achterhoofd. Maar op Europees niveau komen er in de komende legislatuur belangrijke beslissingen aan – met name rond de competitiviteit van de Europese industrie in de komende jaren. Dossiers zoals het emissiehandelsstelsel, koolstofgrensheffingen en geopolitiek kunnen bovendien een grote impact hebben op de energierekening én op de welvaart, maar zijn zo complex dat de politieke partijprogramma's ze doorgaans links laten liggen.

10. Kerncentrales

In de voorbije regeerperiode werd beslist om twee van de kerncentrales (Doel 4 en Tihange 3) tien jaar langer open te houden. Doel 3 en Tihange 2 werden reeds gesloten. Voor Doel 1/2 en Tihange 1 staat de sluiting gepland.

In een opvolgstudie voor het EnergyVille PATHS2050 Platform werd uitgerekend in welke mate verlengen van de levensduur van Belgische kerncentrales interessant kan zijn [21]. Een verlenging van Doel 4 en Tihange 3 voor twintig jaar kan economisch rendabel zijn. In de komende jaren extra kerncentrales verlengen zal echter geen evidente piste zijn. Bij de verlenging van Doel 4 en Tihange 3 is de staat mee moeten instappen om operator Engie hiervan te overtuigen. De verwachting is daarom dat de financiële voorwaarden om extra kerncentrales open te houden onvermijdelijk minder gunstig zullen zijn dan deze van Doel 4 en Tihange 3.

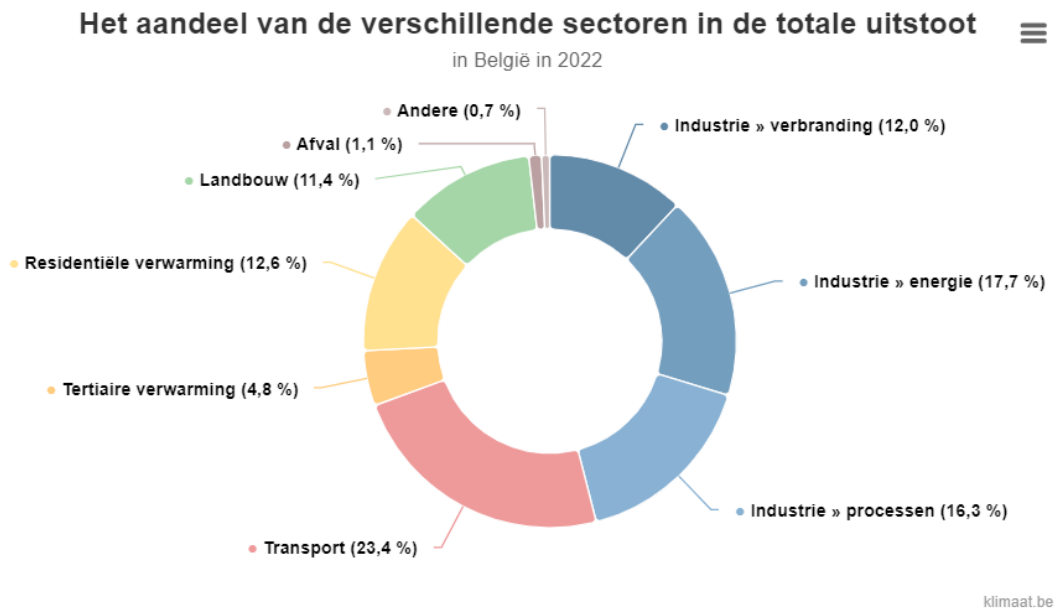
Nieuwe kerncentrales bouwen is een alternatieve piste die bijvoorbeeld in Nederland onderzocht wordt. Een kerncentrale kan er ongeveer tussen 2035 en 2040 staan en voor tientallen jaren klimaatvriendelijke stroom produceren. Dit vergt echter een risicovolle investering met een lange terugverdientijd. Investeerders zullen dus een vorm van staatsgarantie verwachten, bijvoorbeeld in de vorm van gegarandeerde afnameprijzen voor de geproduceerde stroom. Nieuwe kerncentrales bouwen is dus niet enkel een ja/nee vraag, maar evenzeer een vraag over in welke mate en onder welke financiële voorwaarden de staat bereid is om een deel van het risico van de investering op zich te nemen.

Wie stoot wat uit? Wat ligt er op tafel voor de volgende legislatuur?

Voor we in de specifieke dossiers duiken, geven we een overzicht.

Waar staan we in België met onze energievoorziening als onderdeel van de strijd tegen klimaatopwarming?

De volgende cijfers bevatten de officiële statistieken over de emissies van broeikasgassen in verschillende sectoren.



Figuur 1: bron: klimaat.be emissies in verschillende sectoren.

De **transportsector** is verantwoordelijk voor bijna een kwart van de emissies.

Wat ligt er op tafel voor de volgende legislatuur? Door de snelle transitie naar elektrische bedrijfswagens loopt de overheid veel inkomsten mis, zoals de accijnzen op benzine en diesel. Is het subsidiëren van elektrische wagens een goede oplossing? Wat met rekeningrijden? Kunnen de elektriciteitsnetten dit allemaal aan?

Verwarming in gebouwen is verantwoordelijk voor bijna een vijfde van de emissies.

Wat ligt er op tafel voor de volgende legislatuur? Wat als je geen geld hebt om te investeren in renovatie of warmtepompen? Gaat je rekening voor verwarming stijgen? Wie gaat de kosten van de gasnetten dragen als er minder en minder verbruikers zijn?

Industrie is de grootste component van de emissies in België.

Wat ligt er op tafel voor de volgende legislatuur? Er is de nood om een masterplan industrie uit te werken. Dit omvat strategische keuzes voor welke, hoeveel en hoever industrie moet ondersteund worden en met welke maatregelen. Onder meer de competitiviteit van de industrie en de aanleg van specifieke infrastructuur zijn hierbij belangrijke vragen. Moeten we hierbij inzetten op waterstof? Moet er infrastructuur komen voor CO₂ transport?

Elektriciteit is het onderwerp dat het vaakst in het nieuws kwam. Of de verlenging van de kerncentrales nog veel stof zal doen opwaaien tijdens de volgende legislatuur, laten we in het midden. Een heel aantal andere onderwerpen die een even groot of groter aandeel hebben in de CO₂ uitstoot krijgt niet dezelfde media-aandacht.

Wat ligt er op tafel voor de volgende legislatuur? Hoe gaan we om met de Noordzee, en dit zowel voor onze eigen kust als de aansluiting van ons land met ontwikkelingen verder in zee? Hoe brengen we de energie naar het binnenland, en wat met de doorvoer van energie naar verder in Europa? Hoe maken we van onze havens de energiehubs van de toekomst? Waar komen de nieuwe windturbines op land? Hoe zorgen we voor lokale, geïntegreerde energievoorziening (zon, wind, elektrische voertuigen, energiegemeenschappen, ...)? Zorgen kleine modulaire kerncentrales voor een doorbraak, en wanneer en tegen welke kost?

De **landbouwsector** is prominent in het nieuws met protest tegen stikstofakkoorden. Hier zijn we bij EnergyVille geen expert in, dus deze discussies laten we aan anderen.

Gaan de emissies de goede kant op?

Vlaanderen is een regio die streeft naar een schonere toekomst, maar de weg naar lagere CO₂-uitstoot is nog lang – ook voor gebouwen en transport. Laten we eens kijken naar de CO₂-emissies in Vlaanderen, met een blik op het verleden en een glimp in de toekomst.

Emissies in Vlaanderen reeds met 20% gedaald

De totale emissies kunnen worden onderverdeeld in twee categorieën: de emissies die gereguleerd worden via het Europese Emissiehandelssysteem (ETS) – zoals elektriciteitscentrales, staal- en petrochemische industrie – en de emissies die daarbuiten vallen, bekend als ESR-emissies (niet-ETS). Europese landen moeten de niet-ETS emissies jaarlijks verminderen. Dit omvat uitstoot afkomstig van transport, gebouwen, landbouw, en de minder energie-intensieve delen van de industrie- en energiesector.

De zwarte lijn in Figuur 1 toont de totale niet-ETS-emissies in Vlaanderen, genormaliseerd zodat 1990 overeenkomt met 100. Tussen 2005 en 2022 zijn de totale niet-ETS emissies in Vlaanderen met 20% gedaald.

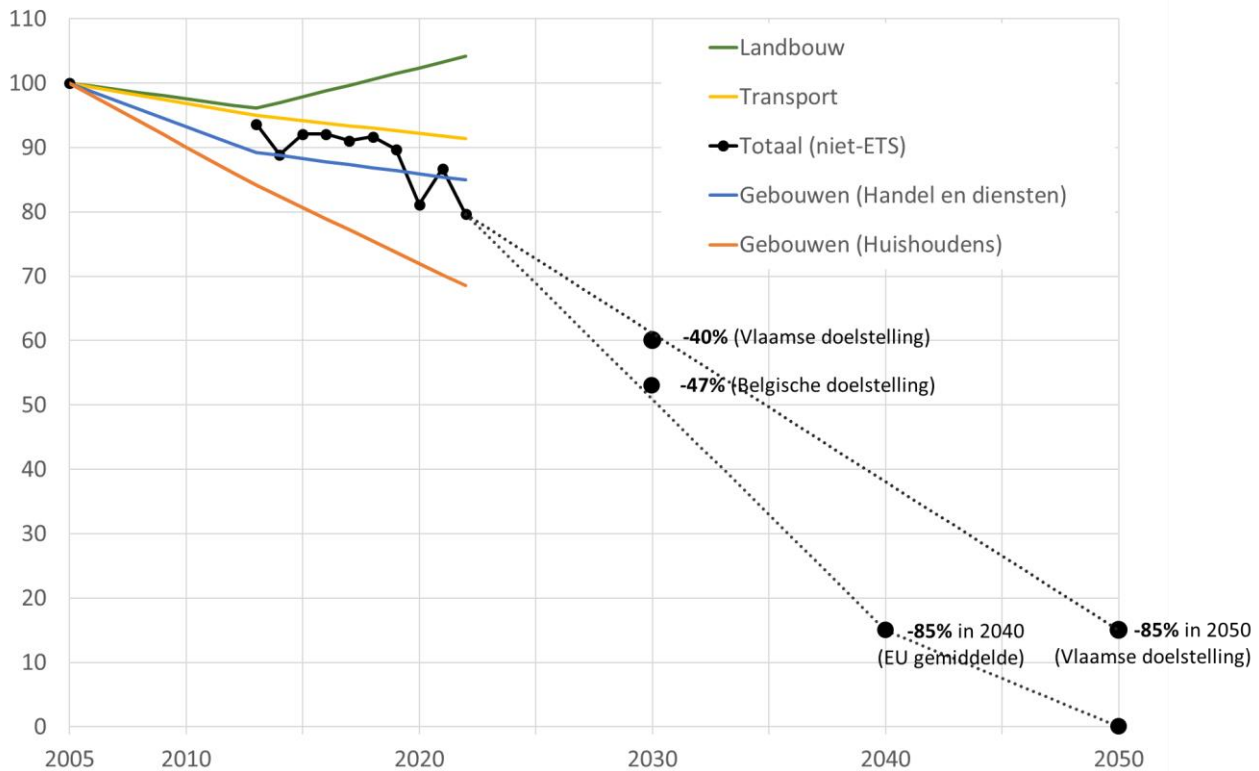
Vooraf versnellen in transport, horeca en kantoorgebouwen

Alle sectoren moeten aanzienlijke emissiereducties realiseren om de klimaatdoelen te halen.

De gele lijn in de grafiek toont de CO₂-emissies van transport, dus met andere woorden emissies van auto's, vrachtwagens en binnenvaart. Hier is weinig reductie te zien – nog geen 10% – wat een dringende kentering vereist. De blauwe lijn is van kantoren, hotels en andere niet-woongebouwen. Deze volgt de trend van het totaal. Er hoort meer aandacht te gaan naar kantoorgebouwen die al een zekere ouderdom hebben.

De oranje lijn vertegenwoordigt de emissies van woningen en appartementen. Hier zien we een positieve ontwikkeling. De CO₂-uitstoot is reeds sterk verminderd. Toch blijft het een enorme uitdaging om jaarlijks 95.000 woningen in Vlaanderen te renoveren.

In de landbouwsector is er geen sprake van een langetermijndaling. Sterker nog, de broeikasgasemissies zijn de afgelopen jaren juist toegenomen.



Figuur 2: Broeikasgasemissies in Vlaanderen in enkele belangrijke sectoren en totaal van emissies die niet onder de Europese Emissiehandel vallen (niet-ETS) CO₂-eq (2005 = 100); Bron: Energyville, met input van data van VMM. Nota: interpolatie met 2005 als startpunt, 2013 als tussenjaar en het gemiddelde van 2021 en 2022 als eindpunt; de totale emissies voor 2005 zijn herrekend (50.4 Mton) volgens EU-rekenmethode; zonder deze correctie is de reductie 17% (in de plaats van 20%).

Blik op 2030

Een reductie van 20% ten opzichte van 2005 is al een behoorlijke stap, maar het betekent ook dat er nog veel werk aan de winkel is om het huidige Vlaamse doel van 40% emissiereductie tegen 2030 te halen. Er is ook nog discussie of Vlaanderen de lat niet hoger moet leggen omdat 47% reductie wettelijk is vastgelegd voor België. Wanneer ons land deze doelstelling niet haalt, moet België emissierechten van andere landen aankopen. De EU heeft België recent aangemoedigd om het ambitieniveau te verhogen. De Klimaatzaak wil dat België nog verder gaat dan wat Europa oplegt. In November 2023 heeft het Hof van Beroep een gerechtelijk bevel uitgevaardigd dat België tegen 2030 minstens 55% broeikasgasemissies dient te reduceren – voor zowel sectoren die onder het emissiehandelsysteem (ETS) vallen, als deze daarbuiten (niet-ETS).

Van fossiele brandstoffen naar meer hernieuwbare energie

Overgang naar duurzame energie

De overgang naar duurzame energie draait om het transformeren van ons huidige energiesysteem dat sterk afhankelijk is van fossiele brandstoffen, naar een meer klimaatvriendelijke, koolstofarme(re), energievoorziening.

Afhankelijkheid van fossiele brandstoffen

De EU geeft jaarlijks tussen de 300 en 700 miljard euro uit aan de import van fossiele brandstoffen [2]. Elke investering in hernieuwbare energie helpt deze kosten te verlagen en vermindert de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen.

Voordelen van hernieuwbare energie

Zonne-energie en windenergie waren ooit duur, maar zijn nu de meest economische keuzes. Door over te schakelen op hernieuwbare energie verminderen landen hun afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele brandstoffen, waardoor ze minder kwetsbaar zijn voor prijsfluctuaties en geopolitieke spanningen. Er is ook nog heel wat potentieel in België, vooral voor zonne-energie. EnergyVille/VITO becijferde in het BREGILAB-project het potentieel van zonne- en windenergie in België op meer dan 100 gigawatt [29]. Ter vergelijking: eind 2023 had België 10 gigawatt aan geïnstalleerd vermogen aan zonnepanelen. Zonnepanelen zijn vandaag dan ook nog steeds een rendabele keuze. EnergyVille blijft ondertussen verder werken aan nieuwe technologieën voor zonnepanelen – zoals nieuwe materialen, meer performante modules en concepten zoals het inbouwen van zonnepanelen in gebouwen [30].

Hoe kun je thuis zelf bijdragen en blijft je energiefactuur betaalbaar?

België heeft een van de minst energie-efficiënte gebouwenbestanden van Europa, wat aangeeft dat er nog veel werk aan de winkel is.

Efficiënte technologieën voor verwarming en transport

In verschillende studies becijfert EnergyVille de beste opties voor een schone en comfortabele energievoorziening in onze gebouwen ([4], [5], [6]) en een duurzaam transport op onze wegen.

Voor verwarming en transport zijn er efficiënte technologieën beschikbaar – zoals isolatiemaatregelen en warmtepompen, aangevuld met warmtenetten en elektrische mobiliteit. Deze oplossingen zijn economisch en milieuvriendelijk, maar de adoptie van warmtepompen gaat nog te traag om de klimaatdoelstellingen te halen. De overstap naar elektrische voertuigen ging lange tijd niet zo snel, maar kreeg een flinke boost dankzij een strenger beleid voor bedrijfswagens.

Hoe pak ik de verplichte renovatie naar label D het beste aan?

Nieuwe eigenaars van energieverblindende woongebouwen (EPC label E of F) zijn sinds 2023 verplicht binnen de vijf jaar na notariële overdracht hun woning te renoveren tot minstens het D-label.

Fotovoltaïsche zonnepanelen, dakisolatie en een nieuwe verwarmingsketel zijn de maatregelen die het EPC het snelst en het goedkoopst zullen verbeteren. Door te zoeken naar de eenvoudigste en goedkoopste renovatiemaatregelen om aan het D-label te voldoen, loop je echter het risico dat op lange termijn die maatregelen niet de meest optimale investeringen blijken. Bij de afweging welke renovatiemaatregelen je wil toepassen, is het daarom essentieel steeds de lange termijn voor ogen te houden, waarbij elke renovatiestap jouw woning op weg helpt naar “warmtepomp ready” en je tenslotte een fossielvrije woning verkrijgt.

Je kijkt ook best verder dan enkel de verbetering van het EPC-label – denk bijvoorbeeld aan gezondheid en comfort (bv. ventilatie), structurele verbetering, slimme sturing, levensduur van installaties en het voorkomen van oververhitting.

Hebben zonnepanelen nog zin sinds de stopzetting van de terugdraaiende teller?

Zonnepanelen blijven – ondanks het wegvallen van de terugdraaiende teller – een interessante manier om je energiefactuur te doen dalen en minder afhankelijk te zijn van extreme energieprijzen. De technologie is matuur en de prijzen zijn de laatste jaren zeer sterk gedaald. Onze noorderburen hebben nog steeds 50% meer geïnstalleerd zonnepaneelvermogen per inwoner, maar de Vlaming is aan een inhaalrace bezig. In 2023 werd er in Vlaanderen een recordhoeveelheid zonnepanelen geïnstalleerd bij zowel huishoudens als bedrijven.

Zonnestroom kan ook de kostprijs voor het gebruik van een warmtepomp of een elektrische wagen drukken door lokale eigenconsumptie. Voor een warmtepomp zal het eigenverbruik maar een 10% bedragen door de mismatch tussen zon en vraag tot warmte. Mits sturing en opslag kan dit tot 20% stijgen. Met slimme sturing van andere apparaten en slim laden van je elektrisch voertuig kan je een veel groter deel van de zelfopgewekte stroom verbruiken.

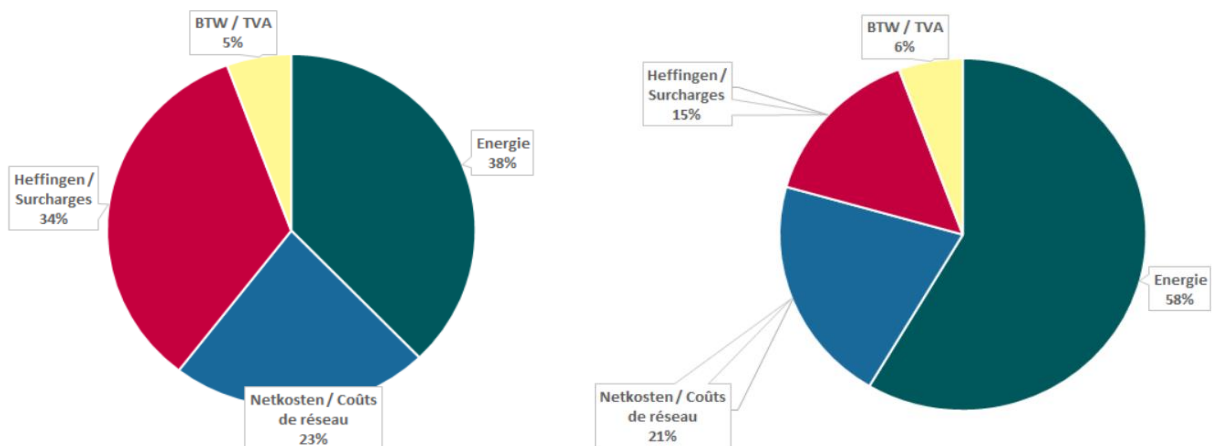
Uitdagingen voor warmtepompen

Een warmtepomp is technisch haalbaar in heel wat bestaande woningen. Afhankelijk van de huidige staat van het gebouw kunnen bescheiden ingrepen – zoals het vervangen van ramen of dakisolatie – in veel gevallen technisch gezien voldoende zijn. We zien ook een evolutie vanuit de markt (bv. hoogtemperatuur warmtepomp of aangepaste afgiftesystemen), al is er nog wel nood aan kennisverspreiding over warmtepompen in bestaande woningen.

Hoewel warmtepompen dus al een efficiënte oplossing zijn, wordt hun verkoop voor bestaande gebouwen belemmerd door hogere elektriciteitsprijzen in België. Elektriciteit is bijna vier keer zo duur als gas [2] [7], waardoor consumenten terughoudend zijn om in warmtepompen te investeren. Ter vergelijking: in Nederland is deze verhouding tussen de totale elektriciteits- en gasprijs 1,9. Als gevolg daarvan worden er in Nederland bijna dubbel zoveel warmtepompen per duizend gezinnen geïnstalleerd in vergelijking met België [8]. In de toekomst kan deze balans wel omslaan in het voordeel van warmtepompen.

Een juiste prijs voor elektriciteit en gas: de rol van beleidsveranderingen

Het huidige belastingstelsel zorgt ervoor dat elektriciteit bijna vier keer duurder is dan gas. Dit komt doordat verschillende kosten zoals groenestroomcertificaten, sociaal beleid en andere heffingen vooral via de elektriciteitsrekening worden doorgerekend. Tegelijkertijd is de gasprijs in België kunstmatig laag, omdat de kosten voor de klimaatimpact niet zijn meegerekend.



Figuur 2: Bron: CREG: Samenstelling van de kosten voor elektriciteit (links) en gas (rechts) voor een gemiddeld gezin zonder elektrische wagen of warmtepomp. Voor elektriciteit bestaat een veel groter deel uit heffingen dan voor gas.

Een mogelijke oplossing is een "taks shift," waarbij de belastingen meer worden verdeeld ten gunste van elektriciteit. Dit zou het gebruik van duurzame technologieën kunnen stimuleren, wat zowel goed is voor de consument als voor het milieu op de lange termijn.

Momenteel zijn er subsidies voor de installatie van warmtepompen die het verschil in energiekosten tussen gas en elektriciteit compenseren, maar deze komen vaak terecht bij mensen die al de financiële middelen hebben om te investeren. Met een taks shift die gas duurder maakt ten opzichte van elektriciteit, zullen mensen die kunnen investeren in een warmtepomp waarschijnlijk deze keuze maken omdat het de meest efficiënte optie is. Zonder subsidies voor warmtepompen heeft de overheid de mogelijkheid om extra geld in te zetten om bijvoorbeeld kwetsbare consumenten te ondersteunen bij de overstap naar duurzame energietechnologieën. Hierdoor wordt de overgang naar duurzame energie inclusiever, terwijl tegelijkertijd wordt gezorgd voor een eerlijker prijsbeleid voor elektriciteit en gas.

Hebben we in België niet hele hoge belastingen op aardgas?

Neen. Aardgas is vandaag in België relatief goedkoop in vergelijking met andere landen. Voor een gemiddeld gezin zijn de belastingen veel lager dan het Europese gemiddelde. Dat klinkt als goed nieuws, maar het kan tegelijk ook een verkeerd signaal geven over de toekomst. Vanuit de Europese context weten we dat de huidige situatie niet zal blijven en er vanaf 2027 of 2028 een (veel) hogere prijs zal moeten betaald worden voor aardgas. Er zijn goede redenen om de belasting geleidelijk te verhogen zodat de burger een correcter beeld krijgt van de toekomst, en er geen al te grote schok ontstaat. In Frankrijk is de belasting een factor 2 hoger en in Nederland is het een factor 6 hoger. In België betaalt de burger voor aardgas momenteel ongeveer 10 EUR/MWh aan accijns en energiebijdrage (excl. BTW) [9]. In Nederland betaalt de burger een accijns van 58 EUR/MWh, wat overeenkomt met een CO₂ prijs van 289 EUR per ton [10].

Kunnen we niet beter gas zo lang mogelijk goedkoop houden?

Het alternatief – het goedkoop houden van gas voor de hele maatschappij – biedt geen structurele oplossing voor kwetsbare consumenten. Als de klimaatdoelstellingen in 2030 niet worden gehaald, zullen er emissiecertificaten moeten worden gekocht, wat uiteindelijk leidt tot hogere kosten voor belastingbetalers. Daarom is het essentieel om duurzame energietechnologieën – zoals warmtepompen – te bevorderen om de energietransitie te versnellen en klimaatverandering te bestrijden. Een coherente, gekwantificeerde aanpak in al zijn facetten is hoognodig.

Het probleem van hoge initiële kosten

Naast hogere elektriciteitsprijzen, vereisen warmtepompen en elektrische voertuigen aanzienlijke initiële investeringen. Dit maakt ze minder toegankelijk voor consumenten met beperkte financiële middelen, wat benadrukt waarom flankerend beleid nodig is om kwetsbare consumenten te helpen deelnemen aan de energietransitie.

“Het beter in balans brengen van heffingen op gas en elektriciteit kan ervoor zorgen dat subsidies voor warmtepompen doelgerichter kunnen ingezet worden, bijvoorbeeld voor sociaal kwetsbare doelgroepen”

Transport

Als R&D-innovatiehub voor energie, gaan we niet in detail over het mobiliteitsvraagstuk zoals openbaar vervoer, verkeersongevallen en dergelijke. Deze tekst beperkt zich hier tot het energetisch duurzaam maken van het vervoer.

De fiets beleeft een enorme terugkeer in ons dagelijks leven. Door de elektrificatie rijden meer mensen langere afstanden en in het woon-werk verkeer breekt hij door. Het elektriciteitsverbruik dat dat met zich meebrengt is beperkt, al hebben sommigen onder u al wel eens naar een stopcontact gezocht tijdens een langere fietstocht.

De verbrandingsmotor met benzine of diesel is zonder meer een van de grootste energie- en klimaatuitdagingen. Maar ook voor het lokale milieu is hij nefast: stikstofoxides, fijn stof, lawaai.

Een elektrische auto verbruikt maar iets meer dan een derde van de energie van een verbrandingsmotor voor dezelfde afstand.

Wat dan met hybride wagens? Dit zijn wagens die zowel een verbrandingsmotor als een tijdelijke batterij hebben. Volgens een recent rapport van de Europese Commissie stoten hybride wagens meer uit dan de laboratoriumwaarden aangeven. Voor het klimaat zijn hybride wagens dus geen oplossing.

Bovendien zijn fossiele en hybride auto's ook duurder in onderhoud, aangezien er bij verbrandingsmotoren meer bewegende onderdelen zijn dan bij elektromotoren.

We beantwoorden enkele vragen:

Kan het elektriciteitsnet elektrische wagens wel aan?

EnergyVille/VITO voert simulaties uit voor het hele Vlaamse laagspanningsnet [13] en inderdaad: er zijn stevige investeringen nodig onder meer (maar niet alleen) om elektrisch laden mogelijk maken, maar dit is technisch haalbaar. Enkele keuzes zijn belangrijk, zoals bijvoorbeeld de snelheid en het ogenblik van het opladen van je wagen thuis of op het werk: slim laden!

“Een volledige elektrificatie van het wegtransport is haalbaar én ook de meest kosteneffectieve oplossing”

Zijn elektrische wagens niet voor veel mensen te duur?

Dat klopt momenteel zeker. Elektrische wagens zijn nog voor veel mensen een te hoge investering. In het verleden zagen we dat gelijk welke innovatie bij auto's (zoals een ABS-systeem of stuurbekrachtiging) bij de duurere segmenten start, en dan langzaam goedkoper wordt. Dit zal in deze niet anders zijn: elektrische wagens worden stelselmatig goedkoper en na verloop van tijd ontstaat er een tweedehandsmarkt. Dus, na verloop van tijd zullen er elektrische wagens beschikbaar zijn in alle marktsegmenten.

Wat met bussen en trucks?

Door het gewicht en volume van de batterijen is het voor zwaar transport typisch moeilijker om elektrisch te rijden. Maar lokale elektrische bussen zijn vandaag de dag al rendabel. De trajecten en laadtijden kunnen prima gepland worden en er wordt veel afstand afgelegd, zodat je snel besparingen realiseert ten opzichte van dieselbussen.

Elektrische trucks voor lange afstanden zijn vandaag de dag nog niet rendabel ten opzichte van dieseltrucks, maar ook daar wordt aan gewerkt. Distributie over kortere afstanden met bestelwagens en vrachtwagens zijn zonder meer economisch rendabel. Er komen steeds meer elektrische modellen op de markt. Het voorbije decennium zijn batterijen tien keer goedkoper geworden [14].

Wat met waterstof? Ook hier geldt hetzelfde efficiëntienadeel: rijden op waterstof is drie keer minder efficiënt dan rechtstreeks elektrisch rijden. Gezien de recente kostendalingen voor batterijen, gaf de berekening voor het PATHS2050 Platform een volledige elektrificatie van wegtransport als de economisch meest interessante optie [15].

Wat met materialen zoals kobalt en lithium?

In de meeste batterijen zitten op dit ogenblik materialen zoals lithium en kobalt, en ook in elektromotoren zitten zeldzame aardmetalen. Volgens het International Energy Agency (IEA) moet lithiumaanvoer met een factor 42 toenemen [16]. Dit vergt het mijnen van nieuwe voorraden, wat een grote maar niet onoverkomelijke uitdaging vormt. In het algemeen zal het volume aan mijnbouw verminderen door de energietransitie [17], aangezien we materialen kunnen recyclen, terwijl we steenkool, olie en gas massaal opgraven om eenmalig te verbranden.

Er zijn uiteraard uitdagingen verbonden aan nieuwe mijnbouw – zoals milieuaspecten, en sociale en geopolitieke aspecten [18]. Voor kobalt, wat voor het grootste deel uit Congo komt, zijn alternatieve technologieën beschikbaar, die weliswaar iets minder efficiënt zijn. Collega Peter Tom Jones van KU Leuven pleitte eerder al voor Europese mijnbouw, waar sociale en duurzaamheidseisen het hoogst zijn [19].

In Tsjechië is bijvoorbeeld lithium aanwezig, en in Scandinavië werd recent een grote voorraad zeldzame aardmetalen gevonden. Er is nog heel wat onderzoek aan de gang rond batterijen (onder andere bij EnergyVille) om ze materiaal-efficiënter, goedkoper en langlevender te maken.

Wat met schepen en vliegtuigen?

Intercontinentale scheepvaart en luchtvaart zullen niet elektrisch kunnen – daarvoor wegen batterijen te zwaar en nemen ze te veel plaats in. Hiervoor moet je brandstoffen met een hogere energiedichtheid hebben.

Waterstof is in theorie een mogelijke kandidaat, maar in de praktijk niet de meest handige weg vooruit, aangezien het lastig samen te drukken is en het een groot volume inneemt.

Voor vliegtuigen is het waarschijnlijk dat synthetische kerosine een oplossing is. Dit is kerosine die met een chemisch proces geproduceerd is uit waterstof en CO₂ (afgevangen uit de lucht of met een bio-oorsprong). De brandstof voor vliegen zal hierdoor duurder worden.

Voor schepen wordt meestal gekeken naar methanol of ammoniak als brandstof – beiden geproduceerd op basis van waterstof, maar compacter en vloeibaar te maken. Ammoniak zal naar alle waarschijnlijkheid goedkoper zijn, maar het is giftig en er zijn een aantal milieu-emissie uitdagingen.

Industrie

België: klein land, grote industrie

België lijkt misschien klein, maar het is groot als het gaat om industrie. Samen met Nederland en het Ruhrgebied herbergt België grote petrochemie- en staalindustrieclusters. Industrie heeft zich altijd aangepast aan beschikbare en goedkope energiebronnen. In de 19e en eerste helft van de 20e eeuw was dat steenkool, wat lokaal werd gedolven. Toen dit te duur werd, verhuisde de industrie naar de kust, waar goedkopere geïmporteerde steenkool, olie en gas beschikbaar waren.

Energie uitdagingen voor onze industrie

Europa heeft momenteel hogere gasprijzen door de verminderde gasvoorziening uit Rusland, maar ook uit Nederland. Tegelijkertijd kunnen landen als Oman, Chili en Marokko goedkoop elektriciteit produceren door overvloedige zon en wind. Bovendien trekken China en de Verenigde Staten met zware subsidies klimaatinvesteringen aan, wat Europa op een achterstand zet.

Voordelen voor Europese havens

Ondanks de uitdagingen, hebben de Europese havens voordelen. Ten eerste is er een uitstekende logistieke positie voor doorvoer van producten binnen Europa. Ten tweede is er veel technische kennis aanwezig in Europese industriële bedrijven, wat niet gemakkelijk te repliceren is in andere regio's.

Impact op industriële productie

De stijgende energiekosten kunnen betekenen dat energie-intensieve processen – zoals staalproductie – verhuizen naar landen met goedkopere energie. Dit zou kunnen leiden tot het importeren van half afgewerkte producten in plaats van grondstoffen. Dit kan een verstandige keuze zijn als impact op de toegevoegde waarde relatief klein is.

“De Europese staal- en petrochemische industrie staat onder druk. Europese beleidsmakers hebben hierrond knopen door te hakken”

Waterstof en Europa

De EU stimuleert het gebruik van groene waterstof, biobrandstoffen en synthetische brandstoffen op basis van die groene waterstof. Dit zijn alternatieven voor fossiele brandstoffen – vooral voor toepassingen die moeilijk te elektrificeren zijn, zoals luchtvaart en scheepvaart. Waterstof is echter moeilijk te verscheppen. Vloeibare waterstof heeft slechts een vierde van de energie-inhoud van vloeibaar aardgas. Men kan wel waterstof omzetten in ammoniak en dat vervoeren, maar ammoniak weer omzetten in waterstof is een erg energie-intensief en inefficiënt proces. Daarom zal het niet waterstof zijn dat men zal verscheppen tussen de continenten, maar richt men zich beter op producten zoals ammoniak, methanol en sponsijzer.

Politieke beslissingen en investeringsstrategieën

Europese beleidsmakers hebben belangrijke beslissingen te nemen over welke industriële processen strategisch cruciaal zijn, hoeveel publiek geld daarvoor beschikbaar is, en hoe de ondersteuning kan verlopen. Het Europese beleid – zoals de 'Net Zero Industry Act' en 'Critical Raw Materials Act' – geeft enkele richtlijnen, maar budgetten en strategieën zijn nog onduidelijk. Voor industrie kan de volledige laagtemperatuurwarmte en een groot deel van de hogetemperatuurwarmte met warmtepompen (al dan niet gecombineerd met warmtenetten of warmte-opslag) verduurzaamd worden, maar dan moeten vanuit de overheid de juiste stimulansen gegeven worden wat betreft de tarieven.

Rol van emissiehandelsystemen en koolstofgrensheffingen

Het Europese emissiehandelsysteem wordt uitgebreid naar verwarming en transport – het zogenaamde ETS2 systeem. De Europese competitiviteitsdiscussie is een rode draad in een aantal andere dossiers. Over het emissiehandelsysteem publiceren we binnenkort een Expert Talk om uit te leggen hoe het werkt en welk onderzoek binnen EnergyVille verricht wordt over de details van dit systeem [20]. Er is ook een Europese koolstofgrensheffing om import van goedkopere producten met hoge koolstofvoetdruk uit landen zonder koolstofprijs op een gelijke noemer te brengen met productie in de EU. Dit laat toe om ook elders in de wereld groene productie aan te moedigen, maar het systeem is niet zonder uitdagingen. Voor export van producten uit Europa wordt wel de lokale emissiekost betaald, maar deze producten dienen competitief te zijn op de wereldmarkt. Het risico bestaat echter dat deze heffing leidt tot meer import van afgewerkte producten, wat nieuwe uitdagingen creëert.

“De partijprogramma’s in België focussen zich vooral op nationale en regionale thema’s, terwijl er op het Europese niveau belangrijke beslissingen op tafel liggen voor de komende legislatuur”

Elektriciteitsinfrastructuur en CO₂ transportinfrastructuur aan uitbreiding toe – aardgasdistributie komt onder druk te staan

De Europese energiemarkt verbindt landen via elektriciteitsnetwerken. Dit biedt voordelen, zoals lagere elektriciteitsprijzen en meer betrouwbaarheid. Maar het vergt ook grote investeringen. Willen we de elektriciteitsfactuur betaalbaar houden en de industrie een toekomst bieden binnen Europa, dan speelt het Belgische energiebeleid best in op deze Europese plannen en breidt het netinfrastructuur uit.

Ook CO₂ transport is een belangrijke bouwsteen voor de toekomst, waar we in de komende jaren een sterke uitbouw nodig hebben. Voor aardgasnetten in de straat zijn er plannen nodig om de bestaande infrastructuur uit te faseren. In EnergyVille wordt onderzoek gedaan naar de optimale uitrol van energie-infrastructuur zoals elektriciteitsnetten, waterstof en CO₂. Ook technologische aspecten worden onderzocht, zoals bijvoorbeeld voor gelijkstroomnetten op de Noordzee [31].

Kerncentrales

Alle centrales verlengen?

Waar twee centrales (Doel 4 en Tihange 3) verlengd werden door de voorbije regering, is dat lastiger voor de andere centrales. Doel 1 en 2 en Tihange 1 zijn heel moeilijk in lijn te brengen met de nieuwe nucleaire veiligheidseisen. De jongste centrales – Doel 3 en Tihange 2, de centrales met waterstofinsluitels – zijn reeds gesloten en worden momenteel voorbereid voor ontmanteling.

In een opvolgstudie voor het EnergyVille PATHS2050 Platform, becijferde EnergyVille de economische haalbaarheid en de impact op emissies van het openhouden van extra kerncentrales [21]. De voorbije legislatuur zag een verlenging van Doel 4 en Tihange 3, waarbij de staat is meegestapt om operator Engie te overtuigen. Verlenging van extra kerncentrales zal tijd vergen, en de verwachting is dat de financiële voorwaarden om extra kerncentrales open te houden onvermijdelijk minder gunstig zullen zijn dan deze van Doel 4 en Tihange 3.

Nieuwe kerncentrales?

Op momenten waar veel zon en wind beschikbaar is, is deze energie goedkoper. Maar het waait niet altijd, en de zon schijnt niet altijd. Wat is de optimale energiemix?

Wel, volgens de meeste studies is het economisch zinvol om 10 á 20% van de elektriciteit met kernenergie op te wekken, en de rest met hernieuwbare energie [15] [22] [23] [24] [25]. Het kan ook volledig zonder kernenergie – dan heb je waterstof (of andere brandstoffen) om elektriciteit te produceren op momenten met weinig zon en wind: deze optie is iets duurder. Bij kernenergie zijn niet alleen kostfactoren van belang. De verzekering van kerncentrales is voor een deel in handen van de maatschappij; voor de verwerking van het kernafval sloot de regering in de voorbije regeerperiode een deal met Engie.

Nu, waar kerncentrales deel kunnen uitmaken van een kostenoptimale mix, is het verhaal voor investeerders genuanceerder. Kerncentrales kunnen voor tientallen jaren fossielvrije stroom produceren. Maar de terugverdientijden van zulke investeringen zijn erg lang, en dat brengt onzekerheid met zich mee. Bovendien kenden recente projecten sterke overschrijdingen van gebudgetteerde kosten en bouwtijd. Daarom verwachten investeerders dat de overheid voor een stuk het financieel risico op zich neemt. Dit kan op verschillende manieren – zoals bijvoorbeeld aan de hand van gegarandeerde afnameprijzen.

Zijn SMR de oplossing? En had je al gehoord van AMR?

SMR staat voor “Small Modular Reactors”, maar de vlag dekt twee totaal verschillende dingen.

Er is een reeks ontwerpen van kleinere versies van de huidige reactoren, de zogenaamde PWR (Pressurised Water Reactor) – zoals die onder andere in België in gebruik zijn. Deze kleine reactoren zouden dan in serie gebouwd worden, voor een substantieel deel in een fabrieksomgeving en ter plaatse geassembleerd worden. De term “small” is wat misleidend, daar het ook hier gaat om eenheden van om en bij 300 MW, niet veel minder dan de 400 MW van onze huidige kleinste kerncentrale Doel 1. Deze reactoren hebben alle uitdagingen die klassieke kerncentrales ook hebben qua veiligheid en langlevend afval. Studies hebben aangetoond dat de hoeveelheid afval per geleverde hoeveelheid elektriciteit hoger is dan bij de grote centrales [26].

Er liggen er een aantal op de tekentafel, maar – zoals recente ontwikkelingen aangeven – is de beoogde kostenreductie momenteel onzeker ([27] [28]). Of, wanneer en aan welke prijs zij op de markt gaan komen, is dus onzeker, al zijn er veel aankondigingen van ook andere Europese landen die hierin hoge verwachtingen stellen. De meest optimistische timing blijft hier begin jaren 2030.

De echte doorbraak waarvan men verwacht dat die zal leiden tot het bouwen van fissiereactoren met minder afval, zijn te catalogeren als AMR (Advanced Modular Reactor). Dit zijn op dit ogenblik nog allemaal concepten – met andere woorden interessante denkoefeningen waarbij het onduidelijk is welk van de meer dan 70 nu bestaande ontwerpen het gaat halen. De meest optimistische timing voor een werkend prototype (dus nog geen commerciële reactor) is 2040. Het Belgian Nuclear Research Center (SCK-CEN) is betrokken bij een van de denkroutes – met name loodgekoelde reactoren waarvan mogelijk een prototype zou gebouwd worden in Roemenië onder industriële leiding van Westinghouse. De Fransen kiezen dan weer voor een heel ander type. Voor 2050 zijn er nog heel wat onzekerheden rond welk van de 70 ontwerpen de interessantste zullen blijken te zijn. Naast het bouwen van de centrales zelf, moet voor sommige ontwerpen een volledig nieuwe soort splijtstofcyclus opgezet worden die de brandstof voor deze centrales moet aanleveren.

Ook sommige andere technologieën – zoals wind op zee – vereisen een interventie van de overheid om het financieel risico af te dekken. De financiële risico's voor een investeerder zijn wel een stuk hoger voor kernenergieprojecten dan voor hernieuwbare technologie, aangezien de terugverdientijd minstens dubbel zo lang is.

Wat met kernafval?

Op gebied van kernafval liggen enkele belangrijke beslissingen op tafel in de komende jaren. Het opslaan van langlevend kernafval is een proces dat nog meer dan een decennium zal duren. Vragen zoals: “*Waar slaan we het afval op?*”, “*Willen we dat het mogelijk is om het afval weer boven te halen?*” of “*Kunnen we mogelijk samenwerken met het buitenland voor opslag van kernafval?*” zijn vragen die we als maatschappij dienen te beantwoorden. Het is vooral belangrijk dat burgers en lokale gemeenschappen betrokken worden in de besluitvorming en de maatschappelijke dialoog hierrond verdergaat, zoals het project NuVoorMorgen concludeerde [26].

Disclaimer

Dit Energie Dossier 2024 kwam tot stand dankzij de wetenschappelijk onderbouwde input van vele EnergyVille experts, die zich daarvoor baseerden op de resultaten van specifieke datasets en modelberekeningen die daarom niet noodzakelijk alle factoren van energie, klimaat- en industrieel beleid mee in rekening (kunnen) brengen. Indien u hierover graag meer details wenst, bent u welkom naar ons uit te reiken op info@energyville.be

Verder streven wij bij EnergyVille naar een brede verspreiding van onze wetenschappelijke kennis en expertise. Dit informeren kader is wat aan de oorsprong ligt van dit Energie Dossier 2024. Dit document is dus op geen enkele manier bedoeld als opiniestuk, en elke mogelijke interpretatie van de tekst als toch opiniërend is geen reflectie van de intentie van onze EnergyVille-auteurs.

Referenties

- [1] Eurostat, maandelijkse gemiddelden 2021 - 2023.
- [2] Eurostat data uit 2023, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Natural_gas_price_statistics
- [3] Interne EnergyVille berekening.
- [4] <https://perspective2050.energyville.be/hydrogen>, PATHS2050, resultaten voor waterstofimport.
- [5] EnergyVille Positiepaper, De Snelste weg naar A, <https://energyville.be/blogs/position-paper-de-snelste-weg-naar-a-optimale-renovatiemaatregelen-in-het-kader-van-de-vlaamse-2050-doelstellingen-voor-woningen>
- [6] EnergyVille, Onderzoek naar beleidsmaatregelen omtrent hybride warmtepompen in bestaande gebouwen, https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1684757766/VEKA_hybride_WP_eindrapport_age3zr.pdf, 2023.
- [7] Eurostat, gemiddelden huishoudens, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics, 2023.
- [8] European Heat Pump Association, annual report 2022.
- [9] Openjustice.be, Wet houdende hervorming van de fiscaliteit, https://etaamb.openjustice.be/nl/wet-van-19-maart-2023_n2023030776, 2023.
- [10] Belastingdienst Nederland, Tarieven voor verschillende belastingen, https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/tarieven_milieubelastingen/tabellen_tarieven_milieubelastingen, 2017 - 2024.
- [11] Transport & Environment, https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2020_12_Briefing_feasibility_study_renewables_decarbonisation.pdf, 2020.
- [12] Europese Commissie, Commission report under Article 12(3) of Regulation (EU) 2019/631 on the evolution of the real-world CO2 emissions gap for passenger cars and light commercial vehicles, 2024.
- [13] VITO-EnergyVille, <https://vito.be/nl/nieuws/distributienet-als-enabler-voor-de-energietransitie>, 2022.
- [14] BloombergNEF, Cost of Clean Energy Technologies Drop as Expensive Debt Offset by Cooling Commodity Prices, 2024.
- [15] EnergyVille, PATHS2050 Platform, <https://perspective2050.energyville.be>, 2022.
- [16] IEA, The role of critical materials in the energy transition, 2021.

- [17] Energy Transitions Commission, Materials and Resource Requirements for the Energy Transition, 2023.
- [18] IRENA, Geopolitics of the Energy Transition - Critical materials, 2023.
- [19] <https://nieuws.kuleuven.be/en/content/2023/made-in-europe-ku-leuven-institute-releases-documentary-on-challenges-faced-by-european-electric-vehicle-industry>
- [20] A. Hoogsteyn, F. Verbist, Het emissiehandelsstelsel, Expert Talk, juni 2024.
- [21] EnergyVille, Nucleaire sensitiviteiten voor het openhouden van extra kerncentrales in België, www.perspective2050.energyville.be/nuclear, 2023.
- [22] European Commission, the PRIMES model, <https://web.jrc.ec.europa.eu/policy-model-inventory/explore/models/model-primess/policy-support>
- [23] IEA, Net Zero Roadmap, A global Pathway to keep the 1.5oC goal in reach, 2023 update.
- [24] OpenEntrance, Quantitative scenarios for low carbon futures of the European energy system on country, region and local level, <https://openentrance.eu/2022/07/06/quantitative-scenarios-for-low-carbon-futures-of-the-european-energy-system-on-country-region-and-local-level>, 2021.
- [25] ENTSO-E, 2022 Scenario Report, 2022.
- [26] <https://www.nuvoormorgen.be>
- [27] N. Leemput, F.Geth, J. Van Roy, R. Ponnette, J. Driesen, A case study of Coordinated electric vehicle charging for peak shaving on a low voltage grid, IEEE, 2012.
- [28] IEA, The role of critical materials in the energy transition, 2021.
- [29] EnergyVille, BREGILAB-project stelt technisch potentieel wind en zon binnen België beschikbaar, [BREGILAB-project stelt technisch potentieel wind en zon binnen België beschikbaar - EnergyVille](#), 2022.
- [30] EnergyVille, Onderzoekslijn Zonne-energie, [Onderzoek naar zonne-energie | EnergyVille](#)
- [31] EnergyVille, Onderzoekslijn Elektrische netwerken, [Onderzoek naar elektrische netwerken | EnergyVille](#)