



Macro-economische effecten van een aardgasloze gebouwde omgeving

	Projected Cost	Actual Cost
HOUSING	€ 1,500.00	€ 1,400.00
Mortgage or rent	€ 60.00	€ 100.00
Phone	€ 50.00	€ 60.00
Electricity	€ 200.00	€ 180.00
Gas	€ 50.00	€ 48.00
Water and sewer		



CE Delft

Committed to the Environment

Macro-economische effecten van een aardgasloze gebouwde omgeving

Delft, CE Delft, augustus 2017

Deze notitie is geschreven door:

Robert Vergeer

Dagmar Nelissen

Martijn Blom

Publicatienummer: 17.7M19.116

Gebouwde omgeving / Aardgas / Macro-economie / Effecten / Investerings / Vastgoed / Installaties / Scenario's / Analyse

Deze notitie is het resultaat van twee opdrachten, waarvan de eerste op verzoek van de NVDE en de tweede van de TKI Urban Energy.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Martijn Blom.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoudsopgave

1	Samenvatting	3
2	Inleiding	5
2.1	Aanleiding	5
2.2	Doel	5
2.3	Afbakening	6
2.4	Aanpak in vogelvlucht	6
3	Beschrijving van scenario's	9
3.1	Beschrijving van het BAU-scenario	9
3.2	Beschrijving van het transitiescenario	10
4	Economische effecten	12
4.1	Directe investeringen	12
4.2	Economische effecten	13
5	Conclusies	16
6	Literatuur	17
	Bijlage A Verschillen met voorgaande studie	18



1 Samenvatting

Aanleiding en doel

Nederland heeft op dit moment in totaal 7 miljoen aardgasansluitingen (waarvan het merendeel gebouwde omgeving). Op termijn moeten dat er nagenoeg nul zijn. De transitie om van het aardgas af te gaan zal de gebouwde omgeving en infrastructuur wezenlijk veranderen. Dit zal grote investeringen van gebouwde omgeving en energiebedrijven vergen.

De NVDE en TKI Urban Energy vragen zich af wat de economische gevolgen zijn van een scenario voor het versneld inzetten op de transitie die de gebouwde omgeving nagenoeg aardgasloos moet maken. Doel van dit onderzoek is de economische effecten in beeld te brengen van het verduurzamen van de laagtemperatuurwarmtevraag in 2035¹. Dit einddoel in 2035 is in lijn met het in 2015 uitgebrachte advies van de RLI *Rijk zonder CO₂* (RLI, 2015).

Aanpak

Voor het bepalen van directe investeringen en gevolgen voor energielasten is gebruikgemaakt van het model CEGOIA. Daarbij is vanuit een (nagenoeg) aardgasloze gebouwde omgeving in 2035 teruggedeneerd naar de maatregelen die genomen moeten worden. Het CEGOIA-model berekent op buurniveau de klimaatneutrale warmteoplossing (besparingsniveau, techniek en energiebron) met de laagste kosten. Hierbij geeft het inzicht in de bijbehorende energieverbruiken, investeringen en kostenverschillen met alternatieve oplossingen.

De economische effecten van deze investeringen zijn bepaald op basis van het macro-econometrische model E3ME van Cambridge Econometrics. De investeringen zijn daarbij doorgerekend als vraagimpuls in de bouw- en installatiesector. Daarbij is tevens gekeken wat het effect is van de veranderde energielasten van deze maatregelen voor consumentenbestedingen. De maatregelen moeten daarbij wel gefinancierd worden en gaan ten koste van andere consumentenbestedingen. Op deze manier worden niet alleen de directe effecten op de bouwsector maar ook de indirecte effecten op de andere sectoren als gevolg van de veranderende bestedingen meegenomen. Aangenomen is dat de Nederlandse aardgasproductie niet teruggedraaid wordt, dat kan alleen als onderdeel van een nieuw winningsbesluit. Minder Nederlandse vraag naar aardgas komt daardoor tot uiting in de vorm van minder import/meer export.

Referentie

De effecten zijn afgezet tegenover een business-as-usual (BAU-)scenario. Het BAU-scenario is gebaseerd op de Nationale Energieverkenning 2016 (ECN; PBL, 2016).

Dat komt naar verwachting in 2030 en 2035 uit op een CO₂-reductie ten opzichte van 1990 van respectievelijk 31 en 37% in de gebouwde omgeving.

Resultaten

De transitie in de gebouwde omgeving betekent een investeringsopgave van 75 miljard euro in de periode tot 2035. Dit komt neer op gemiddeld 4,1 miljard euro per jaar. Een groot deel zal terecht komen in de bouw en installatie (47 miljard euro), maar ook de energiesector (warmtenetten), landbouw (groen gas) en voedingsindustrie (groen gas) zullen hiervan profiteren.

¹ Dit komt erop neer dat in 2035 de gebouwde omgeving nagenoeg geen fossiel gas meer gebruikt als brandstof.



Hiertegenover staat een vermindering van consumptiemogelijkheden ten gevolge van een verhoging van energieprijzen en investeringen in de woningen.

Helemaal aardgasvrij vraagt maatregelen die niet allemaal al zijn terug te verdienen en dus gemiddeld kostennegatief zijn, uitgaande van een rentepercentage voor bedrijven en huishoudens van 7% (conservatieve aanname).

Uit berekeningen met het macro-econometrisch model E3ME blijkt dat het transitiescenario in de periode 2018-2035 leidt tot een toename van de werkgelegenheid, een afname van het BBP en een verbetering van de handelsbalans.

Tabel 1 Overzicht van economische effecten, 2018-2035

	Gemiddeld per jaar
Effecten werkgelegenheid (voltijdsbanen)	+ 11.000 (2,3% afname werkloosheidsniveau)
Effecten BBP	- 1,4 mld. euro (- 0,2% afname van BBP)
Effecten handelsbalans	+ 0,6 mld. euro

De toename van werkgelegenheid betreft een tijdelijk effect, dat na iets meer dan vijf jaar uitdooft na afloop van de periode. Het kleine negatieve effect op het BBP (-0,2%) houdt langer aan vanwege de hogere maatregelkosten met langere terugverdiertijden.

Conclusies

Op basis van de studie kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

De werkgelegenheidsresultaten uit deze studie liggen in lijn met de uitkomsten van de NEV2016, die het effect van het Energieakkoord becijfert op jaarlijks 13.000 extra arbeidsplaatsen. Het werkgelegenheidsdoel van het Energieakkoord is om 15.000 extra (netto) voltijd banen te creëren. Deze laatste geldt voor alle sectoren; de 11.000 is dus alleen de gebouwde omgeving.

Het transitiescenario gaat ervan uit dat nagenoeg *alle* woningen in Nederland geen aardgas meer gebruiken. Dit doel te realiseren voor 2035 houdt in dat er een investeringstempo van 400.000 woningen per jaar moet worden aangehouden.

Dit betreft een mix van goedkope maatregelen (besparingen, warmtenetten) en duurdere maatregelen (vergaande isolatie, all-electric-woningen). Het gemiddelde kosteneffect in termen van de omvang van de gehele economie is relatief beperkt (0,2% van het BBP). Echter, een aantal maatregelen om klimaatneutraal te verwarmen zijn relatief kostbaar. Innovatie is cruciaal om deze kosten te kunnen beperken.

In deze studie zijn geen *maatschappelijke baten* meegenomen, zoals klimaatbaten, baten voor stedelijke luchtkwaliteit, etc. In een maatschappelijke kosten-batenanalyse worden deze wel meegenomen. De economische schade per vermeden ton CO₂ - dus inclusief indirecte kosten - bedraagt gemiddeld 200 euro/ton CO₂. Bij prijzen hoger dan 200 euro/ton wordt het maatschappelijk voordelig in deze versnelde transitie te investeren. CO₂-prijzen voor de tweegradendoel (d.w.z. voldoen aan 'Parijs') liggen rond 100-500 euro in 2030 (WLO) (CPB; PBL, 2015).



2 Inleiding

2.1 Aanleiding

De transitie naar een aardgasloze gebouwde omgeving is een grootschalige opgave die de energievoorziening van de gebouwde omgeving wezenlijk zal veranderen. De transitie zal grote investeringen en innovatieve toepassingen vergen waarbij wijken en buurten op nieuwe energie-infrastructuur aangesloten zullen moeten worden. Deze investeringen bieden nieuwe markten voor de bouw- en installatiesector, die nieuw personeel in dienst moeten nemen om in deze vraag te kunnen voorzien.

Tegelijkertijd zal de transitie ook pijn doen en geld kosten. Eigenaren van woningen en kantoren, scholen en ziekenhuizen zullen energiebesparende maatregelen moeten nemen. Grote investeringen in energie-infrastructuur en nieuwe vormen van hernieuwbare energie zijn noodzakelijk. Dat zal ook de kosten van energie mogelijk omhoog kunnen brengen, al dan niet in combinatie met een verschuiving van variabele naar vaste energiekosten. Het is op voorhand nog niet duidelijk hoe deze verschillende effecten uiteindelijk bijdragen aan het BBP en de werkgelegenheid in Nederland.

De NVDE en TKI Urban Energy vragen zich af wat de economische gevolgen zijn van een scenario voor het versneld inzetten op de transitie die de gebouwde omgeving aardgasloos moet maken. Deze notitie gaat in op de economische effecten van een dergelijk scenario. Het vormt daarmee een vervolgstudie op de in 2014 uitgebrachte studie (zie voor de verschillen Bijlage A). In deze vervolgstudie is onder andere gewerkt met een ambitieuzer doel. De resultaten zijn input voor te stellen ambities en te ondernemen acties in het programma van TKI Urban Energy. Economische effecten van de energietransitie spelen daarin een rol bij het enthousiasmeren van partijen die investeren in innovatie (zoals bouwsector, installatiesector, gemeenten).

2.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is de macro-economische effecten in beeld te brengen van het verduurzamen van de laagtemperatuurwarmtevraag in 2035². Dit einddoel in 2035 is in lijn met het in 2015 uitgebrachte advies van de RLI *Rijk zonder CO₂* (RLI, 2015).

Hierbij ligt de focus op de economische effecten voor de Nederlandse economie door de investeringsimpuls vanuit de Nederlandse gebouwde omgeving. De volgende drie componenten worden bepaald:

1. Het werkgelegenheidseffect.
2. Het effect op het bruto binnenlands product (BBP).
3. Het effect op de handelsbalans.

De beoogde energietransitie vereist effectief transitiebeleid. Hoe dit beleid het beste vorm zou moeten worden gegeven is niet onderwerp van dit onderzoek. De studie gaat ervan uit dat er *kosteneffectief* transitiebeleid ingesteld is dat tot de beoogde verduurzaming in 2035 en erna leidt.

² Dit komt erop neer dat in 2035 de gebouwde omgeving nagenoeg af moet zijn van fossiel gas als brandstof.



2.3 Afbakening

Deze studie schetst de macro-economische effecten van een scenario gericht op het verduurzamen van de (laagtemperatuur) *warmtevraag* in de gebouwde omgeving in 2035. De doorrekening betreft de gehele gebouwde omgeving, dus woningen en utiliteitsgebouwen. Er is daarbij niet specifiek gekeken naar kosten en effecten van het verduurzamen van de *elektriciteitsvraag* van huishoudens.

Kosten en effecten van het verduurzamen van de elektriciteitsvraag zijn wel meegenomen voor zover die bedoeld zijn voor de warmtevoorziening. Zo worden zonnepanelen meegenomen als besparingsoptie bij Nul-op-de-Meter-oplossingen, waarbij deze ingezet worden ten behoeve van warmtepompen.

Het is belangrijk om voor ogen te houden dat de uitgevoerde analyse geen maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) is omdat maatschappelijke baten van emissiereductie (klimaat, luchtkwaliteit) niet meegenomen worden.

2.4 Aanpak in vogelvlucht

De economische effecten zijn bepaald op basis van het macro-econometrische model E3ME. De in het transitiescenario benodigde investeringen zijn daarbij doorgerekend als vraagimpuls in de bouwsector en aanverwante sectoren. Daarbij is tevens gekeken wat het effect is van de veranderde energielasten van de nieuwe energievoorzieningen voor consumenten voor de bestedingen. Dit maakt het mogelijk om niet alleen de directe effecten op de bouwsector maar ook de indirecte effecten op de andere sectoren als gevolg van de veranderende bestedingen mee te nemen.

De macro-economische effecten van het transitiebeleid zijn bepaald door een vergelijking van twee scenario's: het BAU-scenario en het transitiescenario. In het BAU-scenario wordt het huidige afgesproken EU beleid verondersteld, wat naar verwachting in 2030 en 2035 telkens uitkomt op ca. 20 en 25% CO₂-reductie t.o.v. 1990³. Dit impliceert dat er nog geen beleid na 2020 meegenomen is in het baselinescenario.

De kwantificering van de investeringsomvang en de energielasten voor huishoudens is gebaseerd op het model CEGOIA. Daarbij is allereerst een eindbeeld voor 2035 gedefinieerd en vervolgens teruggedeneerd naar het heden, zodat inzichtelijk wordt, welke investeringen nodig zijn om op niveau van Nederlandse wijken en buurten de energietransitie te realiseren.

³ PBL gaat in de Nationale Energieverkenning 2016 ervan uit, dat, bij het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid de CO₂-reductie voor de gehele Nederlandse economie in 2030 rond 12% t.o.v. 1990 bedraagt. De E3ME-baseline is dus fors optimistischer in dit opzicht.



Tabel 2 E3ME

Modelbeschrijving E3ME

Binnen deze opdracht is gekozen voor doorrekening met behulp van een economisch model E3ME. Het model is ontwikkeld en geschat door Cambridge Econometrics en CE Delft beschikt hiervoor over een licentie.

Met een modelmatige aanpak kunnen de macro-economische gevolgen en de economiebrede milieueffecten integraal en systematisch in beeld worden gebracht. Daarmee bedoelen we dat er via geïntegreerde modules voor energie, milieu en economie een integrale doorrekening kan plaatsvinden.

In de economiemodule worden output en werkgelegenheid vooral door de vraag bepaald, tenzij er aanbodbeperkingen zijn (bv. niet voldoende arbeidskrachten). De intermediaire vraag van sectoren wordt daarbij op basis van input-outputtabellen bepaald, de componenten van de finale vraag (consumptie van huishoudens, overheidsbestedingen, investeringen, vraag in en vanuit het buitenland), zover mogelijk op basis van econometrische vergelijkingen.

Daarbij wordt met interacties tussen de vraagcomponenten rekening gehouden, zoals bijvoorbeeld een ‘income loop’: als de output van een sector omhoog gaat, gaat de werkgelegenheid omhoog, kunnen de lonen stijgen en kunnen de consumenten meer besteden. Wat betreft de arbeidsmarkt, worden de werkgelegenheid, de gemiddelde arbeidsuren, de lonen en de arbeidsparticipatie ook middels econometrische vergelijkingen bepaald en ook hier wordt met de interactie tussen deze vergelijkingen rekening gehouden.

Tabel 3 CEGOIA

Model beschrijving CEGOIA

Het CEGOIA-model is door CE Delft ontwikkeld om een uitspraak te doen over het eindbeeld en de mogelijke ontwikkeling van het energievraagstuk in de gebouwde omgeving en de gevolgen die dat heeft voor de fysieke (infra)structuren. Het model is onder meer gebruikt in projecten voor GasTerra, Gasunie, Eneco, Alliander, Stedin, de gemeenten Nijmegen, Amsterdam, Den Haag, Helmond, Eindhoven en de provincies Noord-Holland, Zeeland, Drenthe, Limburg en Overijssel.

Op basis van diverse parameters wordt berekend welke warmtevoorziening van de gebouwde omgeving (woningen, utiliteitsbouw en eventueel glastuinbouw) de laagste kosten (jaarlijkse CAPEX en OPEX) over de gehele keten heeft: productie - transport - consumptie - besparing. Hierbij wordt aangenomen dat de elektriciteitsvoorziening autonoom verduurzaam wordt, waarbij de kostprijs van elektriciteit toeneemt. Opties voor Zonnepanelen vormen bij Nul-op-de-meter-oplossingen integraal onderdeel van het concept. Voor de overige verwarmingsconcepten zijn zij optioneel, omdat zij niet van invloed zijn op de vraag naar ruimteverwarming of warm tapwater. Voor de berekeningen van deze overige concepten zijn de zonnepanelen dan ook niet meegenomen bij het bepalen van de kosten van de aardgasloze gebouwde omgeving.

De berekeningen met CEGOIA worden uitgevoerd voor diverse individuele en collectieve warmtetechnieken, waaronder: elektrische warmtepompen (lucht of bodem), hybride warmtepompen, HR-ketels, WKO (open bodemenergiesystemen), restwarmte of geothermie.

Er wordt rekening gehouden met kostendalingen van de technieken. Deze zijn weergegeven in de volgende tabel:

	Leercurve	Kostenfactor in 2035
HR-ketel	Langzaam	82%
Hybride warmtepomp	Snel	65%
Elektrische warmtepomp	Snel	65%
CV-ketel op vaste biomassa	Langzaam	82%



Restwarmte	Snel	65%
Geothermie	Snel	65%
Wijk-WKK	Langzaam	82%
WKO	Snel	65%

De kosten van alle ketenaspecten worden op buurtniveau (CBS-indeling) berekend. Daarbij rekent het model met werkelijke energieverbruiken en neemt de specifieke eigenschappen van alle 12.000 buurten in Nederland mee.

Het model resulteert in een overzicht van de oplossing (besparingsniveau, techniek en energiebron) met de laagste kosten per buurt. Hierbij geeft het inzicht in de bijbehorende energieverbruiken, investeringen en kostenverschillen met alternatieve oplossingen.

BAU-scenario

In het BAU-scenario wordt aardgas als energiedrager meegenomen als optie voor het verwarmen van de gebouwde omgeving. Hierbij wordt het gebruik van aardgas wel gelimiteerd naar het verbruik uit het scenario uit de NEV met het in 2016 vastgestelde & voorgenomen beleid.

Transitiescenario

In het transitie scenario is het gebruik van aardgas geen optie meer. In plaats daarvan is enkel een beperkte hoeveelheid groen gas beschikbaar. Het Nederlands potentieel voor groengas is 2 bcm (Groen Gas Forum), hiervan is aangenomen dat 1,5 bcm beschikbaar is voor de gebouwde omgeving.

Uitgangspunten

Investerings in het verduurzamen van gebouwen gaan ten koste van andere consumptiemogelijkheden, tenzij er beschikbaar spaargeld zonder rendementsderving ingezet kan worden om maatregelen te financieren. In onze doorrekening zijn wij ervan uitgegaan dat investeringen volledig worden gefinancierd doordat zij ten koste gaan van consumptie of investeringen elders (crowding-out). Specifiek betekent dit:

- **Negatief:** De financiering van investeringen die huishoudens doen, bijvoorbeeld voor isolatiemaatregelen aan woningen, leiden tot een toename van woonlasten. Dit gaat ten laste van de consumptie elders. De jaarlijkse financieringslast van deze investering is berekend via een annuïtaire lening.
- **Negatief:** Energieproducenten en netbeheerders rekenen de financieringskosten van investeringen door in de tarieven voor energie. De verhoogde energierekening voor huishoudens gaat eveneens ten koste van de consumptie. Daarbij dient in het achterhoofd gehouden worden dat de verhoogde energierekening in twee componenten ontleed kan worden: een prijseffect en een besparingseffect.
- **Positief:** De financiële ruimte die bij huishoudens ontstaat doordat zij geen gas meer consumeren, wordt ingevuld door consumptie elders. Dat betekent dat de verminderde import van gas die mogelijk wordt in een gasloos scenario een verhogend effect heeft op het Nederlandse BNP.

De gepresenteerde uitkomsten zijn het resultaat van een modelmatige benadering en betreffen een vereenvoudiging van de werkelijkheid.

Effecten op Nederlandse gasindustrie

Een aardgasloze gebouwde omgeving kan effecten hebben op het winningstempo van Nederlands aardgas en daarmee op productie, handel en aardgasbaten voor de Nederlandse staat. Het beperken van de aardgasproductie heeft



daarmee invloed op de economie van Nederland. De vraag naar aardgas vanuit de gebouwde omgeving bedraagt ca. 9 mld. m³. Minister Kamp heeft besloten het productieplafond voor de komende vier jaar met 10 % te verlagen van 24 mld. m³ per jaar naar 21,6 mld. m³ te verlagen.

Het verder aardgasvrij maken van de gebouwde omgeving kan Nederland in de gelegenheid stellen het productieplafond verder te verlagen om daarmee de aardbevingsrisico's van Groningen te beperken. De keuze voor een verlaging van de productie is echter een politiek besluit. In deze studie zijn wij ervan uitgegaan dat het winningstempo van Gronings aardgas niet zal worden bijgesteld in het transitie scenario. Aangenomen is dat de effecten van de afgenomen binnenlandse vraag in de gasbalans worden opgevangen door een afname van de import en/of toename van de export⁴.

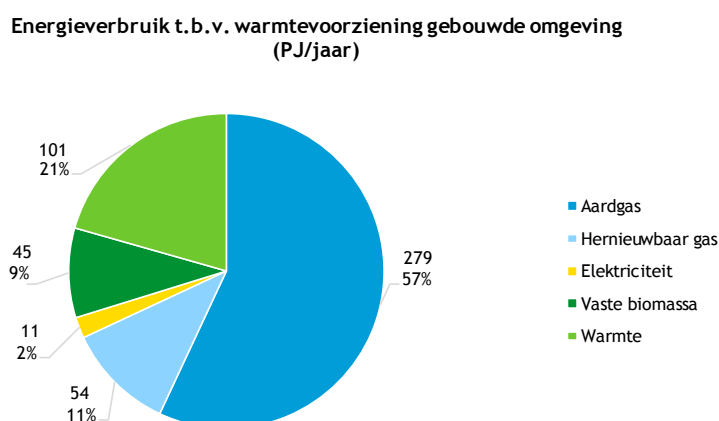
3 Beschrijving van scenario's

3.1 Beschrijving van het BAU-scenario

Het BAU-scenario sluit bij de Nationale Energieverkenning (NEV) 2016 aan: dat in het BAU-scenario voor 2035 veronderstelde aardgasverbruik van de gebouwde omgeving (woningen en utiliteitsbouw) komt overeen met dat in de NEV 2016, waarbij met de effecten van zowel het huidig vastgestelde alsook het huidig voorgenomen beleid rekening is gehouden (ECN; PBL, 2016). Volgens de NEV 2016 daalt het aardgasverbruik van de gebouwde omgeving tot 2035 met rond 28% t.o.v. 2017.

In het BAU-scenario bedraagt in 2035 het gebouwgebonden totale energieverbruik ten behoeve van warmte van de gebouwde omgeving rond 490 PJ en wordt (zie Figuur 1) ingevuld door het gebruik van aardgas (rond 60%), warmte (rond 20%), hernieuwbaar gas (rond 10%), vaste biomassa (rond 10%) en door elektriciteit (rond 2%). Het gebouwgebonden energiegebruik bestaat uit ruimteverwarming, -koeling, warm tapwater, ventilatie en hulpenergie, dus exclusief verlichting en elektrische apparatuur.

Figuur 1 Gebouwgebonden energieverbruik van de GO in 2035 in het BAU-scenario t.b.v. warmte

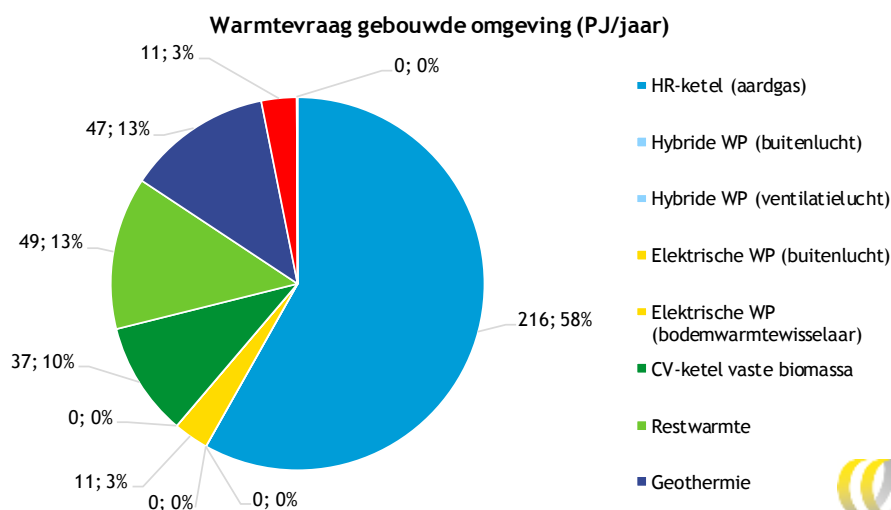


⁴ De aardgasbalans betekent (per definitie) dat winning en import gelijk zijn aan uitvoer en binnenlandse consumptie van gas. De uit- als de invoer van aardgas in Nederland zijn sinds jaren tachtig sterk toegenomen door globalisering en liberalisering van de energiemarkten.



De totale warmtevraag van de gebouwde omgeving - zonder rekening te houden met de efficiëntieverliezen van de verschillende technieken - bedraagt in 2035 in het BAU-scenario rond 370 PJ (zie Figuur 2)⁵. Aan deze warmtevraag wordt vooral door het gebruik van HR-ketels (rond 60%), geothermie (rond 10%), restwarmte (rond 10%) en vaste biomassa CV-ketels (rond 10%) voldaan.

Figuur 2 Warmtevraag van de GO per techniek in 2035 in het BAU-scenario



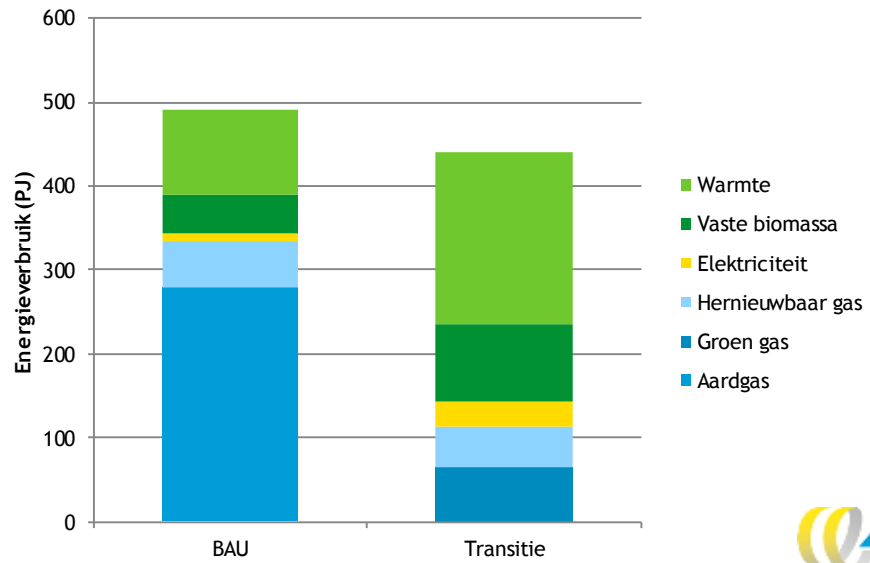
3.2 Beschrijving van het transitie scenario

In het transitie scenario gaan we uit van een versnelde energietransitie in de gebouwde omgeving die leidt tot een CO₂-neutrale energievoorziening in 2035. Deze transitie betekent dat de energievraag versneld wordt verminderd, en dat versneld wordt overgegaan op CO₂-vrije energiebronnen eventueel met nieuwe infrastructuur (warmtenetten en elektriciteitsnetverzwaringen waar nodig). In dit scenario is er geen plaats meer voor de inzet van conventioneel aardgas in gebouwde omgeving. Het Nederlandse gas wordt ingezet voor de industrie en uitvoer.

Concreet betekent het een vermindering van het energieverbruik van 49 PJ ten opzichte van BAU (zie Figuur 3 en Figuur 4). Figuur 4 geeft weer hoe de energievraag en -productie tussen het BAU-scenario en het transitie scenario verschuiven in het jaar 2035.

⁵ Het verschil tussen het totale energieverbruik en de totale warmtevraag wordt veroorzaakt door efficiëntieverliezen bij de opwekking en het transport van de energie.

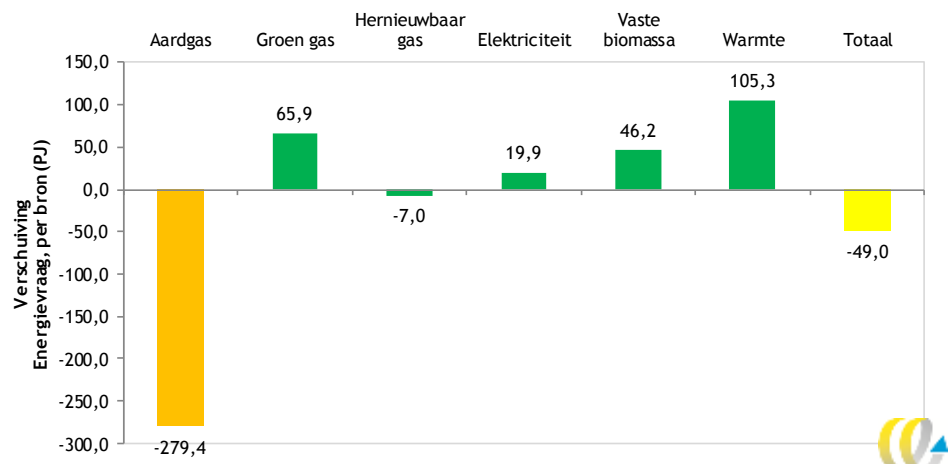
Figuur 3 Energieverbruik t.b.v. warmte in het jaar 2035, transitie scenario t.o.v. BAU



Toelichting: Hernieuwbaar gas is synthetisch gas, Groen gas is opgewerkt biogas.

In het transitie scenario heeft warmtelevering het grootste aandeel in het energieverbruik t.b.v. de warmtevraag. Ondanks hoge investeringen voor het warmtenet is warmtelevering in de dichter bebouwde gebieden vaak de goedkoopste optie. Er moet dan wel een potentiële warmtebron nabij zijn, bijvoorbeeld industriële restwarmte of geothermie. De productiekosten voor restwarmte en geothermie zijn over het algemeen laag en er zijn bovendien geen extra isolatiemaatregelen noodzakelijk. Het aandeel elektriciteit t.b.v. warmte is laag in het transitie scenario. Dit komt mede doordat een hoog isolatieniveau noodzakelijk is bij all-electric-woningen, om het comfortniveau te waarborgen. Door het hoge isolatieniveau is de warmtevraag laag en daarbij heeft de elektrische warmtepomp een zeer hoog rendement (seizoens-COP 3,5 tot 5), waardoor er met weinig elektriciteitsverbruik in de warmtevraag kan worden voorzien.

Figuur 4 Verschuivingen in de energievoorziening in de gebouwde omgeving (PJ in 2035), transitie scenario t.o.v. BAU



Bron: CE Delft berekeningen met CEGOIA.



Deze verschuiving betekent een afname van de CO₂-uitstoot ten opzichte van BAU met 13,4 Mton CO₂ in 2035. Hiermee is de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving nagenoeg CO₂-neutraal (resterende uitstoot 2,3 Mton in de elektriciteitssector en 0,2 voor elektriciteit warmtepompen).

4 Economische effecten

4.1 Directe investeringen

Om het transitie scenario's te realiseren zijn investeringen nodig in gebouwen (isolatie, installaties, aansluitingen), in distributie en transportnetten en in energieproductie. De directe kosten zijn daarbij inclusief kapitaalslasten in beeld gebracht. De directe totale investeringsimpuls in transitie scenario bedraagt in totaal rond de 73,6 miljard euro in de periode 2018-2035. Dit komt neer op gemiddeld 4,1 miljard euro per jaar. De totale kosten per onderdeel worden gegeven in Tabel 4.

Tabel 4 Overzicht van kosten per onderdeel energiesysteem, cumulatief t/m 2035 (miljard euro 2005), t.b.v. warmte

Categorie	Benodigde investering
Distributie	28,8
Productie	26,4
Installatie	11,7
Gebouw	6,8
Totaal	73,6

Toelichting: Investerings in warmtenetten vallen in de post distributie.
 Investerings in verduurzaming energiebronnen vallen in de post productie.

Toerekening aan sectoren

De investeringssimpuls betekent een toename van de vraag in de bouwsector met 47 miljard euro, extra investeringen in de elektriciteitssector van 6,6 miljard euro en extra investeringen in de sectoren die groen gas produceren (landbouw, voedselverwerking en afvalverwerking) van totaal 19,7 miljard euro. Zie Tabel 5 voor de precieze onderverdeling.

Tabel 5 Overzicht van toename cumulatieve directe bestedingen per bedrijfssector, cumulatief t/m 2035 (miljard euro 2005)

Sector	Motivatie	Type vraagimpuls	Bedrag
Gebouwde omgeving	investerings in netwerk, installaties en gebouwen	Consumptieve bestedingen	47,3
Energiesector	investerings in (hernieuwbare) bronnen	Investering	6,6
Land- en tuinbouw	investerings in capaciteit voor productie groen gas	Investering	6,6
Voedselverwerking	investerings in capaciteit voor productie groen gas	Investering	6,6
Afvalverwerking	investerings in capaciteit voor productie groen gas	Investering	6,6
Totaal			73,6



Vermindering consumptie voor financiering investeringen

We gaan ervan uit dat de directe investeringsimpuls wordt afgeschreven in een periode van 25 jaar en daarmee gefinancierd uit de jaarlijkse verminderde consumptiemogelijkheden van huishoudens. Hetzij direct als huishoudens zelf in bijvoorbeeld isolatiemaatregelen in hun huis investeren, hetzij indirect doordat de energierekening stijgt (hogere prijs per eenheid geleverde hernieuwbare energie) en zij dus minder overhouden om uit te geven aan andere consumptie. Dit effect betekent een consumptievermindering van 56,9 miljard euro t/m 2035, gemiddeld 3,2 miljard euro per jaar.

4.2 Economische effecten

De economische effecten van het transitie scenario zijn bescheiden in relatie tot de gehele economie. Dat ligt in de lijn der verwachting, aangezien de netto vraagimpuls nog geen 0,2% van het Nederlandse BBP beslaat. Voor de sectoren waarin een directe impuls vanuit de investeringen of consumptieve bestedingen plaatsvindt, staat in Tabel 6 weergegeven hoe groot de totale (direct en indirecte) effecten zijn.

Tabel 6 Effect van direct bestedingsimpuls op totale bestedingen ($\pm 20\%$), per sector waarin een bestedingsimpuls plaatsvindt

Sector	Type besteding	BAU	Additioneel transitie	% van BAU
		Bedrag gemiddeld per jaar, miljard euro 2005		
Bouw	Consumptief	86,9	3,4	4%
Energiesector	Investering	1,4	0,3	22%
Land- en tuinbouw	Investering	4,1	0,4	9%
Voedselverwerking	Investering	1,9	0,4	19%
Afvalverwerking	Investering	0,5	0,4	68%

Werkgelegenheidseffect

De investeringen in gebouwen in isolatie, zonnepanelen, zonneboilers en warmtepompen en lokale warmtenetten zorgen voor werkgelegenheid. Tegelijkertijd neemt de werkgelegenheid af als gevolg van verminderde consumptiemogelijkheden elders.

Uit berekeningen met het macro-econometrisch model E3ME blijkt dat het transitie scenario in de periode 2018-2035 leidt tot een toename van de totale werkgelegenheid in Nederland van 203.000 arbeidsjaren over de gehele periode (t/m 2035). Hiermee neemt de Nederlandse werkgelegenheid toe met gemiddeld 11.000 FTE per jaar (van 0,1% van de totale werkgelegenheid).

De grootste procentuele werkgelegenheidswinst wordt behaald in de bouwsector. Hier neemt de werkgelegenheid toe met 6.500 FTE gemiddeld per jaar. Dat is 1,4% van het aantal FTE in die sector.

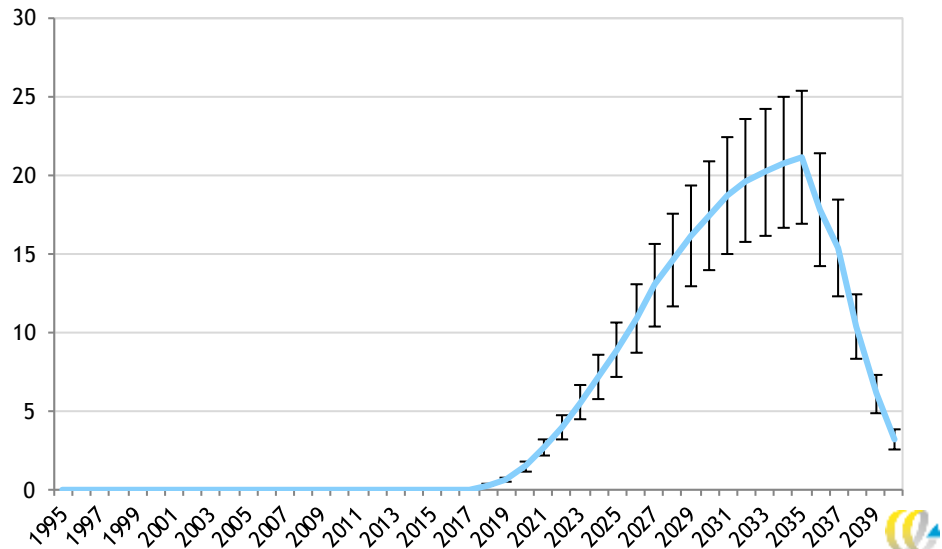
Nederland telt in het eerste kwartaal van 2017 473 duizend werklozen (5,3% van de beroepsbevolking). Het effect op het aantal werklozen van de impuls in de totale Nederlandse werkgelegenheid is een reductie met 2,3%⁶. Het werkgelegenheidseffect dempt na 2035 snel uit, wanneer er dan geen additionele investeringen meer plaatsvinden (zie Figuur 5).

⁶ Een reductie van het aantal werklozen met 2,3% komt overeen met afname van de werkloosheid met 0,1% ($5,3\% * 2,3\%$) van 5,3% naar 5,2%.



Aangezien de investeringsimpuls tijdelijk is, zien we in Figuur 5 ook dat het effect op de werkgelegenheid snel afneemt. Na vijf jaar is 80% van het oorspronkelijke effect uitgewerkt. Hierin speelt ook mee dat niet elke extra vacature in de bouwsector ingevuld zal worden door een werkloze aan een baan te helpen. Een deel van de snel toegenomen vraag zal zich uiten in een toegenomen looneis zonder dat er nieuwe banen worden ingevuld. Kortom, deze uitkomsten houden rekening met verdringing op de arbeidsmarkt. In veel arbeidsmarktstudies wordt rekening gehouden met 50%, waarbij dit effect na verloop van tijd sterk afneemt.

Figuur 5 Het effect van het transitie scenario op de werkgelegenheid (1.000 FTE)



Bron: Berekeningen CE Delft op basis van resultaten E3ME.

Toelichting: We zien dat de werkgelegenheidsimpuls toeneemt t/m 2035. Dit wordt veroorzaakt door additionele investeringen die worden gedaan t/m 2035. Na 2035 zijn er geen additionele investeringen meer in het kader van het transitie scenario. Dan neemt de werkgelegenheidsimpuls weer af. De foutenbalken geven de 20%-onzekerheidsbandbreedte weer.

Om de verwachte groei in arbeidsplaatsen in perspectief te plaatsen: in 2016 zijn er 13.000 nieuwe WW-uitkeringen vanuit de bouwsector (exclusief installatiebranche) aangevraagd (bron: UWV, factsheet bouw). Vanaf 2013 daalde het aantal nieuwe WW-uitkeringen elk jaar fors, veel sterker dan in andere sectoren. Om de groei van de arbeidsvraag goed te kunnen accommoderen, is opleiding en omscholing van het bouw personeel nodig. Bij toenemende tekorten aan bouwkundig personeel zal steeds meer verdringing plaatsvinden, waardoor de netto toename ten gevolge van het transitie scenario afneemt.

Per sector waarin een bestedingsimpuls plaatsvindt, is het werkgelegenheids-effect in Tabel 7 hieronder weergegeven. We zien dat de werkgelegenheidsimpuls vooral in de bouwsector terecht komt.

Tabel 7 Effect van transitie scenario op de werkgelegenheid (gemiddeld, jaarlijks t/m 2035, 1.000 FTE), per sector waarin een bestedingsimpuls plaatsvindt ($\pm 20\%$)

Sector	BAU	Transitie- scenario t.o.v. BAU	%
Bouw	416	6	1,4%
Energiesector	15	-0,1	-0,7%
Land- en tuinbouw	191	0	0,0%
Voedselverwerking	118	0	0,0%
Afvalverwerking	36	0	0,0%

De werkgelegenheid in de sectoren elektriciteit, land- en tuinbouw, voedselverwerking en afvalverwerking neemt niet toe (of licht af). De investeringen in de energiesector bestaan uit investeringen in duurzame energieopwekking (windmolens, zonnepanelen) die heel kleine werkgelegenheidseffecten hebben. Bovendien gaan de extra banen in relatie tot extra wind- en zonne-energie deels ten koste van banen in relatie tot de conventionele stroomproductie. De investeringen in de land- en tuinbouw, voedselverwerking en afvalverwerking worden gedaan met het oogmerk om groen gas te produceren. Het gaat deels om installaties om organische afvalstromen te vergisten (mestvergisters bijvoorbeeld), die in de sector ten koste gaan van reguliere banen (verdringing). Voor de investeringen in de afvalverwerking geldt dat de afvalstroom op een andere manier verwerkt wordt na de investeringen (vergisting in plaats van bijvoorbeeld verbranding), zonder werkgelegenheidseffecten als gevolg (ook hier verdringing).

Effect op het BBP

Het effect op het BBP is een bescheiden verslechtering. De belangrijkste oorzaak is de afnemende consumptie van Nederlandse huishoudens. Daarnaast lekt een deel van de investeringsimpuls naar het buitenland weg en heeft dus een grotere import tot gevolg in plaats van een toename van de binnenlandse consumptieve bestedingen.

De verslechtering van het BBP bedraagt -1,4 miljard euro per jaar gemiddeld ($\pm 20\%$). Dat komt neer op -0,2% ($\pm 20\%$).

Het bruto binnenlands product, bepaald vanuit de bestedingen, is de som van de consumptieve bestedingen, de investeringen, de overheidsbestedingen, de bestedingen door het buitenland in Nederland (export) vermindert door de Nederlandse bestedingen in het buitenland (importen). De bijdrage van deze factoren staat in het overzicht in Tabel 8.

Tabel 8 Bijdrage van het transitie scenario aan het BBP (miljard euro 2005, gemiddeld 2018-2035), via het effect op de bestedingen ($\pm 20\%$)

Investerings	Consumptieve bestedingen	Overheids- consumptie	Handelsbalans	BBP
1,0	-2,9	0	0,6	-1,4

Bron: Berekeningen CE Delft op basis van resultaten E3ME.



Effect op de handelsbalans

Nederland heeft in het basisscenario een positieve handelsbalans van gemiddeld 81,7 miljard euro per jaar ($\pm 20\%$) in de periode 2018-2035. Het transitie scenario verbetert de handelsbalans met gemiddeld 0,6 miljard euro per jaar ($\pm 20\%$), oftewel met zo'n 0,7% ($\pm 20\%$). Deze verbetering wordt veroorzaakt door de verminderde import/vergroete export van gas. Hierdoor verbetert de handelsbalans met 1,0 miljard euro per jaar gemiddeld ($\pm 20\%$) over de periode. Daartegenover staat een verslechtering van de handelsbalans, omdat een deel van de machines en grondstoffen nodig vanwege investeringen in de gebouwde omgeving en de energiesector uit het buitenland komen (gemiddeld -0,4 miljard euro per jaar).

5 Conclusies

Het transitie scenario gericht op een CO₂-neutrale gebouwde omgeving leidt tot een besparing van energie van 49 PJ. Er wordt door duurzame energiebronnen een extra inzet van 230 PJ geleverd (zo'n 10% extra ten opzichte van BAU). Dit leidt tot een besparing van 13,4 Mton CO₂ in 2035 ten opzichte van BAU. Hiermee is de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving nagenoeg CO₂-neutraal.

Het transitie scenario leidt tot een aanzienlijke investeringsimpuls van in totaal 73,6 miljard euro in de periode 2018-2035. Deze zal in zeer belangrijke mate terecht komen in de bouw- en installatiesector. Hiertegenover staan voornamelijk verminderde consumptiemogelijkheden voor huishoudens als gevolg van het duurder worden van energie en als gevolg van de financieringskosten van deze investeringen.

De effecten op de werkgelegenheid pakken positief uit. Dit komt met name door de arbeidsintensiteit van de bouw- en installatiesector. Met name het aanbrengen van isolatie en installatietechnische maatregelen is arbeidsintensief, en zal de vraag naar personeel flink doen toenemen. Hierdoor zal de werkloosheid gedurende de periode 2018-2035 gemiddeld met ruim 2% afnemen. Om de groei van de arbeidsvraag goed te kunnen accommoderen, is opleiding en omscholing van het bouw personeel nodig. Bij toenemende tekorten aan bouwkundig personeel zal steeds meer verdringing plaatsvinden, waardoor de netto toename ten gevolge van het transitie scenario afneemt.

De BBP-effecten van het versnelde transitie scenario zijn daarbij licht negatief (-0,2% van het BBP). De maatschappelijke kosten per vermeden ton CO₂ komen daarmee op 203 euro/ton (equivalent van 36 eurocent per vermeden m³ aardgas).

Het transitie scenario gaat ervan uit dat alle woningen in Nederland van het aardgas afgaan. Deze kosten zijn gebaseerd op de volgens het gebruikte model goedkoopste maatregel op buurniveau (all-electric, groen gas of een warmtewet). Daarbij speelt mee dat met name de maatregelen voor sommige regio's of buurten, maar ook laatste besparingsmaatregelen en hernieuwbare maatregelen om te voldoen aan CO₂-neutraal de energierekening sterk verhogen. Deze worden niet meer terugverdiend binnen de beschikbare periode, en zijn dus economisch zeer nadelig. Hierbij is aangenomen dat het tempo van kostendaling door innovatie in het transitie scenario niet hoger is dan het BAU.



6 Literatuur

CE Delft, 2014. *Macro-economische effecten van transitiebeleid gebouwde omgeving*, Delft: CE Delft.

CPB ; PBL, 2015b. *Welvaart en Leefomgeving 2015*. [Online]
Available at: www.wlo2015.nl
[Geopend 2017].

ECN ; PBL, 2016. *Nationale Energieverkenning 2016*, Petten: ECN.

RLI, 2015. *Rijk zonder CO2 : naar een duurzame energievoorziening in 2050*, Den Haag: Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (RLI).



Bijlage A Verschillen met voorgaande studie

CE Delft (2014) voerde een eerdere studie uit naar de macro-economische effecten van het transitiebeleid in de gebouwde omgeving.

De belangrijkste verschillen tussen de vorige en huidige studie, zijn de volgende:

Aspect	Scenario CE Delft (2014)	Scenario huidige studie
CO ₂ -reductiedoelstelling	-57% (2030)	Nagenoeg klimaatneutraal (2035)
Benodigde cumulatieve investeringsimpuls	41 miljard	74 miljard
BBP-effect (jaarlijks)	+ 0,7%	- 0,2%

Op basis van de tabel merken we op dat de grootte van de effecten in beide studies als percentage van het totaal gering is. Dat komt overeen met de beperkte grootte van de investeringsimpuls in relatie tot het BBP.

We zien verder in de tabel dat de cumulatieve investeringsimpuls in de voorgaande studie kleiner is. Dat hangt samen met het ambitieniveau van het scenario.

Tenslotte valt op dat het BBP-effect in de voorgaande studie positief is, terwijl dat in deze studie licht negatief is. Daarvoor zijn twee belangrijke verklaringen. De eerste is het verschil in ambitie tussen de twee scenario's. Waar het voorgaande scenario nog uitging van een geleidelijk transitiepad, gaat het scenario in deze studie uit van een disruptief transitiepad, waarin de gebouwde omgeving reeds in 2035 klimaatneutraal is. Een disruptief scenario betekent hogere kosten doordat inzet van technieken naar voren wordt gehaald, terwijl de kosten van de technieken dalen als ze verder in de toekomst worden ingezet. De kosten dalen vanwege innovatie. In het model is geen rekening gehouden met effecten van een versnelling van innovatie in het disruptieve scenario. De tweede is het verschil in het economisch klimaat waarbinnen de investeringsimpuls voor de transitie plaatsvindt. In de eerdere studie was er nog geen sprake van een economische hoogconjunctuur. In deze studie wel. In deze studie gaan de investeringen in de gebouwde omgeving dan ook volledig ten koste van investeringen elders, terwijl dat in de vorige studie niet zo is. Dat betekent dat de nettobijdrage (inclusief crowding-out) aan het BBP van de investeringsimpuls in deze studie lager is dan in de vorige studie.

