

## Externe notitie

Petten, 25 september 2015

**Afdeling** ECN Beleidsstudies

ECN-N--15-002

**Van** Michiel Hekkenberg, Casper Tigchelaar, Marcel Weeda

**Aan** Gert Nijsink (Rijkswaterstaat)

### Kopie

**Onderwerp** **Kentallen investeringen en werkgelegenheid t.b.v. klimaatmonitor**

## Abstract

Deze notitie beschrijft de methode en kentallen om te komen tot een grove indicatie van investeringsbedragen en werkgelegenheidseffecten op gemeente- of regioniveau van verschillende verduurzamingsactiviteiten. De beschreven activiteiten zijn verdeeld over vier thema's:

- Energiebesparing in de gebouwde omgeving (woningen en utiliteitsbouw).
- Energiebesparing in industrie en landbouw.
- Hernieuwbare energie opwekking.
- Duurzame mobiliteit.

## Inleiding en vraagstelling

Een groot aantal actoren in de maatschappij onderneemt acties om energie- en klimaatprestaties van hun activiteiten te verbeteren. Binnen het Energieakkoord voor duurzame groei (EA) hebben een groot aantal partijen (overheden, bedrijfsleven en maatschappelijk middenveld) afspraken gemaakt voor een verdere verduurzaming van de Nederlandse economie. Zowel voor het erkennen van de inspanningen als voor borging van de afspraken uit het EA is het van belang de effecten van de inspanningen zichtbaar te maken.

Rijkswaterstaat (RWS) maakt via de Klimaatmonitor op gemeenteniveau data beschikbaar in een groot aantal energie- en klimaatindicatoren. Om decentrale overheden ook inzicht te kunnen bieden in de economische effecten van energie- en klimaatbeleid, wil RWS de klimaatmonitor met data over energiegerelateerde investeringen en werkgelegenheid verrijken. RWS heeft ECN daarom gevraagd een set kentallen samen te stellen voor de beschikbare indicatoren in de klimaatmonitor, en te beschrijven met welke methode RWS in de klimaatmonitor een zoveel mogelijk dekkend beeld zou kunnen geven van de werkgelegenheid en investeringen die samenhangen met 'verduurzamingsactiviteiten' van het energiegebruik op gemeente- en regioniveau.

ECN heeft samen met haar consortiumpartners in de Nationale Energieverkenning 2014 op nationaal niveau een inschatting gemaakt van de investeringen en werkgelegenheid die samenhangen met energiegerelateerde activiteiten. Door data en kentallen uit het nationale beeld te combineren met

beschikbare gegevens uit de lokale klimaatmonitor kan grofmazig een beeld worden geschetst van de economische betekenis van inspanningen die op lokaal niveau worden gepleegd.

In deze notitie worden de verduurzamingsactiviteiten op gemeente- of regioniveau beschreven voor 4 thema's:

- Energiebesparing in de gebouwde omgeving (woningen en utiliteitsbouw).
- Energiebesparing in industrie en landbouw.
- Hernieuwbare energie opwekking.
- Duurzame mobiliteit.

Voor ieder van de thema's wordt uiteengezet via welke methode op de eenvoudigste wijze tot een indicatief beeld van de investeringsbedragen die met die activiteiten samenhangen kan worden gekomen en worden de benodigde kentallen gegeven. Uit de investeringsbedragen wordt op grove wijze afgeleid welke werkgelegenheid hiermee gemoeid is, via een inschatting van het aandeel dat aan arbeid wordt besteed, gemiddelde arbeidskosten, en het eventuele 'buitenlandlek'.

#### *Onzekerheid, variatie en significantie*

De gekozen benadering geeft slechts een indicatief beeld voor de gemiddelden van de betreffende investeringen. In werkelijkheid bestaat er zowel onzekerheid als grote spreiding in de betreffende data, waardoor de werkelijke waarden flink kunnen afwijken, zeker op lokaal niveau. Preciezer cijfers over aanschafbedragen, investeringen en bijbehorende werkgelegenheid vragen een andere aanpak, met meer details over de werkelijke investeringen op lokaal niveau. Waar mogelijk wordt bij de getallen een range weergegeven waarmee de onzekerheid en mogelijke variatie op lokaal niveau wordt beschreven.

Verskillende waarden worden desondanks met een hoog aantal significante cijfers gepresenteerd. Dit wordt gedaan omdat de cijfers dienen als tussenstap voor verdere berekening, waarbij tussentijds afronden ongewenst is. Het aantal significante cijfers moet hierom niet gelezen worden als maat voor de nauwkeurigheid van het getal.

#### *Leeswijzer*

In hoofdstukken 2 t/m 5 worden per thema de methode en benodigde kentallen toegelicht om tot investeringsbedragen te komen. Hoofdstuk 6 beschrijft vervolgens de methode en kentallen om daarvan de gerelateerde werkgelegenheid te bepalen.

## Gebouwde Omgeving

Dit hoofdstuk beschrijft een aanpak voor het terugschalen van het landelijk totaal investeringsbedrag ten behoeve van energiebesparing in gebouwde omgeving naar gemeentelijk niveau op basis van verschillen in de ontwikkeling van het gasgebruik. Energiebesparing bij elektrische toepassingen en de daarmee gepaard gaande investeringen blijven buiten beschouwing.

Deze aanpak bevat twee stappen:

Stap 1 het bepalen van de gasbesparing.

Stap 2 het vertalen van gasbesparing naar investeringen.

### Stap 1 bepalen gasbesparing

#### Achtergrond

Verschillen in gasverbruik kunnen een indicatie zijn van investeringen in energiebesparing.

Energiebesparing is echter niet de enige factor die kan leiden tot verandering in het (gemiddelde) gasverbruik. De volgende factoren zijn van invloed op het gasverbruik:

Factor	Totaal gasverbruik	Gemiddeld gasverbruik
Nieuwbouw	Neemt toe als er meer op gas gestookte woningen/gebouwen bij komen	Neemt af omdat nieuwbouwwoningen/gebouwen zuiniger zijn en dus het gemiddelde drukken
Sloop	Neemt af omdat er minder op gas gestookte woningen/gebouwen zijn	Blijft gelijk, als een gemiddelde woning/gebouw gesloopt wordt.
Warme/koude winter	Bij klimaat gecorrigeerde standaardjaarverbruiken heeft dit in theorie geen invloed	Bij klimaat gecorrigeerde standaardjaarverbruiken heeft dit in theorie geen invloed
Gedragsverandering	Onzeker: afhankelijk of gedrag zuiniger of onzuiniger wordt	Onzeker: afhankelijk of gedrag zuiniger of onzuiniger wordt
Leegstand	Neemt af	Neemt af
Fysieke energiebesparende maatregelen	Neemt af	Neemt af

Om investeringen en werkgelegenheid te bepalen is alleen de factor 'fysieke energiebesparende maatregelen' van belang. Om deze factor te bepalen moet de mutatie in het gasverbruik zoveel mogelijk worden gecorrigeerd voor de andere factoren. Wat overblijft, kan dan beschouwd worden als het effect van energiebesparende maatregelen.

## **Aanpak bepalen gasbesparing**

### *Mutatie gasverbruik*

De klimaatmonitor maakt gebruik van gasverbruiken op wijk- en buurt niveau. Door verbruiken per buurt van twee verschillende jaren (jaar X & Y) te vergelijken kan de totale mutatie in het gasverbruik worden bepaald.

### *Factor sloop en nieuwbouw*

Om te corrigeren voor sloop en nieuwbouw moet gekeken worden naar veranderingen in het aantal woningen/ gebouwen. Per buurt is bekend wat het aantal woningen en gebouwen is. Ook vanuit de Basis Administratie Gebouwen (BAG) is bekend hoeveel gebouwen en woningen er in een buurt/wijk staan en welk bouwjaar deze woningen hebben.

Als de aantallen voor de twee jaren gelijk zijn is verdere correctie niet nodig. Als de aantallen verschillen zijn er meerdere aanpakken denkbaar om gecorrigeerde verbruiken voor twee opeenvolgende jaren te bepalen:

- De beste aanpak zou zijn als per buurt een filtering gemaakt kan worden, zodat alleen die woningen worden meegenomen die in beide jaren aanwezig waren. Van deze woningen zou het gasverbruik in beide jaren bepaald moeten worden. Op die manier wordt zowel voor nieuwbouw als sloop gecorrigeerd.
- Een andere oplossing is de woningen die het laatste jaar zijn toegevoegd wegfilteren. Alleen het effect van nieuwbouw wordt dan meegenomen, van sloop niet. Dit kan worden opgelost door het gemiddelde gasverbruik van niet-nieuwbouwwoningen in jaar x en y te bepalen en beiden te vermenigvuldigen met het aantal woningen dat in jaar y nog staat.
- Als filteren niet mogelijk is kunnen buurten waar een sterke toename van het aantal woningen is, weggelaten worden uit de analyses. Dit zijn waarschijnlijk nieuwbouwwijken.

### *Factor Warme/koude winter*

Omdat gewerkt wordt met klimaat gecorrigeerde data zou deze factor niet van invloed moeten zijn op de gemeten gasmutatie. In de praktijk zal de klimaatcorrectie niet 100% volledig zijn. Dit zal leiden tot enige verstoring van de gasmutatiecijfers. Een belangrijk aspect is dat klimaatcorrectie vaak plaatsvindt op basis van graaddagen in de Bilt. Omdat er relatief grote verschillen in graaddagen zijn tussen het oosten en het westen van het land, wordt hiermee een fout geïntroduceerd. In de toekomst kan mogelijk een meer regionale klimaatcorrectie worden toegepast. Hoe groot de omvang van deze verstoring is kan nu niet bepaald worden, en er kan dus ook niet voor worden gecorrigeerd.

### *Factor gedragsverandering*

Er zijn twee soorten gedragsverandering die van invloed zijn op het gasgebruik. De eerste is het gevolg van verandering in comfort behoefte. Het gaat dan bijvoorbeeld om minder of vaker douchen en een hogere of lagere binnentemperatuur. De tweede vorm van gedragsverandering komt voort uit de behoefte tot energiebesparing. In feite zijn het dezelfde gedragingen (minder lang douchen, lagere thermostaatinstellingen) maar nu gedreven door de toe- of afnemende behoefte om energie te besparen. Dit kan ook het gevolg zijn van beleid gericht op gedragsverandering.

De klimaatmonitor bevat geen informatie over het gedrag van huishoudens en een correctie voor deze factor is daarom niet te maken. Mogelijk dat door koppeling van gezinskenmerken, zoals leeftijd, samenstelling en werk er een schatting gemaakt kan worden van verschillen in gedrag (zie deze studie voor de relatie tussen energiegebruik en gezinskenmerken: <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--13-037>).

Overigens zijn jaar op jaar verschillen in gedrag zo klein dat deze factor verwaarloosd kan worden. Alleen als een gemeente specifiek beleid voert op gedragsverandering moet rekening gehouden worden met deze factor.

#### *Factor Leegstand*

Leegstaande woningen en gebouwen gebruiken uiteraard minder aardgas en het aandeel leegstaande gebouwen beïnvloedt dus de mutatie van het gasverbruik. Vooral in de dienstensector is de leegstand toegenomen.

De klimaatmonitor bevat geen informatie over leegstand. Wanneer deze gegevens wel beschikbaar zouden zijn, konden leegstaande gebouwen uit de sample worden gefilterd volgens de methode zoals beschreven bij 'factor sloop en nieuwbouw'. Een andere mogelijkheid is om een correctie factor voor leegstaande gebouwen te hanteren. Een leegstaand gebouw gebruikt gemiddeld 93% minder gas dan een gebouw dat in gebruik is.

Na het uitvoeren van de correcties kan geschat worden hoeveel gasreductie is opgetreden als gevolg van fysieke energiebesparende maatregelen.

Hieraan kunnen in stap 2 investeringsbedragen worden gekoppeld, die op hun beurt weer vertaald kunnen worden in werkgelegenheidscijfers.

#### **Samenvattend**

De gasmutatie per buurt kan bepaald worden met de volgende formules.

$$\frac{GasTot_x}{Won_x} = GasGem_x$$

$$\frac{GasTot_y - GasNieuw}{Won_y - Nieuw} = GasGem_y$$

$$GasGem_x - GasGem_y = \Delta gasGem$$

$$\Delta gasGem * (Won_y - Nieuw) = GasBesp$$

Waarbij:

Won<sub>x</sub> = Woningen in jaar x

Won<sub>y</sub> = Woningen in jaar Y

Nieuw = Nieuwbouwwoningen in periode X-Y

GasTot<sub>x</sub> = Totaal gasverbruik jaar X

GasTot <sub>y</sub>	= Totaal gasverbruik jaar Y
GasNieuw	= Totaal gasverbruik nieuwbouw
GasGem <sub>x/y</sub>	= gemiddeld gasverbruik per woning in jaar X / Y
GasGembest <sub>y</sub>	= gemiddeld gasverbruik per bestaande (niet nieuwbouw) woning in jaar Y
$\Delta$ gasGem	= Mutatie gemiddeld gasverbruik bestaande woningen jaar X naar Y
GasBesp	= Gasbesparing tussen jaar X en Y

Bij stap 1 wordt gesproken over woningen. Voor de dienstensector geldt precies dezelfde aanpak. Hier kan het beste met Vloer oppervlak gewerkt worden (bijvoorbeeld Bruto vloer oppervlak BVO). Als dat niet beschikbaar is in de klimaatmonitor kan met aantallen gebouwen gewerkt worden.

### **Stap 2 het vertalen van gasbesparing naar investeringen**

Nadat in stap 1 de mutatie gasverbruik is bepaald, kan een schatting gemaakt worden van de investeringskosten en de arbeidsuren. Met de volgende formules:

$$GasBesp * InvFactor = TotInv$$

Waarbij:

GasBesp	= Gasbesparing tussen jaar X en Y
InvFactor	= Kengetal voor gemiddelde investering per m3 aardgasbesparing
TotInv	= Totale investering gekoppeld aan aardgasbesparing

In tabel 1 staan kengetallen voor investeringen per bespaarde m3 aardgas voor huishoudens. In tabel 2 staan dezelfde getallen maar dan voor de dienstensector. De kengetallen zijn gebaseerd op de landelijke monitoring van energiebesparing in de gebouwde omgeving die RVO en ECN elk jaar uitvoeren. Elk jaar worden deze cijfers opnieuw bepaald aan de hand van verkoopcijfers van isolatiematerialen en installaties en grootschalige enquêtes onder huishoudens en dienstensector.

### **Onzekerheid en variatie**

Bij de beschreven *methode om te komen tot de gasbesparing* in een bepaalde wijk moet op basis van expert judgement rekening worden gehouden met een onzekerheid in de ordegrrootte van +/- 20%, waarbij aangenomen wordt dat wijken met grote hoeveelheid nieuwbouw succesvol kunnen worden weg gefilterd. De *berekening van de investeringskosten* kent op landelijk niveau een ongeveer gelijke onzekerheid; echter op wijkniveau is hierin een grote variatie mogelijk, die wordt geschat op -50% tot +100%.

**Tabel 1:** Kengetallen investeringskosten per bespaarde m<sup>3</sup> aardgas in huishoudens

		2011	2012	2013	2014
Gasbesparing isolatie	mln. m <sup>3</sup>	142	123	171	cijfers 2014 volgen op later moment
Gasbesparing HR-ketel	mln. m <sup>3</sup>		70	38	
<b>TOTAAL gasbesparing</b>	<b>mln. m<sup>3</sup></b>	<b>142</b>	<b>193</b>	<b>209</b>	
Materiaalkosten isolatie	mln. euro	670	632	575	
Arbeidskosten isolatie	mln. euro	172	151	143	
Materiaalkosten HR-ketel	mln. euro	555	563	558	
Arbeidskosten HR-ketel	mln. euro	310	314	311	
<b>Totaal investeringskosten</b>	<b>mln. euro</b>	<b>1.707</b>	<b>1.660</b>	<b>1.587</b>	
<b>Factor euro/m<sup>3</sup> aardgas besparing</b>	<b>Euro/ m<sup>3</sup></b>	<b>€ 12,00</b>	<b>€ 8,61</b>	<b>€ 7,61</b>	

**Tabel 2:** Kengetallen investeringskosten per bespaarde m<sup>3</sup> aardgas in dienstensector

		2011	2012	2013	2014
Gasbesparing isolatie	mln. m <sup>3</sup>	19	16	26	cijfers 2014 volgen op later moment
Gasbesparing HR-ketel	mln. m <sup>3</sup>	101	54	69	
<b>TOTAAL gasbesparing</b>	<b>mln. m<sup>3</sup></b>	<b>120</b>	<b>70</b>	<b>95</b>	
Arbeidskosten isolatie	mln. euro	298	577	524	
Materiaalkosten isolatie	mln. euro	122	155	137	
Arbeidskosten HR-ketel	mln. euro	-	584	522	
Materiaalkosten HR-ketel	mln. euro	-	283	264	
<b>Totaal investeringskosten</b>	<b>mln. euro</b>	<b>419</b>	<b>1.600</b>	<b>1.448</b>	
<b>Factor euro/m<sup>3</sup> aardgas besparing</b>	<b>Euro/ m<sup>3</sup></b>		<b>€ 22,73</b>	<b>€ 15,26</b>	

**Referenties:**

- [1] RVO, Monitor Energiebesparing Gebouwde Omgeving 2014,  
<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/11/Monitor%20energiebesparing%20gebouwde%20omgeving%202013%20nieuw.pdf>
- [2] RVO, Monitor Energiebesparing Gebouwde Omgeving 2013,  
<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/11/Monitor%20energiebesparing%20gebouwde%20omgeving%202012.pdf>
- [3] RVO, Monitor Energiebesparing Gebouwde Omgeving 2012,  
<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/11/Monitor%20energiebesparing%20gebouwde%20omgeving%202011.pdf>

## Energiebesparing industrie en landbouw

### Methode

In de sectoren industrie en landbouw wordt er van uit gegaan dat de investeringsbedragen reeds bekend zijn, bijvoorbeeld uit de rapportage over EIA toekenningen.

Eventueel kan een grof lokaal beeld worden gecreëerd door het landelijke investeringstotaal om te rekenen tot gemeentelijke bijdragen, via een verdeelsleutel die uitgaat van het aandeel industrie/landbouw in een gemeente ten opzichte van het landelijk totaal, gewogen naar 1) energiegebruik, of 2) omzet, of 3) aantal werknemers.

## Hernieuwbare energie

### Methode:

Investeringsbedragen voor grootschalige hernieuwbare energie kunnen worden uitgerekend door het opgestelde vermogen van een bepaalde technologie te vermenigvuldigen met de genoemde investeringsbedragen per vermogen uit het advies basisbedragen SDE+.

In onderstaande tabel worden voor de beschikbare categorieën in de klimaatmonitor de bedragen genoemd uit het advies SDE+ 2015 [1]:

- De categorie 'verbranding biobrandstoffen warmte' is daarbij een samenvoeging van 4 SDE+ categorieën (Ketel op vaste of vloeibare biomassa (0.5-5MWth en >5MWth), Ketel op vloeibare biomassa en Warmte uit houtpellets, in 1:1:1:1 verhouding). Voor Ketel op vloeibare biomassa wordt daarbij verondersteld dat geen investeringen benodigd zijn, omdat het de ombouw van een gasketel betreft.
- In de categorie 'Verbranding biomassa WKK' en 'Wind op land' zitten in de onderhoudskosten ook de in het advies genoemde variabele onderhoudskosten, onder de aanname van 8000 respectievelijk 3000 vollasturen.
- Voor GFT vergisting is ten behoeve van het advies SDE 2011 voor het laatst een inschatting gemaakt van de investeringskosten. Sindsdien wordt GFT vergisting in de categorie allesvergisting geïnccludeerd. Destijds lagen investeringskosten voor GFT vergisting ongeveer 30% hoger dan voor monovergisting.
- Voor Zon-PV wordt het investeringsbedrag uit het SDE+ advies (€ 1030 / kWp) opgehoogd met 20% omdat een groot deel van het opgesteld vermogen kleine consumentensystemen betreft, die in het algemeen een hoger investeringsbedrag per kWp hebben.

### Kostenontwikkeling hernieuwbare energie

De investeringsbedragen voor hernieuwbare energie worden ieder jaar opnieuw bepaald ten behoeve van de SDE en SDE+. Met name voor zon-PV zijn de kosten in de afgelopen periode sterk gedaald. Het eindadvies basisbedragen tbv SDE 2011 laat zien dat de kosten voor grootschalige zonPV destijds nog op € 2145 per kWp lagen, dus ruim 2 maal zo hoog als in het advies SDE+ 2015. Tabel 4 laat de ontwikkeling van de basisbedragen voor grootschalige zon-PV zien in de jaren 2011-2015. Voor overige categorieën zijn de kostenontwikkelingen in afgelopen jaren veel gematigder. Door wijzigingen in de referentie voor de subsidieregeling kunnen gepubliceerde investeringsbedragen van



jaar op jaar wel verschillen, in de meeste gevallen is dit evenwel beperkt tot minder dan 10%. Omdat ook de categorie-indeling soms wijzigt zijn de kosten niet altijd 1-op-1 vergelijkbaar.

### Onzekerheid en variatie

De variatie in investeringskosten tussen verschillen projecten binnen een categorie is volgens expert judgement ongeveer +/- 10%.

**Tabel 3:** Overzichtstabel investeringsbedragen en onderhoudskosten hernieuwbare energie (exclusief BTW)

Hernieuwbare Energie		Investeringskosten		Onderhoudskosten	
Covergisting	WKK	1150	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	85	[€/kW <sub>th_input</sub> /a]
GFT-vergisting	WKK	1055	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	78	[€/kW <sub>th_input</sub> /a]
RWZI, AWZI	WKK	600	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	57	[€/kW <sub>th_input</sub> /a]
Verbranding biomassa	WKK	1400	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	89	[€/kW <sub>th_input</sub> /a]
VGI-vergisting	WKK	1055	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	78	[€/kW <sub>th_input</sub> /a]
Covergisting	warmte	800	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	60	[€/kW <sub>th_input</sub> /a]
GFT-vergisting	warmte	506	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	39	[€/kW <sub>th_input</sub> /a]
RWZI, AWZI	warmte	n.a.			
Verbranding biobrandstoffen	warmte	313	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	39	[€/kW <sub>th_output</sub> /a]
VGI-vergisting	warmte	506	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	39	[€/kW <sub>th_input</sub> /a]
Covergisting	groen gas	7129	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	550	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]
GFTvergisting	groen gas	6105	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	436	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]
RWZI, AWZI	groen gas	7515	[€/Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	506	[€/Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]
Stortgas	groen gas	n.a.			
VGI-vergisting	groen gas	6105	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	436	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]
Wind op land	elektriciteit	1350	[€/kW]	58	[€/kW/a]
Zon-PV	elektriciteit	1236	[€/kW]	17	[€/kW <sub>e</sub> /a]

**Tabel 4:** Ontwikkeling investeringskosten zon-PV grootschalig volgens opvolgende SDE(+) adviezen.

	2011	2012	2013	2014	2015
Investeringsbedrag grootschalige zon-PV (€ per kWh)	2145	1780	1200	1075	1030

### Referenties

[1] Lensink en van Zuijlen (eds) (2014) Eindadvies basisbedragen SDE+ 2015, ECN-E--14-035

## Duurzame mobiliteit

### Methode:

Investeringsbedragen behorende bij duurzame mobiliteit kunnen worden berekend door het vermenigvuldigen van aantallen voertuigen of laad/tankstations met de bijbehorende investeringskosten. Onderstaande tabel 5 geeft deze investeringskosten weer, inclusief de variatie die tussen individuele gevallen verwacht mag worden.

**Tabel 5:** Overzichtstabel investeringsbedragen en onderhoudskosten duurzame mobiliteit (exclusief BTW)

	Investeringskosten		variatie	Onderhoudskosten	
personenauto's op aardgas (CNG)	28193	€ per auto	-60%/ +110%	1000	€ per auto/jr
elektrische personenauto's (FEV en PHEV)	54061	€ per auto	±65%	1000	€ per auto/jr
personenauto op waterstof	70000	€ per auto	n.b.	1000	€ per auto/jr
lichte bedrijfsauto's op aardgas (CNG) (< 3500 kg)	21000	€ per auto	±50%	1000	€ per auto/jr
zware bedrijfsauto's op aardgas (CNG) (> 3500 kg)	66000	€ per auto	n.b.	1000	€ per auto/jr
lichte elektrische bedrijfsauto's (< 3500 kg)	28000	€ per auto	-25%/ +135%	1000	€ per auto/jr
zware elektrische bedrijfsauto's (> 3500 kg)	n.b.		n.b.		
tankstations bio-ethanol	150000	€ per station	±30%	10000	€ per station/jr
tankstations biodiesel	150000	€ per station	±30%	10000	€ per station/jr
tankstations aardgas/groengas	300000	€ per station	±30%	25000	€ per station/jr
tankstations vloeibaar aardgas (LNG)	600000	€ per station	±30%	50000	€ per station/jr
tankstations waterstof	1100000	€ per station	±30%	75000	€ per station/jr
(semi)publieke laadpalen voor elektrische auto's	5000	€ per paal	±30%	300	€ per paal/jr

### Infrastructuur

#### Oplaainfrastructuur:

Opbouw van oplaadinfrastructuur bevindt zich nog in een beginfase. De kosten van de eerste oplaadpalen waren zeer hoog, maar de kosten zijn snel gedaald en zullen naar verwachting nog verder dalen. Als gevolg daarvan zijn cijfers in een brede bandbreedte te vinden. De cijfers betreffen dus een momentopname. De inschatting (tabel 6) geldt voor vandaag de dag (kosten voor 2015) [1], [2], [3], [4]:

**Tabel 6:** Ordegrootte voor investering- en onderhoudskosten voor diverse type oplaadinfrastructuur

	Thuislaadpunt	Publiek laadpunt *	Snellaadpunt
Totale investering	€ 1.250	€ 2.500	€ 25.000
wv. apparatuur	€ 750	€ 1.750	€ 15.000
wv. aanleg en aansluiting	€ 500	€ 750	€ 10.000
Onderhoudskosten	€ 30/jaar	€ 150/jaar	€ 1000/jaar

\* Publieke laadpalen bevatten over het algemeen 2 laadpunten. Voor de kosten per laadpaal moeten de kosten dus met een factor 2 worden vermenigvuldigd.

#### **Aardgas en GroenGas vulpunt (tankstation):**

De kostenschatting in tabel 7 is gebaseerd op [1],[5] en [6]. Ook voor CNG-stations zijn diverse kostenschattingen beschikbaar. Het is niet altijd duidelijk wat allemaal wel en niet is inbegrepen in de schattingen. Er zijn tot nu toe ca. 150 station geïnstalleerd. Dit zijn zeer kleine stations met een capaciteit van ca. 80 Nm<sup>3</sup>/dag. Er vindt nu opschaling plaats. De nieuwere stations hebben een capaciteit van ca. 300 Nm<sup>3</sup>/dag. De schatting betreft de huidige kosten voor laatstgenoemde stations.

**Tabel 7:** Ordegrootte investeringskosten voor een CNG- en GroenGas vulpunt/tankstation

	Bij bestaand station	Stand-alone
Totale investering	€ 300.000	€ 500.000
Onderhoudskosten	€ 25.000/jaar	€ 25.000/jaar

#### **LNG vulpunt (tankstation)**

Vergelijking tussen LNG en CNG vulpunten in de VS laat zien dat de investeringskosten voor een LNG vulpunt ongeveer het dubbele bedraagt van een CNG vulpunt [7]. In lijn hiermee wordt verondersteld dat ook de onderhoudskosten dubbel zo hoog liggen.

#### **Biobrandstof vulpunt (tankstation):**

Hoewel GroenGas ook een biobrandstof is, wordt met biobrandstoffen meestal vloeibare brandstoffen bedoeld die een vervanging zijn voor benzine en diesel. Grote kostenpost bij vulpunten voor gasvormige brandstoffen zijn de compressoren om gas op druk te brengen (Voor CNG/GroenGas 250 bar). Dit is niet nodig bij vulpunten voor vloeibare brandstoffen. Daar volstaan eenvoudige vloeistofpompen. Voor een inschatting van de investeringskosten voor vulpunten voor vloeibare biobrandstoffen wordt gerekend met 50% van de kosten voor een CNG/GroenGas vulpunt (zie tabel 8).

**Tabel 8:** Ordegrootte investeringskosten voor een biobrandstof vulpunt/tankstation

	Bij met bestaand station	Stand-alone
Totale investering	€ 150.000	€ 350.000
Onderhoudskosten	€ 10.000/jaar	€ 10.000/jaar

### Vulpunt waterstof

Op dit moment zijn 2 werkende waterstofvulpunten in Nederland bekend. Uit het factsheet waterstof dat is opgesteld t.b.v de brandstofvisie [8] blijkt dat de investeringskosten voor een waterstoftankstation op ongeveer € 1.1 mln liggen. De O&M kosten worden geschat op ongeveer € 75.000.

### Variatie in kosten

Aanleg van infrastructuur kan van geval tot geval aanzienlijk verschillen. Voor alle infrastructuur wordt op basis van expert judgement een variatie van +/- 30% in de kosten aangehouden.

### Voertuigen

#### Aanschafprijs elektrische auto's en auto's op aardgas:

Auto's zijn er in alle soorten en maten. Er is dus lastig 1 cijfer voor de aanschafprijs van een auto te geven. De over segmenten gewogen gemiddelde prijs van verkochte auto's wordt jaarlijks gerapporteerd door BOVAG/RAI [9]. Binnen de brandstoftypen is er een grote variatie van de prijzen per segment. In Tabel 9 zijn de gemiddelde prijzen en de variatie tussen segmenten in 2014 weergegeven. De prijs van gewone hybrides (dus niet plug-in hybrides) is vergelijkbaar met diesel.

#### Personenauto op waterstof

Personenauto's op waterstof zijn slechts 2 uitvoeringen bekend; een luxe sedan en een SUV. De prijs van deze auto's ligt rond de 70.000 euro [10].

**Tabel 9:** Onderlinge vergelijking van gemiddelde aanschafprijzen voor auto's voor diverse brandstoffen (exclusief BTW)

	Benzine	Diesel	Elektrisch	CNG
Gemiddelde prijs verkochte auto's	€ 19.150	€ 33.359	€ 54.061	€ 28.193
Variatie tussen segmenten	€ 10-200k	€ 17-110k	€ 19-90k	€ 12-60k

### Aanschafprijzen elektrische bedrijfsauto's en bedrijfsauto's op aardgas:

Van elektrische bestelauto's zijn er drie bekend waarvan 2 regulier verkrijgbaar: de Nissan e- NV200 en de Renault Kangoo Express ZE. De Mercedes Vito E-Cell is in een aantal projecten in Nederland ingezet. De prijsstelling van alle drie is zeer verschillend en varieert van € 21.000-67.000 excl BTW. Als kental tbv de klimaatmonitor wordt gekozen voor € 28.000 een waarde in de onderste helft van deze range, onder aanname dat de goedkopere versies vaker verkocht worden. De Nissan is te kopen met batterijen, maar de batterijen kunnen ook worden gehuurd. Bij de Renault Kangoo kunnen de batterijen alleen worden gehuurd. De Vito is tot nu toe alleen via projecten in te zetten en kent feitelijk geen prijs hoewel de RDW-registratie wel een catalogusprijs-indicatie levert. Tabel 10 geeft een overzicht van de prijzen van deze elektrisch aangedreven bestelauto's met hun conventionele tegenhangers. Grotere elektrische bedrijfsauto's (>3500kg) worden vooralsnog alleen in demonstratie uitvoeringen geproduceerd, waardoor bruikbare prijsopgaven niet beschikbaar zijn.

Voor CNG bestelauto's is er een duidelijk verschil tussen lichte bedrijfsauto's op personenautoformaat (rond 1200-1500 kg) en grotere formaten rond 2500kg. Lichte bestelauto's kosten volgens [10] typisch rond €13.000 (prijs excl BTW, range €10.000-€16.000). De grotere bestelauto's rond 2500 kg kosten typisch €28.000 (prijs excl BTW, range €26.000-€32.000). Voor het kental bestelauto <3500kg wordt het gemiddelde genomen van deze ranges, wat neerkomt op 21.000 euro exclusief BTW.

Voor grotere vrachtauto's >3500kg is slechts 1 type auto op CNG bekend, die rond € 66.000 exclusief BTW kost [11].

### Onderhoudskosten auto's

Er bestaat nog onduidelijkheid over de vraag of onderhoudskosten van elektrische auto's wezenlijk verschilt van die van conventionele auto's. Nibud [12] geeft een schatting van ongeveer 100 euro inclusief BTW per maand voor een kleine middenklasser, wat zich vertaald naar ongeveer 1000 euro per jaar (exclusief BTW). Dit bedrag lijkt een goede eerste orde schatting voor alle beschreven typen voertuigen.

**Tabel 10:** Onderlinge vergelijking van gemiddelde aanschafprijzen voor conventionele en elektrische bestelauto's (exclusief BTW)

Merk en type	Conventioneel	Elektrisch (incl. batterij)	Elektrisch (batterij huur)
Nissan NV200	€ 11.777	€ 21.488	€ 17.355 + vanaf € 60 p.mnd afhankelijk van kilometrage en huur periode
Renault Kangoo	€ 20.661		€ 20.661 + zelfde "vanaf" als Nissan met bijv. € 74 p.mnd voor 20.000 km/jr en huur voor 36 maanden of meer
Mercedes Vito	€ 41.322	€ 66.942 (2011 zeer indicatief; inzet kan alleen via lease. MB geeft geen prijs af.)	

## Referenties

- [1] Weeda, M. (2013) Concept EU Richtlijn Uitrol van Infrastructuur voor Alternatieve Brandstoffen: Impact Assessment voor NL, ECN-E-13—041
- [2] Green eMotion Deliverable 9.4: Envisaged EU mobility models, role of involved entities, and Cost Benefit Analysis in the context of the European Clearing House mechanism
- [3] [http://www.bmbf.de/pubRD/NPE\\_Fortschrittsbericht\\_2014\\_barrierefrei.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/NPE_Fortschrittsbericht_2014_barrierefrei.pdf); p.51
- [4] Uit plan van aanpak voor elektrisch rijden van Platform Elektrische Mobiliteit (thans Platform Toekomstbestendige Mobiliteit): voor 2020 zijn 72.000 publieke laadpunten nodig. Eind 2014 ca. 12.000 al geïnstalleerd. Geschatte investering voor resterende 60.000 punten is ca. € 100 miljoen.
- [5] Gesprek CNG-net d.d. 2/6/2015: Investerings voor de huidige 300 Nm<sup>3</sup>/d stations bedraagt k€ 300 – 350 (apparatuur/systeem) en k€ 500 – 600 inclusief plaatsing (incl. aansluiting op infra, civiele werken etc.)
- [6] Telefonisch navraag bij Orange-Gas d.d. 17/6/2015: Kosteninfo is aangeleverd bij de gastafel van de I&M Brandstofvisie. Gemiddeld kost uitbreiden van een bestaand tankstation met CNG k€ 250-300. Een geheel nieuw station, dus niet geplaatst bij een bestaand vergt orde k€ 500. De technische capaciteit van stations 300 Nm<sup>3</sup>/dag, en stations zijn makkelijk uitbreidbaar tot >1.500 Nm<sup>3</sup>/dag (600.000 Nm<sup>3</sup>/jaar)
- [7] [http://www.afdc.energy.gov/fuels/natural\\_gas\\_infrastructure.html](http://www.afdc.energy.gov/fuels/natural_gas_infrastructure.html)
- [8] Cuelenaere, R., A. Schroten, O. Usmani e.a. (2015): Factsheets effectinschatting sectorale plannen in de actie-agenda duurzame brandstoffen. TNO/CE Delft/ECN
- [9] <http://www.bovagrai.info/auto/2014/images/ALG/MIC%20Auto%202014%20voor%20Web.pdf>; p.19
- [10] <http://blog.toyota.nl/updates/toyota-mirai-waarom-duurde-het-zo-lang/>
- [11] <http://www.autoweek.nl/bestelautos>
- [12] <http://www.orangegas.nl/aardgasautos/groengas-autos/autos/vrachtwagens/>
- [13] <http://www.nibud.nl/consumenten/wat-kost-een-auto/>

## **Van bestedingen naar werkgelegenheid**

### **Methode**

In voorgaande hoofdstukken is beschreven hoe investeringsbedragen en onderhoudsbedragen voor verschillende typen investeringen kunnen worden bepaald. Om te bepalen welk werkgelegenheidseffect deze investeringen hebben, wordt in dit hoofdstuk voor verschillende investeringstypen een kental gegeven dat een benadering geeft van hoeveel werkgelegenheid (fte) er ruwweg samenhangt met een besteding van 1 miljoen euro in het betreffende investeringstype, of aan onderhoud. Vermenigvuldigen van de investeringsbedragen respectievelijk onderhoudsbedragen met dit kental levert een benadering van de werkgelegenheidseffecten van de investeringen.

Voor het bepalen van de betreffende kentallen wordt aangesloten op de methode die in de Nationale energieverkenning wordt gehanteerd. Hierbij worden investeringen uitgesplitst naar bepaalde typen investeringen, bijvoorbeeld investeringen in energiebesparing in de schil van huurwoningen, investeringen in PV in de dienstensector, of investeringen in kleinschalige elektriciteitsnetten. Voor ieder van deze investeringstypen wordt daarin bepaald hoeveel werkgelegenheid daarmee in Nederland samenhangt. De methode hiervoor zal in de achtergronddocumentatie bij de Nationale energieverkenning nader worden toegelicht. Deze notitie geeft voor iedere in hoofdstuk 2-5 beschreven investering een kental voor werkgelegenheid dat overgenomen is uit deze methode, of eruit afgeleid wordt door samenvoeging van verschillende investeringstypen.

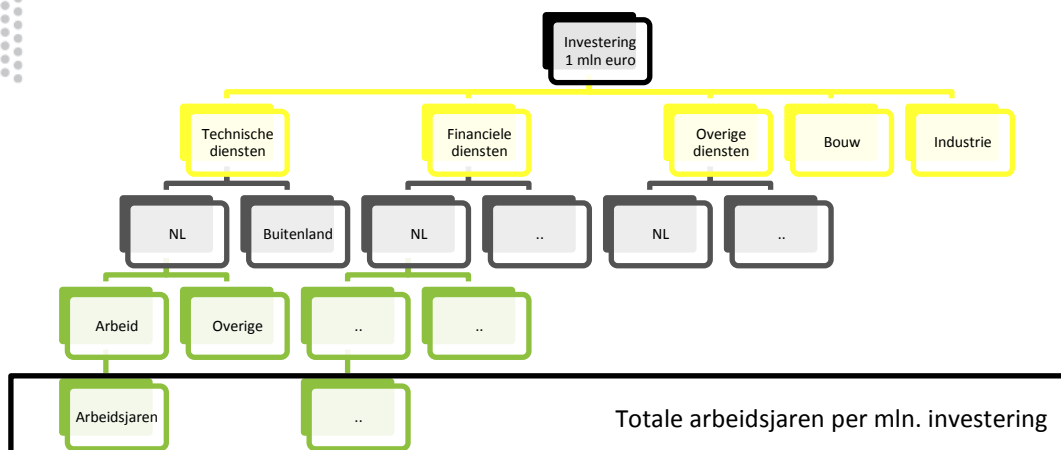
De gebruikte methode ter benadering van de kentallen per investeringstype maakt gebruik van een aantal stappen:

- Eerst wordt de investering uitgesplitst naar bestedingen in sectoren en beroepsgroepen op basis van een input/output tabel, aangevuld met expert judgement en literatuur. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt in een aantal verschillende diensten, de bouwsector, en verschillende industrieën.
- Voor ieder van deze sectoren/beroepsgroepen wordt ingeschat welk gedeelte van de bestedingen binnenlands wordt besteed, en vervolgens welk gedeelte van de binnenlandse bestedingen wordt besteed aan lonen.
- Vervolgens wordt dit loonbedrag met een loonkostenindicatie per sector omgerekend naar aantal arbeidsjaren in de betreffende sector/beroepsgroep in Nederland. Optellen van de berekende arbeidsjaren in de verschillende sectoren geeft tenslotte het totaal aantal arbeidsjaren dat samenhangt met een investering van 1 miljoen euro in het betreffende investeringstype.

De werkgelegenheid m.b.t. O&M wordt volgens dezelfde stappen doorlopen. Daarbij is de inschatting aangepast aan een (in het algemeen) lager aandeel materiaalgebruik en ontwerp bij O&M kosten.

### **Onzekerheid en variatie**

De methode om van investeringsbedragen naar werkgelegenheid te komen heeft volgens expert judgement een onzekerheid van ongeveer -15% tot +10%. Van geval tot geval kan daar bovenop bovendien aanzienlijke variatie bestaan, mede door regionale verschillen in beloning en specifieke projectdetails.



**Tabel 11:** Kentallen werkgelegenheid door investeringen en O&M

Investering	fte/mln euro
Woningen & diensten INVESTERINGEN	10.9
Woningen & diensten O&M	12.7
Landbouw energiebesparing INVESTERINGEN	10.7
Landbouw energiebesparing O&M	13.1
Industrie installaties besparing INVESTERINGEN	10.7
Industrie installaties besparing O&M	13.1
Zon-PV INVESTERINGEN	8.3
Zon-PV O&M	12.6
Wind INVESTERINGEN	5.4
Wind O&M	10.2
Vergisting en Groen gas INVESTERINGEN	15.0
Vergisting en Groen gas O&M	15.3
Biomassa verbranding en WKK INVESTERINGEN	8.8
Biomassa verbranding en WKK O&M	12.0
Efficiëntere transportmiddelen INVESTERINGEN	2.8
Efficiëntere transportmiddelen O&M	14.5