



Scenario's voor een klimaatneutraal België tegen 2050

Samenvatting

Mei 2021

FOD Volksgezondheid - DG Leefmilieu
Dienst Klimaatverandering

Samenvatting

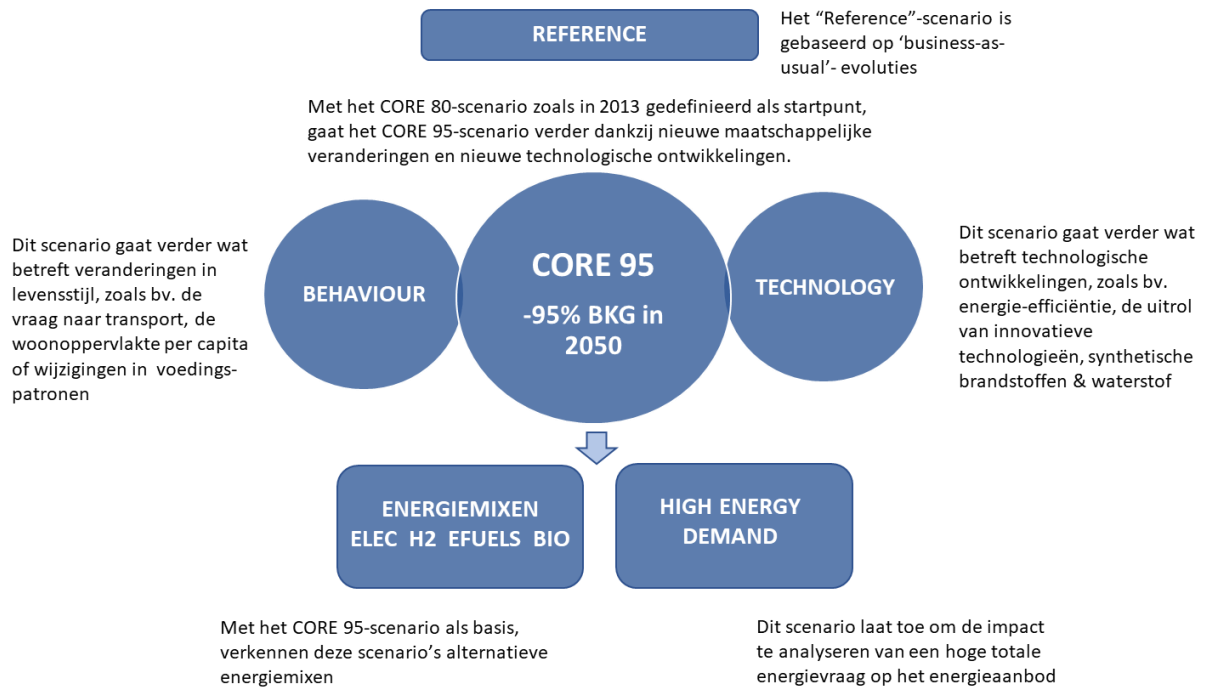
Klimaatneutraliteit is, sinds de aanneming van de Overeenkomst van Parijs en de recente ontwikkelingen op Europees niveau, de nieuwe beleidscontext waarin elke prospectieve maatschappelijke analyse moet worden gekaderd. Dit werk biedt nieuwe inzichten in de paden en acties die moeten worden ontplooid om tegen 2050 in België klimaatneutraliteit te bereiken. Daarmee draagt deze analyse bij tot het onderbouwen van de ontwikkeling van een brede, kwantitatieve visie op de transitie in België, en brengt ze de noodzakelijke transformaties in kaart. Ze stelt ons dus in staat om beter geïnformeerde strategische beslissingen te nemen.

Een innovatieve methodologie

Een reeks van vijf hoofdsenario's werd ontwikkeld op basis van de Belgische "2050 Pathways Explorer". Dit is een model voor energieboekhouding dat werd uitgebreid met materialen, producten, land en voedselsystemen. Het model is gebaseerd op een reeks hefboomen die potentieel sterke technologische ontwikkelingen mogelijk maken, net als radicale veranderingen in maatschappelijke organisatie- en gedragspatronen. Een hoofdkenmerk van het model bestaat erin dat alle mogelijke opties voor het decarboniseren van de economie worden geschetst, wat een breed beeld oplevert van de uitdagingen van de transitie, en dan vooral van sommige afwegingen tussen sectoren en activiteitsdomeinen. Omdat het model een breed beeld schetst, moeten bepaalde specifieke aspecten van de transitie wel grondiger worden onderzocht via aanvullende, sectorspecifieke modelleringsanalyses.

Naast een "REFERENCE"-scenario (business-as-usual) zijn er twee scenario's die licht werpen op de technologische en gedragsdimensies die ten grondslag liggen aan klimaatneutrale scenario's: het "BEHAVIOUR"-scenario legt de nadruk op transformatieve veranderingen in mobiliteits-, huisvestings- en eetpatronen, terwijl het "TECHNOLOGY"-scenario eerder steunt op technologische ontwikkelingen. Een "CORE-95"-scenario wordt bepaald op basis van een evenwichtige benadering van deze twee dimensies. In een vierde scenario, het "HIGH DEMAND"-scenario, worden de gevolgen onderzocht van een pad dat wordt gekenmerkt door een aanzienlijk hogere energievraag dan in de andere klimaatneutrale scenario's en door een ongewijzigd volume van industriële productie in 2050 in vergelijking met 2015. Ten slotte wordt een reeks gevoeligheidsanalyses uitgevoerd op basis van het CORE-95-scenario om de effecten te analyseren van energiemixen die zich toespitsen op elektrificatie ("ELEC"), waterstof ("H₂"), synthetische brandstoffen ("E-FUELS") of biomassa ("BIO").

Figuur 1. Illustratieve scenario's

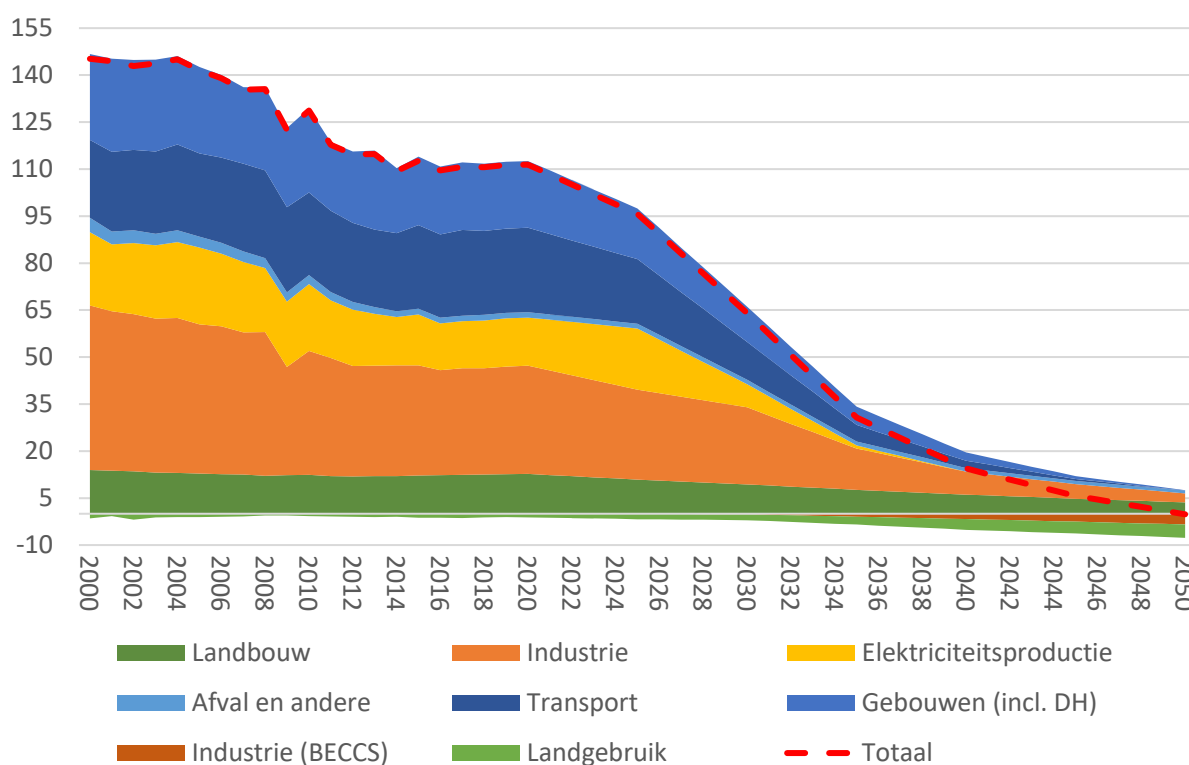


De diverse paden die hier worden beschreven, zijn niet prescriptief van aard. Ze moeten worden beschouwd als een reeks narratieven die toelaten zich een concreet beeld te vormen van de mogelijke implicaties van de transitie in België, en tegelijkertijd iedereen aanzetten tot reflectie en het uitwerken van zijn eigen transitiescenario.

Transversale resultaten

Tegen 2050 in België klimaatneutraliteit bereiken is technisch mogelijk, al blijft het wel een grote uitdaging die systeemveranderingen vereist. Daarvoor zijn in alle scenario's nieuwe technologieën nodig zoals waterstof, e-brandstoffen, *direct air capture* of bio-energie met koolstofafvang (BECCS), en daarnaast ook nieuwe consumptie- en productiepatronen. Bovendien kan de uitstoot van broeikasgassen (BKG) in de gebouwen-, transport- en energieproductiesectoren dan wel tot nul worden teruggebracht, maar in de industriële en landbouwsectoren zullen moeilijk terug te dringen emissies overblijven, die gecompenseerd moeten worden door negatieve emissies door landgebruik, *direct air capture* (& opslag) of BECCS. In 2050 zullen deze negatieve emissies tussen 7 en 11 MtCO₂e moeten bedragen (8 MtCO₂e in het CORE-95-scenario, waarvan 4 MtCO₂e in de LULUCF-sector¹ – zie Figuur 2).

Figuur 2. Broeikasgasemissies – historische uitstoot en evolutie volgens het CORE-95-scenario (2000-2050, MtCO₂e)



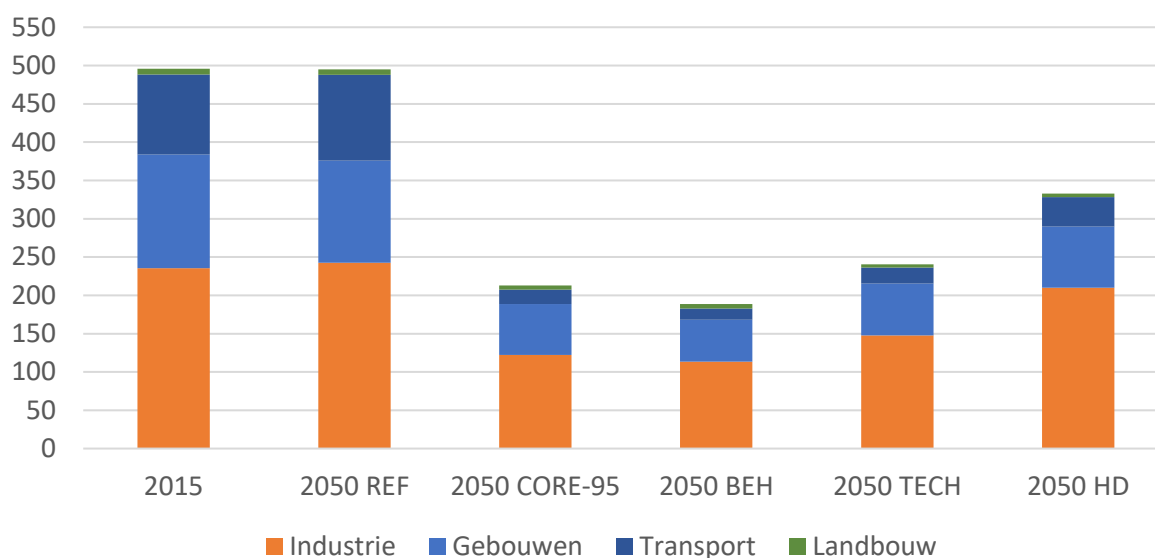
In alle scenario's daalt de energievraag aanzienlijk en worden fossiele brandstoffen geleidelijk uitgefaseerd door elektrificatie en het gebruik van koolstofneutrale brandstoffen. De daling van de finale vraag naar energie bedraagt in 2050 maar liefst 57% in het CORE-95-scenario ten opzichte van het REFERENCE-scenario (62% in het BEHAVIOUR-scenario en 33% in het HIGH DEMAND-scenario – zie Figuur 3). Elektrificatie van de vraagsectoren, gecombineerd met een elektriciteitsproductiesysteem dat geheel (of bijna geheel) is gebaseerd op hernieuwbare energiebronnen, is

het belangrijkste pad voorwaarts om het gebruik van fossiele brandstoffen geleidelijk uit te faseren. Aangezien elektrificatie niet mogelijk is voor alle eindgebruik van energie, moet het worden aangevuld

¹ LULUCF = Land use, land-use change and forestry – Landgebruik, wijzigingen in landgebruik en bosbouw

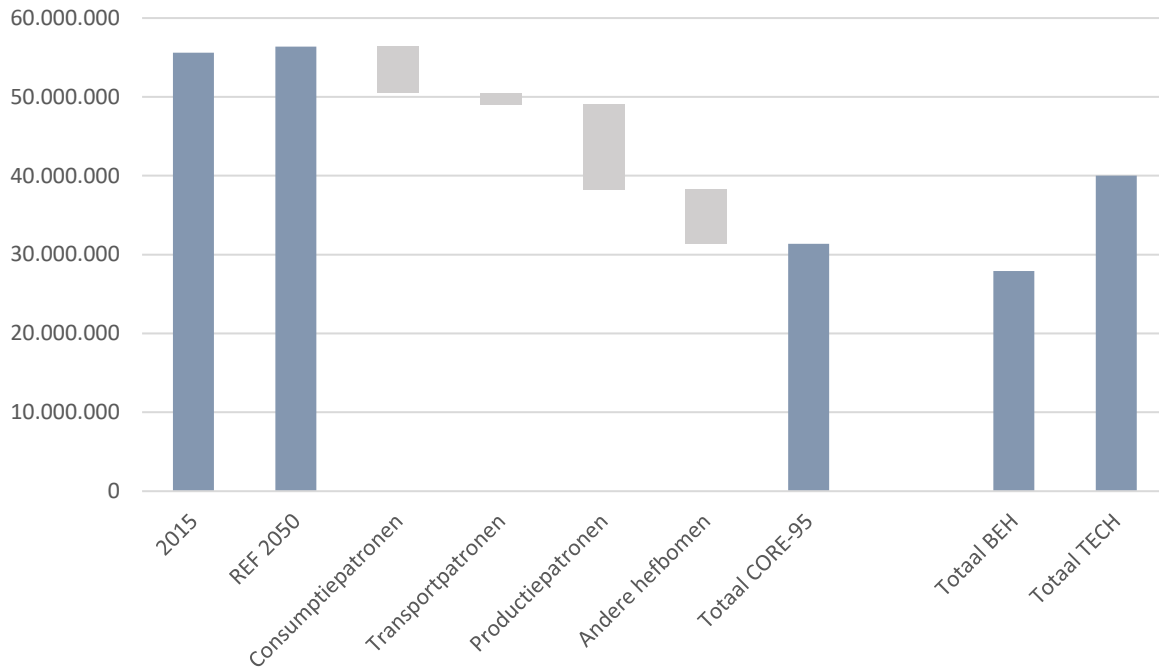
met de inzet van klimaatneutrale brandstoffen. Biomassa zal tot op zekere hoogte gebruikt worden, maar het potentieel ervan (hoewel aanzienlijk) blijft beperkt en hangt sterk samen met keuzes inzake landgebruik. Om de kloof te dichten, zullen waterstof en e-brandstoffen nodig zijn, vooral voor gebruik als industriële grondstof. Tenslotte moet de kleine hoeveelheid fossiele brandstoffen die overblijft in de industrie, worden gecombineerd met koolstofafvang, -gebruik en -opslag (*Carbon Capture, Utilisation and Storage* - CCUS).

**Figuur 3. Finale vraag naar energie per sector en in totaal
(in TWh, incl. industriële feedstocks)**



In alle klimaatneutrale scenario's ligt de vraag naar materialen sterk onder het huidige niveau. Uitgedrukt in tonnen materiaal varieert de daling van de vraag van meer dan 50% in het BEHAVIOUR-scenario tot minder dan 30% in het HIGH DEMAND-scenario, terwijl ze 44% bedraagt in het CORE-95-scenario (ten opzichte van het REFERENCE-scenario – zie Figuur 4). Dit ten gevolge van drastische veranderingen in consumptiepatronen die worden gekenmerkt door een sterk beroep op de deeleconomie en de functionaliteitseconomie, en ook door gedragsveranderingen op het gebied van mobiliteit (minder vraag naar reizen, modal shift,...), huisvesting (kleinere woonruimtes), eetpatronen en afval. Deze veranderingen zijn veel meer uitgesproken in het BEHAVIOUR-scenario. Veranderingen in productiepatronen hebben ook een aanzienlijke invloed op de vraag naar materialen, vooral door materiaalefficiëntie (een beter productontwerp, gebruik van efficiëntere materialen of beperken van materiaalverliezen) en door een switch naar andere materialen. Veranderingen in eetpatronen leiden ook tot ingrijpende veranderingen in de landbouwsector, die op hun beurt een sterke invloed uitoefenen op het landgebruik doordat land vrijkomt dat kan worden gebruikt voor het stimuleren van koolstofabsorptie en, potentieel, biodiversiteit (afhankelijk van hoe het vrijgekomen land wordt gebruikt).

Figuur 4. Impact van geselecteerde groepen van circulaire economie-gerelateerde hefbomen op de vraag naar materialen in 2050 (in t)



Extra investeringen in infrastructuur zijn nodig, maar kunnen beperkt worden, afhankelijk van de mate waarin het gedrag verandert en de circulaire economie zich ontwikkelt. In alle decarbonisatiescenario's zijn in alle sectoren extra kapitaaluitgaven vereist voor klimaatvriendelijke infrastructuur. Maar de totale kapitaaluitgaven nemen aanzienlijk af wanneer de vraag naar energievervlindende activiteiten, producten of diensten afneemt als gevolg van gedragsveranderingen en de transitie naar een meer circulaire economie. In het BEHAVIOUR-scenario liggen deze extra investeringen ongeveer 12% hoger dan in het REFERENCE-scenario, terwijl deze stijging in het TECHNOLOGY-scenario ongeveer 26% bedraagt. Reducties van de brandstofkosten compenseren meestal de stijgingen van de kapitaaluitgaven. Terwijl de uitgaven voor elektriciteit in alle sectoren stijgen, bedragen de uitgaven voor fossiele brandstoffen op lange termijn bijna nul. De prijs en het consumptieniveau van waterstof en e-brandstoffen, ook voor gebruik als grondstof, worden daarom een bepalend element van de totale brandstofuitgaven in de toekomst.

Resultaten per sector

Gebouwen

In de gebouwensector moeten de renovatiegraad en de renovatiediepte drastisch en snel toenemen. De renovatiegraad moet van 1% per jaar naar ongeveer 2,5 à 3% per jaar stijgen, en ook de diepte van zulke renovaties moet evolueren van oppervlakkige naar hoofdzakelijk diepgaande renovaties. Deze renovaties gaan gepaard met een grotere behoefte aan materialen: ongeveer 3 maal groter dan in het REFERENCE-scenario. Voor nieuwbouw daarentegen kan de vraag naar materialen drastisch worden verminderd door een oppervlaktebeperking in zowel residentiële als niet-residentiële gebouwen, zoals het geval is in het BEHAVIOUR- en het CORE-95-scenario, waar de vraag naar materialen voor nieuwe gebouwen ongeveer door drie wordt gedeeld, tegenover een vermindering van slechts zo'n 20-25% in de TECHNOLOGY- en HIGH DEMAND-scenario's.

Fossiele brandstoffen worden volledig uitgefaseerd in de gebouwensector en elektriciteit wordt de belangrijkste energiedrager, die in het CORE-95-scenario meer dan 80% van de finale vraag naar energie vertegenwoordigt. Biomassa, synthetische brandstoffen (e-brandstoffen) en waterstof vullen de energiemix aan, vooral daar waar elektrificatie te moeilijk is of te duur om te implementeren. Ten slotte zijn gedragswijzigingen, zoals bijvoorbeeld het onder controle houden van de vraag naar koeling, essentieel om de finale energievraag in 2050 op een veel lager niveau te houden dan nu het geval is, d.w.z. dalingen tussen 46% en 63% in respectievelijk het HIGH DEMAND- en het BEHAVIOUR-scenario.

Transport

In de transportsector kan de totale energievraag sterk worden teruggedrongen door een aantal gedragshefbomen. Deze hefbomen kunnen zijn: een lagere transportvraag per capita, een hogere bezettingsgraad van voertuigen, een hogere beladingsgraad van vrachtwagens, en een sterke modal shift naar het openbaar vervoer en actieve verplaatsingswijzen (bij passagiers) en naar het spoor en de binnenwateren (voor vracht). Deze gedragshefbomen samen leiden tot een vermindering van meer dan 50% van de finale vraag naar energie in het CORE-95-scenario ten opzichte van het REFERENCE-scenario (van 64% in het BEHAVIOUR-scenario tot 1% in het HIGH DEMAND-scenario). Samen met de ontwikkeling van de deeleconomie, die de gebruiksgraad van voertuigen doet stijgen, daalt het totale aantal geregistreerde auto's en vrachtwagens drastisch in alle decarbonisatiescenario's, en vooral in het BEHAVIOUR-scenario.

Technologische overgangen, in het bijzonder elektrificatie, hebben ook een grote invloed op de vraag naar energie en de broeikasgasuitstoot. Koolstofvrije elektriciteit en brandstoffen maken een volledige decarbonisatie van de sector haalbaar. Hoewel voor deze sector verschillende energiemixen in aanmerking kunnen worden genomen, bereikt in het passagiersvervoer elektrificatie (batterijen) altijd een zeer hoog niveau, terwijl in het vrachtvervoer waterstof, e-brandstoffen en mogelijk biobrandstoffen waarschijnlijk een grotere rol zullen moeten spelen.

Industrie

De industrie is een sector waarin het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen moeilijk is, waar de resterende energie-efficiëntiewinst kleiner is dan in de andere sectoren, terwijl de elektrificatie niet in dezelfde mate kan worden doorgedreven. Koolstofneutrale brandstoffen (waterstof, e-brandstoffen en biomassa) zullen moeten worden ingezet waar elektrificatie niet mogelijk is, en als industriële grondstof. Voorts zal end-of-pipe CCUS, in combinatie met BECCS, moeten worden ingezet in een hoeveelheid die varieert van 7 MtCO_{2e} in het BEHAVIOUR-scenario in 2050 tot 17 MtCO_{2e} in het HIGH DEMAND-scenario.

Nieuwe consumptie- en productiepatronen op basis van een circulaire economie hebben het potentieel voor een aanzienlijke daling van de energievraag en van het gebruik van hulpbronnen, en daarmee van de uitstoot van broeikasgassen. Zoals gezegd hebben veranderende consumptiepatronen (zoals minder verpakking, minder voedselverspilling en het aannemen van duurzamere consumptiepatronen), en veranderende vervoerspatronen (zoals het delen van auto's, het verlengen van hun levensduur en een betere organisatie van de reisvraag en betere logistiek) een sterke invloed op de vraag naar materialen. Indien dergelijke veranderingen op grote schaal worden doorgevoerd, zullen ze waarschijnlijk gevolgen hebben voor de omvang van de binnenlandse productie van goederen en materialen. Bovendien leiden veranderende productiepatronen, zoals materiaalefficiëntie door een beter productontwerp, het gebruik van efficiëntere materialen, het terugdringen van materiaalverliezen en de overgang naar minder broeikasgas-intensieve materialen, ook tot een vermindering van het gebruik van hulpbronnen en energie, en daarmee van de broeikasgasuitstoot. Hoewel de productievolumes in de meeste illustratieve scenario's afnemen, neemt de totale waarde van deze productie niet noodzakelijkerwijs af.

Elektriciteit

De totale vraag naar elektriciteit zal aanzienlijk hoger liggen dan het huidige niveau, met een stijging tegen 2050 van ongeveer 25% in het BEHAVIOUR-scenario tot 90% in het HIGH DEMAND-scenario (38% - tot 121 TWh in het CORE-95-scenario), dit in de veronderstelling dat ongeveer 20% van de binnenlandse vraag naar waterstof en e-brandstoffen in eigen land wordt geproduceerd. Het verhogen van dit aandeel van de binnenlandse productie doet de totale vraag naar elektriciteit aanzienlijk toenemen.

100% hernieuwbare elektriciteit produceren is haalbaar, zelfs in scenario's met een grote vraag naar elektriciteit, op voorwaarde dat intermittentie adequaat wordt beheerd. In onze hoofdsenario's gaan we uit van een niveau van elektriciteitsinvoer tussen 20 en 30% tegen 2050, waarbij we erkennen dat dit ook hoger of lager zou kunnen liggen. In deze hypothese is het potentieel aan hernieuwbare energie voldoende om de elektriciteitsvraag te dekken in alle scenario's, vooral door middel van een geïnstalleerd vermogen aan fotovoltaïsche zonne-energie tussen 30 en 46 GW, een onshore capaciteit tot 8 à 9 GW (11 GW in het HIGH DEMAND-scenario) en een offshore capaciteit tot 6 GW in de Belgische wateren, te verhogen met 2 tot 6 extra GW elders in de Noordzee.

Landbouw

In de landbouwsector zijn geleidelijke maar diepgaande veranderingen van consumptiepatronen en landbouwpraktijken nodig om tegen 2050 klimaatneutraliteit te bereiken. Aan de vraagzijde moet een reeks hefbomen worden ingezet om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen, zoals sterke veranderingen in de totale calorieconsumptie (-34% en -15% ten opzichte van het huidige niveau in respectievelijk het BEHAVIOUR- en het TECHNOLOGY-scenario), het type eetpatronen en de voedselverspilling. Aan de aanbodzijde moeten bepaalde afwegingen gebeuren met betrekking tot veranderingen in de landbouwpraktijken (naar minder of geen gebruik van kunstmest en (chemische) pesticiden), in klimaatverantwoord' veeteelt en landbeheer om de uitstoot verder terug te dringen.

De resterende emissies kunnen worden gecompenseerd door een verhoogde natuurlijke absorptie. De transformatie van landbouwpraktijken en consumptiepatronen en de daarmee gepaard gaande afbouw van de veestapel maken het mogelijk een aanzienlijk deel van het land vrij te maken om te worden omgezet in natuurlijke weilanden, bossen of land voor niet-voedingsgewassen. Een dergelijke geleidelijke herbestemming van land leidt tot een absorptie tussen 3,7 MtCO_{2e} (BEHAVIOUR-scenario) en 4,9 MtCO_{2e} (TECHNOLOGY-scenario) in 2050, waarmee wordt bijgedragen aan het bereiken van klimaatneutraliteit binnen dit tijdsbestek.