

Bijlage C - Rekenmethodiek

Rekenmethodiek voor de weg naar een klimaatneutraal Pijnacker-Nootdorp

Bijlage C
Delft, augustus 2013

Opgesteld door:
C. (Cor) Leguijt
B.L. (Benno) Schepers



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

C. (Cor) Leguijt, B.L. (Benno) Schepers

Bijlage C - Rekenmethodiek

Rekenmethodiek voor de weg naar een klimaatneutraal Pijnacker-Nootdorp

Delft, CE Delft, augustus 2013

Publicatienummer: 13.3A51.51.Bijlage C

Opdrachtgever: Gemeente Pijnacker-Nootdorp.

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

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Cor Leguijt.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.



Inhoud

A.1	Inleiding	5
A.2	Uitgangssituatie (huidig verbruik en emissies)	6
A.3	Business as usual (toekomstig verbruik en emissies)	19
A.4	Routekaart Haaglanden (reductiemaatregelen)	31
A.5	Klimaatneutraal Haaglanden	50
A.6	Beleidspakketten backcasting	52
A.7	Gebruikte kentallen	53





A.1 Inleiding

Deze bijlage behoort bij het hoofdrapport van Backcasting Pijnacker-Nootdorp en is niet als zelfstandig document te lezen.

Deze bijlage is integraal overgenomen uit de Backcastingstudie Klimaatneutraal Haaglanden, omdat de gebruikte rekenmethodiek en cijfermatige onderbouwingen hier staan uitgewerkt. De absolute cijfers in deze bijlage zijn voor het Stadsgebied als geheel.

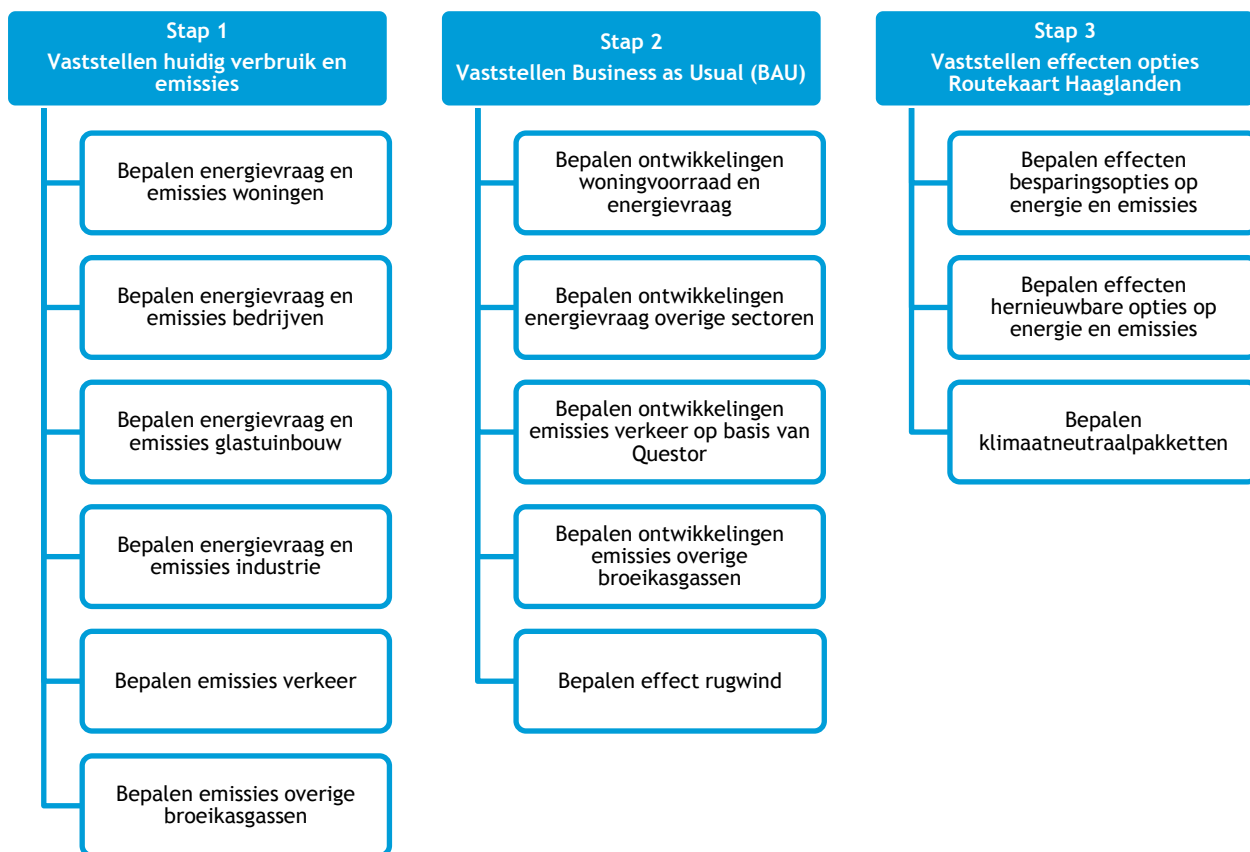
Aan de basis van de backcastingstudie ligt de getalsmatige onderbouwing van de mogelijkheden voor de regio Haaglanden om in 2050 klimaatneutraal te zijn. In deze bijlage wordt de gehanteerde methodiek voor deze onderbouwing toegelicht.

Om het pad tussen het einddoel en het heden vast te stellen wordt eerst het vertrekpunt bepaald. Voor de verschillende sectoren wordt gekeken wat het uitgangspunt in 2010 is. Vanuit dit uitgangspunt wordt vervolgens het business as usual (BAU) scenario uitgewerkt. Dit is de ontwikkeling van de energievraag en CO₂-uitstoot als er verder geen acties worden ondernomen voor energiebesparing en hernieuwbare energie. Hierbij wordt aangesloten bij het BAU-scenario dat ook in de backcastingstudie voor de gemeente Den Haag is gebruikt, welke op zijn beurt weer gebaseerd is op het Revolution Scenario van Greenpeace (2006). Het BAU-scenario is de referentie waartegen de besparings- en hernieuwbare maatregelen uit de Routekaart Haaglanden (Haaglanden, 2011) worden geplaatst. Deze maatregelen worden op basis van de gegevens uit deze Routekaart gekwantificeerd. Tot slot wordt het uiteindelijke effect van de maatregelen inzichtelijk gemaakt op de verwachte CO₂-emissies en energiegebruik in de komende decennia, naar een klimaatneutraal Haaglanden. Een overzicht van de gebruikte kentallen is terug te vinden in de laatste paragraaf.

Bij de berekeningen wordt, evenals in de Routekaart Haaglanden, gebruik gemaakt van de *gebruikersbenadering*. Concreet betekent dit dat hierbij wordt gekeken naar de energievraag die is toe te rekenen aan de gebruikers binnen het gebied van Haaglanden. Belangrijk hierbij is onder andere de emissies van de elektriciteit die *binnen* Haaglanden wordt gebruikt, maar *buiten* de regio wordt opgewekt (en waarvan de emissie dus geografisch buiten de regio plaatsvindt), wordt meegeteld in emissies van Haaglanden. Dit in tegenstelling tot de *bronbenadering*, waarbij enkel wordt gekeken naar de feitelijke emissies binnen de regio (Haaglanden, 2011).

Op verschillende punten heeft een aantal gemeentes een andere aanpak of uitgangspunt. Dit wordt op de betreffende punten aangegeven.

Figuur 1 Schematische weergave rekenmethodiek



A.2 Uitgangssituatie (huidig verbruik en emissies)

De uitgangssituatie voor alle sectoren is het energiegebruik en de CO₂-emissie in 2010. De volgende sectoren worden hierbij onderscheiden:

- wonen (huishoudens);
- werken - commercieel (bedrijven);
- werken - niet-commercieel (overheid, scholen, et cetera);
- werken - glastuinbouw;
- werken - overig (industrie, overige agrarisch, overig);
- verkeer.

Op basis van beschikbare gegevens over jaar 2010 van onder andere het CBS, Klimaatmonitor, Emissieregistratie en Energie in Beeld is voor deze sectoren vastgesteld wat de finale vraag naar elektriciteit en aardgas was en welke emissies hierbij plaats hebben gevonden. Voor de verkeersgegevens is gebruik gemaakt van het Questor-model van Stadsgebied Haaglanden. In de komende alinea's wordt dit per sector toegelicht.

A.2.1 Wonen

In de sector Wonen (huishoudens) wordt onderscheid gemaakt in de gebouwgebonden en gebruiksgebonden energievraag. De gebouwgebonden vraag heeft hoofdzakelijk betrekking op de warmtevraag van een woning (ruimteverwarming en warm tapwater) en de hulpenergie die nodig is voor het binnenklimaat, zoals het elektriciteitsverbruik van de CV-ketel en

ventilatoren. De gebruiksgebonden vraag is afhankelijk van het aantal gebruikers in een huishouden en is hoofdzakelijk elektriciteit voor apparatuur. Onderscheid hierin maken is nodig omdat op beide typen vraag er verschillende historische trends zijn waar te nemen en ook in de toekomst grote veranderingen plaats gaan vinden. Door bijvoorbeeld isolatie neemt de vraag naar aardgas voor ruimteverwarming sterk af, maar stijgt de vraag naar hulpenergie door meer ventilatiesystemen. Daarnaast stijgt de vraag naar elektriciteit voor apparatuur de laatste jaren zeer gestaag. Ook vanwege het *elektrificeren* van de warmtevoorziening (door bijvoorbeeld warmtepompen), is het noodzakelijk om een goed beeld te hebben van de verschillende typen vraag, om zodoende toekomstige trends beter inzichtelijk te maken.

Gebouwgebonden energievraag

De gebouwgebonden energievraag bestaat uit het aardgasverbruik van de woning voor de warmteproductie¹ en het elektriciteitsgebruik voor hulpenergie. Voor het bepalen van deze vraag is gebruik gemaakt van de gegevens in Tabel 1.

Tabel 1 Gebruikte gegevens voor gebouwgebonden energievraag (2010)

2010 (verbruik per jaar)	Woningen	Aardgas totaal	Stads- verwarming	Aardgas gebruik	Hulpenergie
		/woning	totaal	/woning	/woning
	(n)	(m ³)	(%)	(m ³ _{eq})	(kWh)
Delft	44.457	780 ¹	1%	786	344
Den Haag	237.505	1.217 ²	0% ⁵	1.217	344
Leidschendam-Voorburg	35.537	1.015 ³	0%	1.015	344
Midden-Delfland	7.014	1.800	0%	1.800	344
Pijnacker-Nootdorp	18.463	1.550	10%	1.722	344
Rijswijk	24.339	1.750	0%	1.750	344
Wassenaar	12.057	2.650	0%	2.650	344
Westland	39.943	1.850	0%	1.850	344
Zoetermeer	52.681	1.500	5%	1.579	344
Bronnen					
	CBS	CBS	CBS		Agentschap NL ⁴

¹⁾ Waarde overgenomen uit Energie in Beeld: totaal aardgasverbruik particulier gedeeld door aantal woningen in Delft van CBS.

²⁾ Waarde overgenomen uit Backcasting Den Haag (CE Delft, 2013).

³⁾ Waarde overgenomen uit Energie in Beeld: totaal aardgasverbruik particulier gedeeld door aantal woningen in Leidschendam-Voorburg van CBS.

⁴⁾ Gewogen gemiddelde van de Voorbeeldwoningen van Agentschap NL (2010).

⁵⁾ Gemeente Den Haag heeft ook stadsverwarming, maar dat is reeds verrekend in het aardgasverbruik.

Door de energievraag per woning te vermenigvuldigen met het aantal woningen per gemeente, wordt de totale energievraag en emissies voor gebouwgebonden functies bepaald (zie Tabel 2).

¹ Voor het gebruik van externe warmtelevering wordt gecorrigeerd en wordt deze vraag omgerekend naar aardgasequivalenten.



Tabel 2 Totale energievraag en emissies voor gebouwgebonden functies van woningen per gemeente

2010	Aardgas	Hulpenergie	Finale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
	(mln m ³ _{eq})	(GWh)	(TJ)	(TJ)	(kton)
Delft	35	15	1.161	1.243	69
Den Haag	289	82	9.441	9.882	554
Leidschendam-Voorburg	36	12	1.186	1.252	70
Midden-Delfland	13	2	408	421	24
Pijnacker-Nootdorp	32	6	1.029	1.064	60
Rijswijk	43	8	1.378	1.423	80
Wassenaar	32	4	1.026	1.049	59
Westland	74	14	2.388	2.462	139
Zoetermeer	83	18	2.698	2.796	157
Haaglanden	636	162	20.715	21.592	1.212

Gebruiksgebonden energievraag

De energievraag voor de gebruiksfuncties wordt op eenzelfde wijze bepaald als voor de gebouwfuncties. In Tabel 3 staan de gegevens die hiervoor gehanteerd zijn. Van het totale elektriciteitsgebruik van de woning, wordt het aandeel van hulpenergie (gebouwgebonden) afgetrokken, om zo het gebruiksgebonden energiegebruik te bepalen.

Tabel 3 Gebruikte gegevens voor gebruiksgebonden energievraag (2010)

2010	Woningen	Totaal	Hulpenergie	Gebruik
		/woning	/woning	/woning
	(n)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Delft	44.457	2.077 ¹	-344	1.733
Den Haag	237.505	3.486 ²	-344	3.142
Leidschendam-Voorburg	35.537	2.244 ²	-344	1.900
Midden-Delfland	7.014	3.550	-344	3.206
Pijnacker-Nootdorp	18.463	3.700	-344	3.356
Rijswijk	24.339	2.750	-344	2.406
Wassenaar	12.057	3.550	-344	3.206
Westland	39.943	3.600	-344	3.256
Zoetermeer	52.681	3.400	-344	3.056
Bronnen				
	CBS	CBS	Agentschap NL ⁴	

¹⁾ Waarde overgenomen uit Energie in Beeld: totaal elektriciteitsgebruik particulier gedeeld door aantal woningen in Delft van CBS.

²⁾ Waarde overgenomen uit Backcasting Den Haag (CE Delft, 2013).

³⁾ Waarde overgenomen uit Energie in Beeld: totaal elektriciteitsgebruik particulier gedeeld door aantal woningen in Leidschendam-Voorburg van CBS.

⁴⁾ Gewogen gemiddelde van de Voorbeeldwoningen van Agentschap NL (2010).

De totale gebruiksgebonden energievraag voor de regio wordt gegeven in Tabel 4.



Tabel 4 Totale energievraag en emissies voor gebruiksgebonden functies van woningen per gemeente

2010	Elektriciteit	Finale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
	(GWh)	(TJ)	(TJ)	(kton)
Delft	77	277	693	34
Den Haag	746	2.687	6.717	334
Leidschendam-Voorburg	68	243	608	30
Midden-Delfland	22	81	202	10
Pijnacker-Nootdorp	62	223	558	28
Rijswijk	59	211	527	26
Wassenaar	39	139	348	17
Westland	130	468	1.170	58
Zoetermeer	161	580	1.449	72
Haaglanden	1.364	4.909	12.272	610

A.2.2 Werken - bedrijven

De sector Werken is opgedeeld in commerciële en niet-commerciële bedrijven. Onder de laatste vallen overheden, scholen, gezondheidszorg, cultuur, sport en religieuze instellingen. Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt in de aardgas- en elektriciteitsvraag. De primaire bron voor het energieverbruik van deze sector is de Klimaatmonitor. Daar waar deze geen bruikbare gegevens bevatte is gebruik gemaakt van gemiddelden van het CBS, vermenigvuldigd met het aantal bedrijven in de gemeente.

Commerciële dienstverlening

In de onderstaande tabellen staan achtereenvolgens de gegevens voor het elektriciteits- en aardgasverbruik en de gebruikte bronnen.

Tabel 5 Totale elektriciteitsvraag en emissies voor commerciële dienstverlening

2010	Bedrijven	Gebruik /bedrijf	Elektriciteit	Finale energie	Primaire energie	CO ₂ -emissie
	(n)	(kWh)	(GWh)	(TJ)	(TJ)	(kton)
Delft			244 ²	878	2.195	109
Den Haag			760	2.734	6.836	340
Leidschendam-Voorburg			101 ²	364	911	45
Midden-Delfland ¹	483	38.165	18 ¹	66	166	8
Pijnacker-Nootdorp			72	258	646	32
Rijswijk			116	418	1.044	52
Wassenaar			34	123	307	15
Westland ¹	3.720	38.165	142 ¹	511	1.278	63
Zoetermeer			163	585	1.463	73
Haaglanden			1.649	5.938	14.845	737
Bronnen						
	CBS	CBS	Klimaatmonitor			

¹⁾ Geen gegevens in Klimaatmonitor beschikbaar, berekend met gemiddelde waarde CBS maal aantal bedrijven.

²⁾ Waarde overgenomen uit Energie in Beeld: totaal elektriciteitsgebruik zakelijk verdeeld naar rato van verdeling commercieel/niet-commercieel in Klimaatmonitor.



Tabel 6 Totale aardgasvraag en emissies voor commerciële dienstverlening

2010	Bedrijven	Gebruik /bedrijf	Aardgas	Finale energie	Primaire energie	CO ₂ - emissie
	(n)	(m ³)	(mln m ³)	(TJ)	(TJ)	(kton)
Delft			46 ²	1.459	1.459	83
Den Haag			98	3.104	3.104	176
Leidschendam-Voorburg			27 ²	870	870	49
Midden-Delfland ¹	483	4.653	2 ¹	71	71	4
Pijnacker-Nootdorp			29	917	917	52
Rijswijk			22	683	683	39
Wassenaar			11	333	333	19
Westland ¹	3.720	4.653	17 ¹	548	548	31
Zoetermeer			28	875	875	50
Haaglanden			280	8.860	8.860	501
Bronnen						
	CBS	CBS	Klimaatmonitor			

¹⁾ Geen gegevens in Klimaatmonitor beschikbaar, berekend met gemiddelde waarde CBS maal aantal bedrijven.

²⁾ Waarde overgenomen uit Energie in Beeld: totaal elektriciteitsgebruik zakelijk verdeeld naar rato van verdeling commercieel/niet-commercieel in Klimaatmonitor.

Niet-commerciële dienstverlening

In de onderstaande tabellen staan achtereenvolgens de gegevens voor het elektriciteits- en aardgasverbruik en de gebruikte bronnen.

Tabel 7 Totale elektriciteitsvraag en emissies voor niet-commerciële dienstverlening

2010	Bedrijven	Gebruik /bedrijf	Elektriciteit	Finale energie	Primaire energie	CO ₂ - emissie
	(n)	(kWh)	(GWh)	(TJ)	(TJ)	(kton)
Delft			65 ²	233	583	29
Den Haag			386	1.389	3.474	173
Leidschendam-Voorburg			48 ²	172	429	21
Midden-Delfland ¹	145	49.877	7 ¹	26	65	3
Pijnacker-Nootdorp			14	51	127	6
Rijswijk			49	176	441	22
Wassenaar			25	88	221	11
Westland ¹	744	49.877	37 ¹	134	334	17
Zoetermeer			69	247	618	31
Haaglanden			699	2.517	6.293	313
Bronnen						
	CBS	CBS	Klimaatmonitor			

¹⁾ Geen gegevens in Klimaatmonitor beschikbaar, berekend met gemiddelde waarde CBS maal aantal bedrijven.

²⁾ Waarde overgenomen uit Energie in Beeld: totaal elektriciteitsgebruik zakelijk verdeeld naar rato van verdeling commercieel/niet-commercieel in Klimaatmonitor.



Tabel 8 Totale aardgasvraag en emissies voor commerciële dienstverlening

2010	Bedrijven	Gebruik /bedrijf	Aardgas	Finale energie	Primaire energie	CO ₂ - emissie
	(n)	(m ³)	(mln m ³)	(TJ)	(TJ)	(kton)
Delft			19 ²	612	612	35
Den Haag			79	2.504	2.504	142
Leidschendam-Voorburg			24 ²	757	757	43
Midden-Delfland ¹	145	11.548	2 ¹	53	53	3
Pijnacker-Nootdorp			3	110	110	6
Rijswijk			10	322	322	18
Wassenaar			8	259	259	15
Westland ¹	744	11.548	9 ¹	272	272	15
Zoetermeer			15	471	471	27
Haaglanden			169	5.360	5.360	303
Bronnen						
	CBS	CBS	Klimaatmonitor			

¹⁾ Geen gegevens in Klimaatmonitor beschikbaar, berekend met gemiddelde waarde CBS maal aantal bedrijven.

²⁾ Waarde overgenomen uit Energie in Beeld: totaal elektriciteitsgebruik zakelijk verdeeld naar rato van verdeling commercieel/niet-commercieel in Klimaatmonitor.

A.2.3 Werken - glastuinbouw

Voor het bepalen van het energiegebruik van de sector Glastuinbouw is er een extra complexiteit: door de grootschalige inzet van warmtekrachtkoppelingen (WKK's) wordt is deze sector netto een elektriciteitsproducent, maar consumeert het tegelijkertijd ook elektriciteit van zichzelf en het openbare net en wordt aardgas gebruikt in zowel de WKK's als ketels voor warmte. Omdat in deze studie de gebruikersbenadering wordt gehanteerd voor het bepalen van de energievraag en emissies, is het daarom noodzakelijk dat deze energiestromen individueel inzichtelijk worden gemaakt en worden 'teruggebracht' tot een elektriciteits- en warmtevraag per oppervlak glastuinbouw. Voor het ontrafelen van de energiestromen worden gegevens van het CBS en het LEI (2011, 2012). Deze landelijke cijfers worden vervolgens vertaald naar het areaal in de regio Haaglanden.

Voor het bepalen van de elektriciteitsvraag wordt gekeken naar de totale productie en inkoop van elektriciteit, verminderd met de verkoop.

De warmtevraag komt voort uit de warmte geproduceerd door de WKK's en de ketels, aangevuld met externe warmtelevering.

Elektriciteitsvraag nationaal

In Tabel 9 staan de gebruikte gegevens voor het bepalen van de elektriciteitsvraag.

Tabel 9 Bepaling elektriciteitsvraag Nederlandse glastuinbouw (2010)

Totaal	Hoeveelheid	Eenheid	Bron
Productie (met WKK)	12.233	GWh	CBS
Inkoop	2.175 +	GWh	LEI
Verkoop	8.590 -	GWh	LEI
Consumptie	5.818	GWh	
Naar oppervlak			
Areaal productieglastuinbouw	9.761	ha	LEI
Elektriciteitsvraag per ha	0,60	GWh/ha	



Warmtevraag nationaal

In Tabel 10 staan de gebruikte gegevens voor het bepalen van de warmtevraag. Hierbij is aangenomen dat:

- het totale aardgasverbruik van de sector wordt gebruikt door de WKK's en de ketels;
- de ketels hebben een rendement van 90% (ow);
- de overige fossiele brandstoffen, restwarmte, WK-warmte energiebedrijven en hernieuwbare warmte tellen allen als Overige warmte;
- de warmtevraag is gelijk aan de warmteproductie.

Tabel 10 Bepaling warmtevraag Nederlandse glastuinbouw (2010)

Warmtebron	Input	Output	Eenheid	Bron
	Aardgas	Warmte		
Aardgasverbruik sector	145.242		TJ	LEI
wv Productie WKK	113.341	53.545	TJ	CBS
wv Productie ketel	31.901	28.711	TJ	berekening
Overige warmte		7.083	TJ	LEI
Totale warmtevraag		89.339	TJ	
Naar oppervlak				
Areaal productieglastuinbouw		9.761	ha	LEI
Warmtevraag per ha		9,15	TJ/ha	

Emissies nationaal

Doordat de glastuinbouwsector meer elektriciteit produceert dan verbruikt, verbruikt zij ook meer aardgas dan nodig is voor het primaire proces, de teelt. Omdat in deze studie is gekozen voor de gebruikersbenadering, dient er een onderscheid te worden gemaakt in de emissies die ontstaan uit het gebruik van energie (aardgas en elektriciteit) en de netto verkoop van elektriciteit. Er moet dus een verrekening plaatsvinden voor de elektriciteit die sector wel produceert, maar zelf niet gebruikt. Hiermee wordt uiteindelijk de CO₂-emissie van de teelt berekend.

In het Protocol Energiemonitor Glastuinbouw (LEI, 2012a; p.26) wordt de methodiek voor het bepalen van de CO₂-emissie van de teelt als volgt voorgesteld:

$$\text{CO}_2\text{emissie}_{\text{teelt}} = \text{CO}_2\text{emissie}_{\text{totaal}} - 0,2736 \times \text{kWh}_{\text{verkocht}}$$

Hierbij is de CO₂-emissie_{totaal} de totale emissie van het gebruikte fossiel brandstoffen in de sector. Gegeven een aantal kentallen voor de efficiëntie van de gemiddelde WKK, heeft de geproduceerde elektriciteit in de glastuinbouw een CO₂-kental van 0,2736 kg CO₂/kWh. De totale emissie dient verminderd te worden met de verkochte elektriciteit maal dit kental.

In Tabel 11 staan de uitkomsten hiervan voor de Nederlandse glastuinbouw.



Tabel 11 CO₂-emissie Nederlandse glastuinbouw (2010)

Totaal	Hoeveelheid	Emissie	Eenheid
Aardgasgebruik	4.589		mln m ³
CO ₂ -emissie _{totaal}		8.221	kton
Verkoop elektriciteit	8.590		GWh
CO ₂ -emissie verkoop elektriciteit		2.350	kton
CO ₂ -emissie _{teelt}		5.870	kton
Naar oppervlak			
Areaal productieglastuinbouw		9.761	ha
CO ₂ -emissie _{teelt} per ha		0,60	kton/ha

Opmerking: De totale CO₂-emissie van de sector wordt bepaald door de emissie van alle gebruikte fossiele brandstoffen. Op dit moment hebben de overige fossiele brandstoffen een aandeel van 0,04% in de emissie. Om praktische redenen wordt daarom aangenomen dat de emissie enkel ontstaat door het verbruik van aardgas.

Naast de CO₂-emissie is een andere grote emissiebron van de sector de methaanslip die plaatsvindt in de WKK's. Methaan is net als CO₂ een broeikasgas, maar met een aanzienlijk grotere impact². Conform het Protocol emissies broeikasgassen (Agentschap NL, 2012) is de methaanslip 412 gram per GJ aardgas die de WKK in gaat. In Tabel 10 staat reeds de input in de WKK genoemd en in de onderstaande tabel de hoeveelheid methaanslip in de sector.

Tabel 12 Methaanemissie Nederlandse glastuinbouw (2010)

Totaal	Hoeveelheid	Eenheid
Aardgasverbruik WKK	113.341	TJ
Methaanslip	412	gr/GJ _{aardgas}
Methaanemissie	47	kton
CO ₂ equivalent-emissie	981	kton
Naar oppervlak		
Areaal productieglastuinbouw	9.761	ha
CO ₂ equivalent-emissie per ha	0,10	kton/ha

Energievraag Haaglanden

Uit Tabel 9 en Tabel 10 is dus op te maken dat de gemiddelde energievraag in de Nederlandse glastuinbouwsector is:

- elektriciteit: 0,60 GWh/ha;
- warmte: 9,15 TJ/ha;
- CO₂-emissie_{teelt}: 0,60 kton/ha;
- methaanslip (CO₂equivalent): 0,10 kton/ha.

Voor het bepalen van de specifieke vraag in de regio Haaglanden is gekeken naar het oppervlak aan glastuinbouw in de gemeenten. Het is niet bekend wat het exacte areaal productieglastuinbouw per gemeente is, maar wel wat het oppervlak van het terrein voor glastuinbouw is (inclusief wegen, gebouwen, et cetera). Om toch een indicatie te kunnen geven van het areaal, is daarom gerekend met de landelijke verhouding tussen productieglastuinbouw en terrein voor glastuinbouw. In Tabel 13 staan hiervan de uitkomsten.

² Het *Global Warming Potential* van methaan is op dit moment 21. Dit betekent dat 1 kg methaanemissie dezelfde impact heeft als 21 kg CO₂-emissie (Agentschap NL, 2012).



Tabel 13 Areaal glastuinbouw

Gebied	Oppervlak voor glastuinbouw	Productie- glastuinbouw	Verhouding
	(ha)	(ha)	(-)
Nederland	16.791	9.761	0,6
Delft	2	1	0,6
Den Haag	47	27	0,6
Leidschendam-Voorburg	68	40	0,6
Midden-Delfland	317	184	0,6
Pijnacker-Nootdorp	621	361	0,6
Rijswijk	67	39	0,6
Wassenaar	0	0	
Westland	4.292	2.495	0,6
Zoetermeer	2	1	0,6
Haaglanden	5.416	3.148	0,6

Bron: De oppervlakten voor glastuinbouw per gemeente zijn afkomstig van het CBS. De waarden voor 2010 zijn niet bekend, daarom is aangenomen dat de bekende waarden van 2008 gelijk zijn aan die van 2010.

Met de gemiddelde waarden per hectare productieglastuinbouw, levert dat de volgende waarden voor de energievraag en emissies.

Tabel 14 Energievraag en emissies glastuinbouw Haaglanden (2010)

Gebied	Elektriciteit	Warmte	CO ₂ teelt	Methaanslip	CO ₂ totaal
	(GWh)	(TJ)	(kton)	(kton CO _{2eq})	(kton CO _{2eq})
Delft	1	11	1	0	1
Den Haag	16	250	17	3	20
Leidschendam-Voorburg	24	362	25	4	29
Midden-Delfland	110	1.687	117	19	136
Pijnacker-Nootdorp	215	3.304	229	38	266
Rijswijk	23	356	25	4	29
Wassenaar	0	0	0	0	0
Westland	1.487	22.836	1.580	260	1.840
Zoetermeer	1	11	1	0	1
Haaglanden	1.877	28.817	1.994	328	2.322

A.2.4 Werken - overig

De sector Werken - overig bestaat uit industrie en agrarische activiteiten buiten de glastuinbouw. Deze sector heeft een beperkte omvang in de regio Haaglanden. In de sector wordt onderscheid gemaakt in de emissies van industrie door het gebruik van aardgas en elektriciteit en overige emissies. Daarnaast in de (methaan)emissies die ontstaan bij de veeteelt.

Industrie

De Klimaatmonitor houdt bij wat het elektriciteits- en aardgasverbruik van de sectoren Industrie, Bouw en Overig is. In de onderstaande tabellen worden de waarden hiervan weergegeven.



Tabel 15 Aardgasvraag Werken - overig

Gebied	Industrie (mln m ³)	Bouw (mln m ³)	Overig (mln m ³)	Totaal (mln m ³)	CO ₂ (kton)
Delft	3,5	1,3	2,4	7,2	12,9
Den Haag	4,0	9,9	27,3	41,2	73,7
Leidschendam-Voorburg	0,7	1,3	2,8	4,9	8,7
Midden-Delfland ¹	0,3	0,3	0,9	1,4	2,6
Pijnacker-Nootdorp	0,7	0,8	2,9	4,4	7,8
Rijswijk	1,0	1,5	2,9	5,4	9,7
Wassenaar	0,2	0,4	2,2	2,8	5,0
Westland ¹	1,4	1,8	4,8	8,1	14,5
Zoetermeer	2,5	1,4	3,2	7,1	12,7
Haaglanden	14,3	18,7	49,5	82,4	147,7

Bron: Klimaatmonitor.

¹⁾ Waarde niet bekend in Klimaatmonitor. Berekend op naar rato van gemiddeld verbruik per inwoner van andere gemeenten.

Tabel 16 Elektriciteitsvraag Werken - overig

Gebied	Industrie (GWh)	Bouw (GWh)	Overig (GWh)	Totaal (GWh)	CO ₂ (kton)
Delft	11,0	8,3	15,2	34,5	15,4
Den Haag	35,8	44,7	157,8	238,3	106,5
Leidschendam-Voorburg	3,3	5,4	14,0	22,8	10,2
Midden-Delfland ¹	2,3	1,5	4,8	8,6	3,8
Pijnacker-Nootdorp	5,3	3,6	17,0	25,9	11,6
Rijswijk	5,5	4,0	16,2	25,7	11,5
Wassenaar	1,7	1,6	4,5	7,8	3,5
Westland ¹	12,6	8,5	26,7	47,7	21,3
Zoetermeer	50,8	8,6	16,4	75,8	33,9
Haaglanden	128,1	86,2	272,7	487,0	217,7

Bron: Klimaatmonitor.

¹⁾ Waarde niet bekend in Klimaatmonitor. Berekend naar rato van gemiddeld verbruik per inwoner van andere gemeenten.

Tabel 17 Overige broeikasgassen Werken - overig

Gebied	Afval- verwijdering (kton CO _{2eq})	Bouw (kton CO _{2eq})	Chemische industrie (kton CO _{2eq})	Drinkwater- voorziening (kton CO _{2eq})	Overige industrie (kton CO _{2eq})	RWZI (kton CO _{2eq})	Totaal (kton CO _{2eq})
Delft	0,0	0,0	0,6		1,7	3,2	5,5
Den Haag	0,0	0,0	0,6	1,0	17,1	15,9	34,7
Leidschendam-Voorburg	0,0	0,0		0,5	0,9	2,3	3,8
Midden-Delfland	0,0	0,0			0,2	0,6	0,8
Pijnacker-Nootdorp	0,0	0,0	0,0		0,5	1,6	2,1
Rijswijk	0,0	0,0	1,3		1,4	1,5	4,3
Wassenaar	0,0	0,0	0,0		0,3	0,8	1,1
Westland	0,0	0,0		0,0	22,5	3,2	25,8
Zoetermeer	0,0	0,0	0,6		24,5	4,0	29,0
Haaglanden	0,0	0,1	3,1	1,6	69,2	33,1	107,0

Bron: Klimaatmonitor. Met verrekening emissies RWZI.



Veeteelt

Bij veeteelt ontstaan methaanemissies door oprispingen, winderigheid en mest bij rundvee, varkens en pluimvee. In Nederland wordt deze emissie op nationale gemonitord door de Emissieregistratie en is het aantal dieren van de betreffende groepen regionaal bekend bij het CBS. Door deze gegevens te combineren, wordt inzicht gegeven in de emissie van methaan op gemeentelijk niveau. De emissies uit veeteelt, evenals de methaanslip in de glastuinbouw en de emissies van overige broeikasgassen van de sector Werken, zijn niet opgenomen in de oorspronkelijke Routekaart voor Haaglanden. Met name de emissies als gevolg van methaanslip zijn aanzienlijk en voortschrijdend inzicht heeft er toe geleid dat deze emissies ook meegenomen worden bij de huidige emissies van het stadsgewest.

In Tabel 18 worden de waarden weergegeven.

Tabel 18 Emissies veeteelt (2010)

Gebied	Aantallen			Methaanemissie			Totaal
	Rundvee	Varkens	Pluimvee	Rundvee	Varkens	Pluimvee	
	(n)	(n)	(n)	(kg)	(kg)	(kg)	
Nederland	3.972.020	12.251.632	101.249.811	361.200.000	69.010.000	3.236.000	9.102
Delft	781	1	60	71.021	6	2	1
Den Haag	281	0	40	25.553	0	1	1
Leidschendam-Voorburg	2.554	1.354	95	232.251	7.627	3	5
Midden-Delfland	7.493	60	60	681.384	338	2	14
Pijnacker-Nootdorp	1.669	1.550	38.006	151.772	8.731	1.215	3
Rijswijk	19	1	0	1.728	6	0	0
Wassenaar	1.918	0	120	174.415	0	4	4
Westland	352	2	0	32.010	11	0	1
Zoetermeer	1.471	5	40	133.767	28	1	3
Haaglanden	16.538	2.973	38.421	1.503.901	16.746	1.228	32

Bron: CBS (aantallen), Emissieregistratie (nationale emissie).

A.2.5 Verkeer

De huidige CO₂-emissies van verkeer in Haaglanden komen uit het Questor-model van Haaglanden. In Tabel 19 staan hiervan de uitkomsten. Onder 'snelweg' zijn de outputregels van het Questor-model voor autosnelwegen met snelheid van 120 km/u of hoger en de op- en afritten snelwegen opgeteld. Onder 'niet-snelweg' staan alle andere outputregels van het model opgeteld. Onderliggende kilometrages en brandstofverbruiken zijn niet voorhanden. Voor toekomstige jaren kan, als ruwe schatting, dezelfde verhouding van emissies over snelweg en niet-snelweg worden aangehouden. Deze verhouding verschilt per gemeente zoals in de tabel te zien is.



Tabel 19 Emissies verkeer (2010)

Gebied	Snelweg (kton CO ₂)	Niet-snelweg (kton CO ₂)	Totaal (kton CO ₂)
Delft	62	85	147
Den Haag	56	728	784
Leidschendam-Voorburg	1	153	154
Midden-Delfland	43	55	98
Pijnacker-Nootdorp	4	89	93
Rijswijk	12	96	108
Wassenaar	10	112	122
Westland	6	244	250
Zoetermeer	79	151	229
Haaglanden	273	1.713	1.986

A.2.6 Totaal

In de onderstaande tabellen worden de totalen voor de regio Haaglanden weergegeven. De totale energievragen zijn exclusief die voor het autoverkeer, daarvan zijn alleen CO₂-totalen beschikbaar.

Tabel 20 Elektriciteitsvraag per sector (2010)

Gebied	Wonen (TJ)	Werken - commercieel (TJ)	Werken - niet-commercieel (TJ)	Werken - glastuinbouw (TJ)	Werken - overig (TJ)	Totaal (TJ)
Delft	332	878	233	2	124	1.570
Den Haag	2.981	2.734	1.389	59	858	8.021
Leidschendam-Voorburg	287	364	172	85	82	990
Midden-Delfland	90	66	26	395	31	608
Pijnacker-Nootdorp	246	258	51	775	93	1.423
Rijswijk	241	418	176	84	93	1.011
Wassenaar	154	123	88	0	28	393
Westland	518	511	134	5.354	172	6.688
Zoetermeer	645	585	247	2	273	1.753
Haaglanden	5.493	5.938	2.517	6.756	1.753	22.458

Tabel 21 Warmtevraag per sector (2010)

Gebied	Wonen (TJ)	Werken - commercieel (TJ)	Werken - niet-commercieel (TJ)	Werken - glastuinbouw (TJ)	Werken - overig (TJ)	Totaal (TJ)
Delft	1.106	1.459	612	11	228	3.415
Den Haag	9.147	3.104	2.504	250	1.303	16.308
Leidschendam-Voorburg	1.142	870	757	362	154	3.284
Midden-Delfland	400	71	53	1.687	46	2.256
Pijnacker-Nootdorp	1.006	917	110	3.304	139	5.475
Rijswijk	1.348	683	322	356	171	2.880
Wassenaar	1.011	333	259	0	89	1.691
Westland	2.339	548	272	22.836	256	26.251
Zoetermeer	2.633	875	471	11	224	4.215
Haaglanden	20.131	8.860	5.360	28.817	2.609	65.776



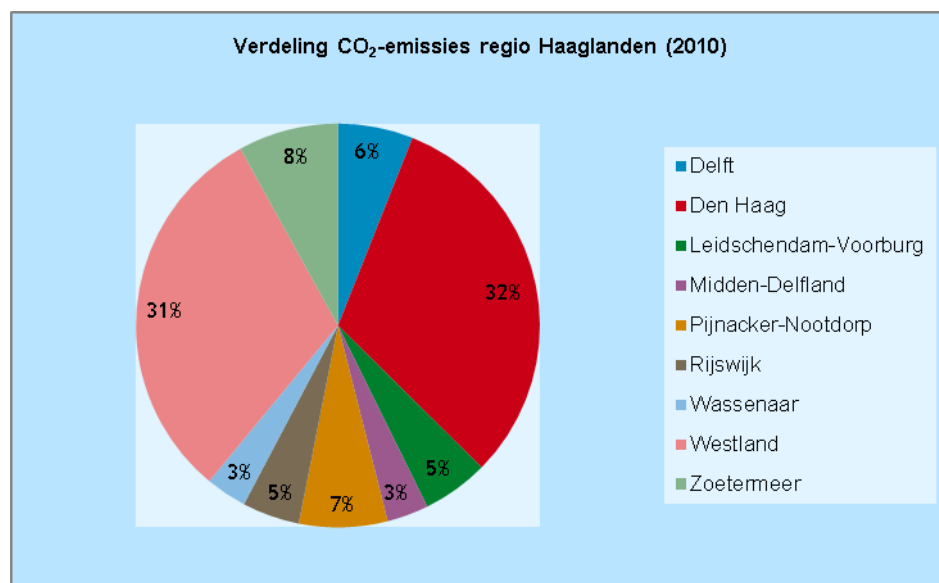
Tabel 22 Totale finale energievraag per sector (2010), excl. autoverkeer

Gebied	Wonen	Werken - commercieel	Werken - niet-commercieel	Werken - glastuinbouw	Werken - overig	Totaal
	(TJ)	(TJ)	(TJ)	(TJ)	(TJ)	(TJ)
Delft	1.438	2.337	845	13	352	4.985
Den Haag	12.128	5.839	3.894	309	2.161	24.329
Leidschendam-Voorburg	1.429	1.234	929	447	236	4.274
Midden-Delfland	489	137	79	2.082	77	2.865
Pijnacker-Nootdorp	1.252	1.175	160	4.079	232	6.898
Rijswijk	1.589	1.100	499	440	264	3.891
Wassenaar	1.165	455	347	0	117	2.085
Westland	2.856	1.059	406	28.190	428	32.939
Zoetermeer	3.277	1.461	719	13	497	5.967
Haaglanden	25.624	14.798	7.877	35.573	4.362	88.234

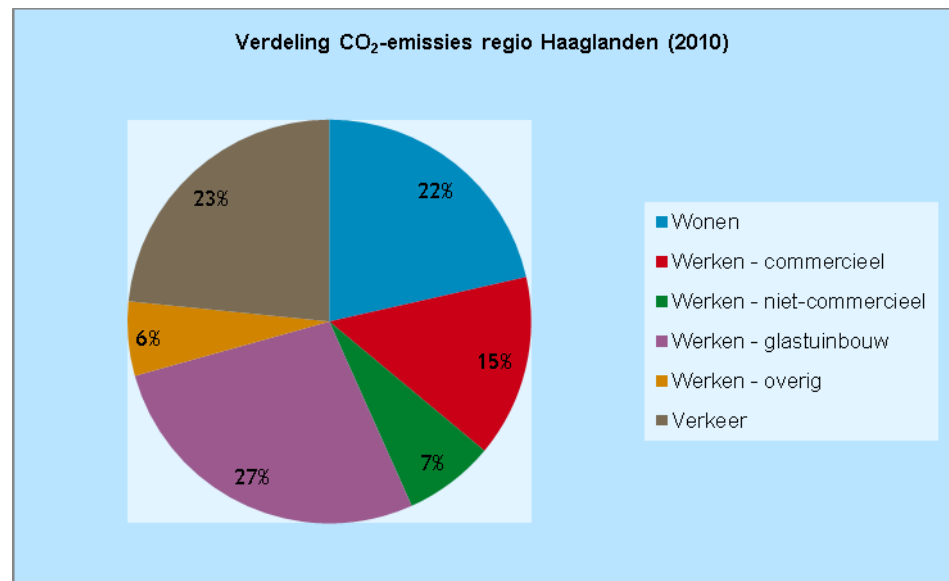
Tabel 23 Totale CO₂-emissie per sector (2010)

Gebied	Wonen	Werken - commercieel	Werken - niet-commercieel	Werken - glas- tuinbouw	Werken - overig	Verkeer	Totaal
	(kton)	(kton)	(kton)	(kton)	(kton)	(kton)	(kton)
Delft	104	192	64	1	35	85	480
Den Haag	888	515	314	20	215	547	2.500
Leidschendam-Voorburg	100	94	64	29	28	107	423
Midden-Delfland	34	12	6	136	22	55	265
Pijnacker-Nootdorp	87	84	13	266	25	89	564
Rijswijk	106	90	40	29	25	75	366
Wassenaar	76	34	26	0	13	112	262
Westland	197	94	32	1.840	62	244	2.469
Zoetermeer	229	122	57	1	78	151	639
Haaglanden	1.821	1.239	616	2.322	504	1.986	8.489

Opmerking: Inclusief overige broeikasgassen.

Figuur 2 Verdeling CO₂-emissies regio Haaglanden (2010)

Figuur 3 Verdeling CO₂-emissies regio Haaglanden (2010)



A.3 Business as usual (toekomstig verbruik en emissies)

Voor het bepalen van het toekomstige energiegebruik en bijbehorende emissies wordt een *Business as Usual*-scenario (BAU) opgesteld. Dit scenario geeft aan wat de ontwikkelingen tot 2050 wanneer er in de periode van 2010-2050 geen aanvullend beleid wordt ingevoerd. Het is daarmee een voortzetting van de huidige trends in de verschillende sectoren of prognoses die zijn gemaakt op basis van het huidige beleid. In de komende paragrafen worden deze toegelicht.

A.3.1 Wonen

Voor de sector Wonen wordt een onderscheid gemaakt in de bestaande en nieuwbouw. Voor de ontwikkeling van het BAU voor Wonen worden de volgende aannames gedaan:

- de voorraad bestaande woningen neemt af door onttrekkingen;
- de voorraad nieuwe woningen neemt toe door toevoegingen;
- de schilefficiëntie (warmtevraag) van bestaande woningen verandert niet;
- de schilefficiëntie van nieuwe woningen neemt door vastgesteld Europees en Nederlands beleid tot 2020 af en zal voor nieuwe woningen na 2020 leiden tot een warmtevraag van nagenoeg nul (EPC is 0,0);
- de hulpenergie voor bestaande woningen verandert niet;
- de hulpenergie voor nieuwe woningen zal de komende jaren sterk toenemen door het elektrificeren van de warmtevoorziening en ventilatie;
- de totale elektriciteitsvraag verloopt conform het BAU uit de backcasting-studie voor Den Haag (CE Delft, 2013), dat is gebaseerd op Energy Revolution van Greenpeace (2006).

Woningvoorraad

Op basis van gegevens van het CBS en prognoses van enkele gemeenten, kan het verwachte verloop van de woningvoorraad worden bepaald. In Tabel 24 staat hiervan de uitkomst.

Tabel 24 Verloop woningvoorraad

Gebied	2010	2020	2030	2040	2050
Bestaand					
Delft	44.457	43.817	43.177	42.537	41.897
Den Haag	237.505	227.120	216.735	206.350	195.965
Leidschendam-Voorburg	35.537	35.150	34.764	34.377	33.990
Midden-Delfland	7.014	6.918	6.718	6.518	6.318
Pijnacker-Nootdorp	18.463	18.443	18.363	18.275	18.208
Rijswijk	24.339	24.017	23.040	22.088	21.172
Wassenaar	12.057	11.910	11.764	11.617	11.470
Westland	39.943	39.143	38.927	38.732	38.552
Zoetermeer	52.681	51.948	51.214	50.481	49.748
Haaglanden	471.996	458.466	444.702	430.975	417.320
Nieuw					
Delft	0	3.306	6.611	9.917	13.223
Den Haag	0	24.729	49.457	74.186	98.914
Leidschendam-Voorburg	0	2.231	4.463	6.694	8.926
Midden-Delfland	0	1.003	1.203	1.403	1.603
Pijnacker-Nootdorp	0	3.046	7.371	11.387	15.075
Rijswijk	0	4.177	8.637	12.585	15.124
Wassenaar	0	873	1.746	2.619	3.491
Westland	0	4.640	10.112	14.786	18.917
Zoetermeer	0	8.137	16.274	24.411	32.549
Haaglanden	0	52.141	105.874	157.988	207.821
Totaal					
Delft	44.457	47.123	49.788	52.454	55.120
Den Haag	237.505	251.849	266.192	280.536	294.879
Leidschendam-Voorburg	35.537	37.382	39.227	41.071	42.916
Midden-Delfland	7.014	7.921	7.921	7.921	7.921
Pijnacker-Nootdorp	18.463	21.489	25.734	29.662	33.282
Rijswijk	24.339	28.194	31.677	34.673	36.296
Wassenaar	12.057	12.783	13.509	14.236	14.962
Westland	39.943	43.783	49.039	53.518	57.469
Zoetermeer	52.681	60.085	67.489	74.892	82.296
Haaglanden	471.996	510.607	550.576	588.963	625.141

Energievraag

De energievraag per woning en het verloop daarin wordt als volgt onderverdeeld:

1. Warmtevraag:
 - a Bestaande woningen.
 - b Nieuwe woningen.
2. Elektricitetsvraag:
 - a Hulpenergie:
 - bestaande woningen;
 - nieuwe woningen;
 - b Elektriciteit voor apparatuur.

1.a Warmtevraag bestaande woningen

De warmtevraag van de bestaande woningen (in m³ of m³_{equivalent}) blijft per woning gelijk, maar het aantal woningen neemt af.



1.b Warmtevraag nieuwe woningen

Door verbeterde schilefficiëntie, als gevolg van het aanscherpen van de EPC, neemt de warmtevraag (in m³_{equivalenten}) van nieuwe woningen sterk af. De restvraag naar warmte verloopt volgens Tabel 25. Het aantal nieuwe woningen neemt toe.

Tabel 25 Restvraag naar warmte nieuwe woningen

	2010	2020	2030	2040	2050
Ten opzichte van 2010	100%	10%	2%	1%	1%

2. Elektriciteitsvraag

De totale elektriciteitsvraag (in kWh) bestaat uit hulpenergie en elektriciteit voor apparatuur. Deze totale vraag ontwikkelt zich in het BAU conform het BAU-scenario uit de backcastingstudie Den Haag. De resulterende veranderingen in elektriciteitsvraag voor Den Haag zijn gebruikt als 'mal' waarlangs ook de elektriciteitsvraag van de andere gemeenten is berekend. In Tabel 26 staat het verloop van de elektriciteitsvraag voor het BAU voor Den Haag.

Tabel 26 Verloop totale elektriciteitsvraag Wonen BAU Den Haag

	2010	2020	2030	2040	2050
Totale elektriciteitsvraag	100%	121%	140%	156%	165%

2.a Elektriciteitsvraag hulpenergie - bestaande woningen

De vraag naar hulpenergie voor bestaande woningen (in kWh) blijft per woning gelijk, maar het aantal woningen neemt af door onttrekkingen.

2.a Elektriciteitsvraag hulpenergie - nieuwe woningen

Door de aangescherpte eisen voor nieuwbouwwoningen stijgt de hoeveelheid hulpenergie, door bijvoorbeeld de toepassing van balansventilatie, pompen van zonneboilers, et cetera. De vraag naar hulpenergie bij nieuwe woningen (per woning) verloopt volgens Tabel 27. Het gekozen percentage is een schatting op basis van (beperkt) beschikbare gegevens. Het aantal nieuwe woningen neemt toe.

Tabel 27 Verloop hulpenergie nieuwe woningen

	2010	2020	2030	2040	2050
Ten opzichte van 2010	100%	250%	350%	350%	350%

2.b Elektriciteitsvraag voor apparatuur

De totale elektriciteitsvraag volgens het, op Den Haag gebaseerde, BAU-scenario, verminderd met de totale hulpenergie levert de totale elektriciteitsvraag van apparatuur. Doordat het totale aantal woningen (bestaand en nieuw) toeneemt, neemt de gemiddelde elektriciteitsvraag per woning minder snel toe dan de totale elektriciteitsvraag. In Tabel 28 staat het resulterende verloop van de elektriciteitsvraag voor apparatuur. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen bestaande en nieuwe woningen.



Tabel 28 Verloop elektriciteitsvraag voor apparatuur

	2010	2020	2030	2040	2050
Ten opzichte van 2010	100%	115%	125%	130%	129%

Verloop BAU

Met het berekende verloop van de vraag naar warmte, hulpenergie en elektriciteit en de ontwikkelingen van de woningvoorraad kan het BAU voor de sector wonen worden opgesteld. In Tabel 29 wordt dit weergegeven.

De bijbehorende CO₂-emissie is berekend aan de hand van kentallen met rugwind (zie A.7).

Tabel 29 BAU sector Wonen

	2010	2020	2030	2040	2050
Warmte (mln m³ aardgas-equivalenten)					
Delft	35	35	35	34	34
Den Haag	289	285	274	261	249
Leidschendam-Voorburg	36	36	36	36	35
Midden-Delfland	13	13	13	12	12
Pijnacker-Nootdorp	32	33	33	33	33
Rijswijk	43	43	42	40	39
Wassenaar	32	32	32	32	31
Westland	74	75	75	74	74
Zoetermeer	83	86	85	84	83
Haaglanden	636	639	624	607	590
Hulpenergie (GWh)					
Delft	15	17	21	25	28
Den Haag	82	96	120	146	173
Leidschendam-Voorburg	12	14	16	19	21
Midden-Delfland	2	3	3	3	4
Pijnacker-Nootdorp	6	9	13	18	23
Rijswijk	8	12	16	21	24
Wassenaar	4	5	6	7	8
Westland	14	17	23	29	33
Zoetermeer	18	24	33	42	52
Haaglanden	162	196	252	310	365
Elektriciteit voor apparatuur (GWh)					
Delft	77	94	107	118	123
Den Haag	746	910	1.042	1.148	1.193
Leidschendam-Voorburg	68	82	93	102	105
Midden-Delfland	22	29	32	33	33
Pijnacker-Nootdorp	62	83	108	130	144
Rijswijk	59	78	95	109	112
Wassenaar	39	47	54	59	62
Westland	130	164	199	227	241
Zoetermeer	161	211	257	298	324
Haaglanden	1.364	1.698	1.986	2.223	2.337
CO₂-emissie wonen (kton)					
Delft	104	96	81	68	61
Den Haag	888	808	658	527	453
Leidschendam-Voorburg	100	93	80	69	64
Midden-Delfland	34	33	28	24	22
Pijnacker-Nootdorp	87	87	77	66	60



	2010	2020	2030	2040	2050
Rijswijk	106	104	91	78	70
Wassenaar	76	73	66	60	56
Westland	197	187	166	145	134
Zoetermeer	229	223	194	166	151
Haaglanden	1.821	1.703	1.441	1.202	1.072

A.3.2 Werken - bedrijven

De uitgangssituatie voor Werken is het energiegebruik zoals dat is weergegeven in de Klimaatmonitor (zie A.2.2). Voor het BAU wordt net als bij Wonen aangesloten bij het BAU-scenario uit de backcastingstudie Den Haag. De waarden die hiervoor worden gehanteerd, zijn weergegeven in Tabel 30. Het scenario is voor commerciële en niet-commerciële bedrijven hetzelfde.

Tabel 30 BAU-scenario Werken - bedrijven

	2010	2020	2030	2040	2050
Warmte	100%	103%	106%	104%	108%
Elektriciteit	100%	113%	121%	123%	122%

Verloop BAU

In de onderstaande tabellen wordt de resulterende vraag naar warmte en elektriciteit en de emissie van CO₂ voor de commerciële en niet-commerciële bedrijven weergegeven.

Tabel 31 BAU sector Werken - commercieel

	2010	2020	2030	2040	2050
Warmte (mln m³ aardgas-equivalenten)					
Delft	46	47	49	48	50
Den Haag	98	101	104	102	106
Leidschendam-Voorburg	27	28	29	29	30
Midden-Delfland	2	2	2	2	2
Pijnacker-Nootdorp	29	30	31	30	31
Rijswijk	22	22	23	22	23
Wassenaar	11	11	11	11	11
Westland	17	18	18	18	19
Zoetermeer	28	28	29	29	30
Haaglanden	280	287	296	292	303
Elektriciteit (GWh)					
Delft	244	275	294	300	298
Den Haag	760	856	915	934	929
Leidschendam-Voorburg	101	114	122	124	124
Midden-Delfland	18	21	22	23	23
Pijnacker-Nootdorp	72	81	86	88	88
Rijswijk	116	131	140	143	142
Wassenaar	34	38	41	42	42
Westland	142	160	171	175	174
Zoetermeer	163	183	196	200	199
Haaglanden	1.649	1.858	1.988	2.028	2.018



	2010	2020	2030	2040	2050
CO₂-emissie (kton)					
Delft	192	166	130	100	91
Den Haag	515	432	318	225	195
Leidschendam-Voorburg	94	84	70	57	54
Midden-Delfland	12	10	7	5	4
Pijnacker-Nootdorp	84	77	67	58	57
Rijswijk	90	78	61	47	43
Wassenaar	34	31	26	22	21
Westland	94	79	57	40	34
Zoetermeer	122	105	81	61	55
Haaglanden	1.239	1.062	817	614	553

Tabel 32 BAU sector Werken - niet-commercieel

	2010	2020	2030	2040	2050
Warmte (mln m³ aardgas-equivalenten)					
Delft	19	20	20	20	21
Den Haag	79	81	84	83	86
Leidschendam-Voorburg	24	25	25	25	26
Midden-Delfland	2	2	2	2	2
Pijnacker-Nootdorp	3	4	4	4	4
Rijswijk	10	10	11	11	11
Wassenaar	8	8	9	9	9
Westland	9	9	9	9	9
Zoetermeer	15	15	16	16	16
Haaglanden	169	174	179	177	183
Elektriciteit (GWh)					
Delft	65	73	78	80	79
Den Haag	386	435	465	475	472
Leidschendam-Voorburg	48	54	57	59	58
Midden-Delfland	7	8	9	9	9
Pijnacker-Nootdorp	14	16	17	17	17
Rijswijk	49	55	59	60	60
Wassenaar	25	28	30	30	30
Westland	37	42	45	46	45
Zoetermeer	69	77	83	84	84
Haaglanden	699	788	843	860	855
CO₂-emissie (kton)					
Delft	64	57	48	40	38
Den Haag	314	273	217	169	156
Leidschendam-Voorburg	64	60	54	47	47
Midden-Delfland	6	5	4	4	3
Pijnacker-Nootdorp	13	11	9	7	7
Rijswijk	40	35	28	22	20
Wassenaar	26	23	20	17	16
Westland	32	28	23	18	17
Zoetermeer	57	50	40	32	29
Haaglanden	616	543	442	355	333



A.3.3 Werken - glastuinbouw

De vraag naar warmte en elektriciteit van de glastuinbouw wordt hoofdzakelijk bepaald door het areaal aan productieglass. Hoewel er verschillende bewegingen gaande zijn om dit areaal aan te passen, is het op dit moment niet duidelijk in welke richting deze beweging (meer of minder areaal) op gaat. In het BAU wordt deze dan ook als constant verondersteld.

De warmte- en elektriciteitsvraag per hectare doorloopt de laatste jaren echter wel een efficiëntieslag. Deze wordt verondersteld zich door te zetten in de komende decennia. In Tabel 33 wordt deze trend weergegeven.

Tabel 33 Trends energievraag per hectare productieglastuinbouw

	2010	2020	2030	2040	2050
Warmtevraag	100%	93%	88%	85%	83%
Elektriciteitsvraag	100%	112%	120%	126%	131%

Als gevolg van de bovenstaande trends daalt de warmtevraag per hectare en stijgt de elektriciteitsvraag. Daarnaast wordt in het BAU aangenomen dat:

- de opbouw van de warmtevoorziening (verhouding WKK, ketel en externe levering) gelijk blijft;
- de rendementen van de WKK en ketel blijven gelijk;
- de elektriciteitsinkoop per hectare blijft gelijk;
- het emissiekental voor verkochte elektriciteit blijft gelijk;
- de methaanslip per m³ input in de WKK blijft gelijk.

Als gevolg van de bovenstaande aannames per hectare, daalt de warmtevraag en daalt daarmee dus ook de productie van elektriciteit door de WKK's.

In combinatie met een stijgende elektriciteitsvraag en gelijkblijvende elektriciteitsinkoop, vermindert de elektriciteitsverkoop. Per hectare blijft de sector netto producent van elektriciteit.

Verloop BAU

In Tabel 34 wordt het aardgasverbruik, de elektriciteitsproductie, -inkoop en -verkoop en de CO₂-emissie totaal en voor teelt weergegeven, volgens het BAU.

Tabel 34 BAU sector Werken - glastuinbouw

	2010	2020	2030	2040	2050
Aardgasvraag (mln m³)					
Delft	1	1	0	0	0
Den Haag	13	12	12	11	11
Leidschendam-Voorburg	19	18	17	16	16
Midden-Delfland	89	83	78	76	74
Pijnacker-Nootdorp	175	162	154	148	144
Rijswijk	19	17	17	16	16
Wassenaar	-	-	-	-	-
Westland	1.207	1.119	1.063	1.024	996
Zoetermeer	1	1	0	0	0
Haaglanden	1.523	1.412	1.341	1.293	1.257
Elektriciteitsproductie (GWh)					
Delft	1	1	1	1	1
Den Haag	33	31	29	28	28
Leidschendam-Voorburg	48	45	43	41	40
Midden-Delfland	226	209	199	192	186
Pijnacker-Nootdorp	442	410	390	376	365
Rijswijk	48	44	42	41	39
Wassenaar	-	-	-	-	-
Westland	3.058	2.834	2.692	2.596	2.523
Zoetermeer	1	1	1	1	1
Haaglanden	3.859	3.577	3.397	3.275	3.184
Elektriciteitsinkoop (GWh)					
Delft	0	0	0	0	0
Den Haag	6	6	6	6	6
Leidschendam-Voorburg	9	9	9	9	9
Midden-Delfland	41	41	41	41	41
Pijnacker-Nootdorp	80	80	80	80	80
Rijswijk	9	9	9	9	9
Wassenaar	-	-	-	-	-
Westland	556	556	556	556	556
Zoetermeer	0	0	0	0	0
Haaglanden	702	702	702	702	702
Elektriciteitsverkoop (GWh)					
Delft	1	1	1	1	1
Den Haag	23	19	16	14	12
Leidschendam-Voorburg	34	27	23	20	18
Midden-Delfland	157	127	108	94	83
Pijnacker-Nootdorp	308	249	212	185	164
Rijswijk	33	27	23	20	18
Wassenaar	-	-	-	-	-
Westland	2.127	1.724	1.463	1.276	1.130
Zoetermeer	1	1	1	1	1
Haaglanden	2.684	2.175	1.846	1.611	1.426



	2010	2020	2030	2040	2050
CO₂-emissie totaal (kton)					
Delft	1	1	1	1	1
Den Haag	24	22	21	20	20
Leidschendam-Voorburg	34	32	30	29	28
Midden-Delfland	160	148	141	136	132
Pijnacker-Nootdorp	313	290	275	266	258
Rijswijk	34	31	30	29	28
Wassenaar	0	0	0	0	0
Westland	2.162	2.004	1.903	1.835	1.784
Zoetermeer	1	1	1	1	1
Haaglanden	2.728	2.529	2.402	2.316	2.251
CO₂-emissie teelt (kton)					
Delft	1	1	1	1	1
Den Haag	17	17	16	16	16
Leidschendam-Voorburg	25	24	24	24	23
Midden-Delfland	117	113	111	110	109
Pijnacker-Nootdorp	229	222	217	215	213
Rijswijk	25	24	23	23	23
Wassenaar	0	0	0	0	0
Westland	1.580	1.532	1.503	1.486	1.475
Zoetermeer	1	1	1	1	1
Haaglanden	1.994	1.934	1.897	1.875	1.861
Methaanslip (kton CO₂equivalent)					
Delft	0	0	0	0	0
Den Haag	3	3	3	2	2
Leidschendam-Voorburg	4	4	4	3	3
Midden-Delfland	19	18	17	16	16
Pijnacker-Nootdorp	38	35	33	32	31
Rijswijk	4	4	4	3	3
Wassenaar	0	0	0	0	0
Westland	260	241	229	221	214
Zoetermeer	0	0	0	0	0
Haaglanden	328	304	289	278	271

A.3.4 Werken - overig

Voor het BAU van de sector Werken - overige wordt onderscheidt gemaakt in het energiegebruik in de sector Industrie en overig, de emissie van overige broeikasgassen van de industrie en de overige broeikasgassen van de veeteelt. Hierbij worden de volgende aannames gedaan:

- De warmte- en elektriciteitsvraag van Industrie en overig volgt hetzelfde BAU als Werken - bedrijven (zie Tabel 30).
- De voor de emissie van overige broeikasgassen in de sector Industrie wordt het BAU-scenario aangenomen dat deze gelijk blijven.
- De emissies van de veeteelt is gekoppeld aan de omvang van de veestapel. De veestapel blijft gelijk.

Verloop BAU

In Tabel 35 wordt het resultaat weergegeven voor het verloop van de energievraag en de emissies.



Tabel 35 BAU sector Werken - overig

	2010	2020	2030	2040	2050
Aardgasvraag (mln m³)					
Delft	7	7	8	8	8
Den Haag	41	42	44	43	45
Leidschendam-Voorburg	5	5	5	5	5
Midden-Delfland	1	1	2	2	2
Pijnacker-Nootdorp	4	4	5	5	5
Rijswijk	5	6	6	6	6
Wassenaar	3	3	3	3	3
Westland	8	8	9	8	9
Zoetermeer	7	7	7	7	8
Haaglanden	82	84	87	86	89
Elektriciteitsvraag (GWh)					
Delft	34	39	42	42	42
Den Haag	238	268	287	293	292
Leidschendam-Voorburg	23	26	27	28	28
Midden-Delfland	9	10	10	11	10
Pijnacker-Nootdorp	26	29	31	32	32
Rijswijk	26	29	31	32	31
Wassenaar	8	9	9	10	10
Westland	48	54	58	59	58
Zoetermeer	76	85	91	93	93
Haaglanden	487	549	587	599	596
Overige broeikasgassen (kton CO₂equivalent)					
Delft	4	4	4	3	3
Den Haag	30	26	21	17	13
Leidschendam-Voorburg	7	7	6	6	6
Midden-Delfland	35	32	29	26	23
Pijnacker-Nootdorp	4	4	4	4	4
Rijswijk	3	3	2	2	1
Wassenaar	4	4	4	4	4
Westland	24	20	17	13	10
Zoetermeer	222	189	156	123	90
Haaglanden	334	289	244	198	153
CO₂-emissie totaal (kton)					
Delft	7	7	7	7	7
Den Haag	35	35	35	35	35
Leidschendam-Voorburg	9	9	9	9	9
Midden-Delfland	15	15	15	15	15
Pijnacker-Nootdorp	5	5	5	5	5
Rijswijk	4	4	4	4	4
Wassenaar	5	5	5	5	5
Westland	26	26	26	26	26
Zoetermeer	32	32	32	32	32
Haaglanden	139	139	139	139	139



A.3.5 Verkeer

Tabel 36 BAU sector Verkeer

CO ₂ -emissie (kton)	2010	2020	2030	2040	2050
Delft	147	113	90	71	65
Den Haag	784	730	558	431	385
Leidschendam-Voorburg	154	173	132	100	88
Midden-Delfland	98	120	93	71	63
Pijnacker-Nootdorp	93	78	61	46	39
Rijswijk	108	99	76	57	50
Wassenaar	122	104	78	60	53
Westland	250	214	174	139	128
Zoetermeer	229	191	146	112	98
Haaglanden	1.986	1.822	1.409	1.087	968

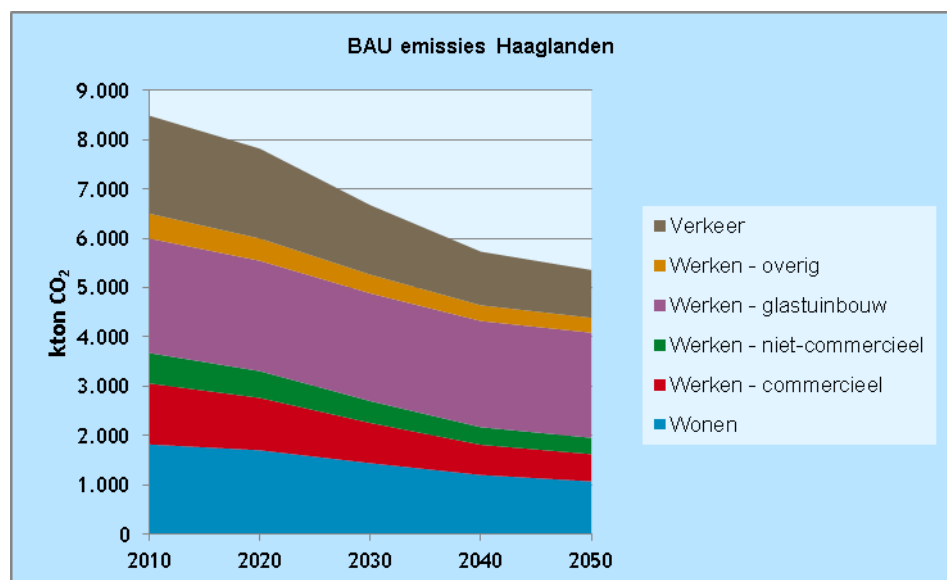
A.3.6 Totaalbeeld BAU

In de onderstaande tabellen en grafieken staan samenvattend de totale emissies in Haaglanden, per gemeente en per sector.

Tabel 37 BAU emissies Haaglanden per sector (kton)

	2010	2020	2030	2040	2050
Wonen	1.821	1.703	1.441	1.202	1.072
Werken - commercieel	1.239	1.062	817	614	553
Werken - niet-commercieel	616	543	442	355	333
Werken - glastuinbouw	2.322	2.238	2.185	2.153	2.131
Werken - overig	504	452	380	320	302
Verkeer	1.986	1.822	1.409	1.087	968
Totaal	8.489	7.820	6.674	5.731	5.359

Figuur 4 BAU emissies haaglanden per sector

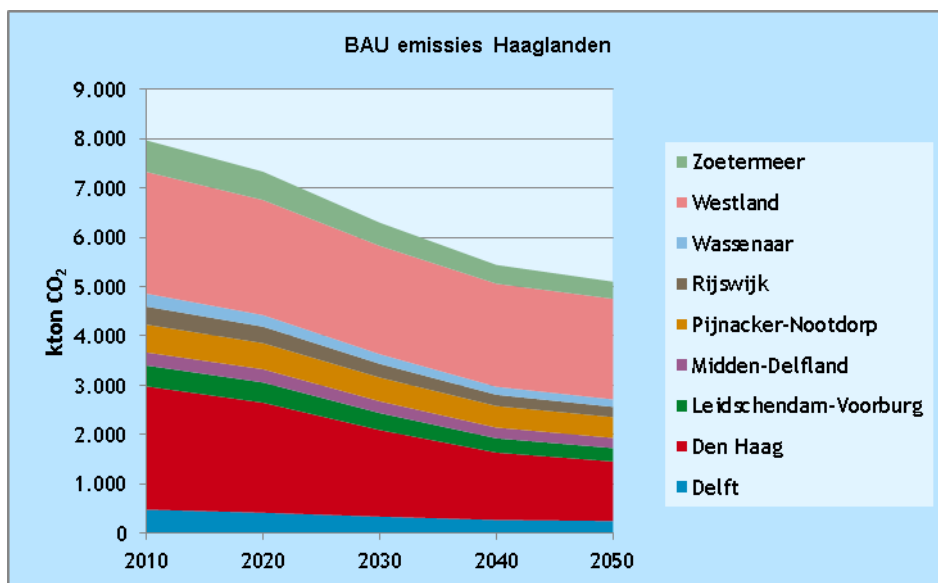


Tabel 38 BAU emissies Haaglanden per gemeente (kton)

Gemeente	2010	2020	2030	2040	2050
Delft	480	416	338	271	250
Den Haag	2.500	2.232	1.756	1.366	1.207
Leidschendam-Voorburg	423	410	345	289	270
Midden-Delfland	265	268	240	217	208
Pijnacker-Nootdorp	564	528	481	437	420
Rijswijk	366	336	279	228	208
Wassenaar	262	235	194	163	152
Westland	2.469	2.333	2.197	2.089	2.042
Zoetermeer	639	575	470	382	346

Opmerking: Exclusief de emissies van verkeer op snelwegen.

Figuur 5 BAU emissies Haaglanden per gemeente



Tabel 39 BAU energievraag Haaglanden per sector (TJ)

	2010	2020	2030	2040	2050
Wonen	25.624	27.048	27.809	28.337	28.415
Werken - commercieel	14.798	15.770	16.522	16.542	16.852
Werken - niet-commercieel	7.877	8.329	8.700	8.685	8.880
Werken - glastuinbouw	35.573	34.281	33.478	32.978	32.628
Werken - overig	4.362	4.649	4.871	4.877	4.968
Verkeer					
Totaal	88.234	90.077	91.380	91.418	91.743

Opmerking: Voor de sector Verkeer zijn alleen de emissies bekend en niet de hoeveelheden gebruikte brandstoffen. Het is dan ook niet mogelijk vast te stellen hoe hoog de energievraag is.

Tabel 40 BAU energievraag Haaglanden per gemeente (TJ)

	2010	2020	2030	2040	2050
Delft	4.985	5.276	5.495	5.530	5.628
Den Haag	24.329	25.647	26.450	26.554	26.660
Leidschendam-Voorburg	4.274	4.446	4.581	4.593	4.665
Midden-Delfland	2.865	2.852	2.819	2.784	2.758
Pijnacker-Nootdorp	6.898	6.959	7.046	7.076	7.144
Rijswijk	3.891	4.089	4.204	4.212	4.224
Wassenaar	2.085	2.174	2.233	2.241	2.267
Westland	32.939	32.201	31.810	31.530	31.351
Zoetermeer	5.967	6.432	6.743	6.898	7.048
Haaglanden	88.234	90.077	91.380	91.418	91.743

A.4 Routekaart Haaglanden (reductiemaatregelen)

In 2011 heeft het Stadsgewest Haaglanden de Routekaart Haaglanden Klimaatneutraal gepresenteerd (Haaglanden, 2011). In deze routekaart staat een groot aantal maatregelen dat tezamen leidt tot een klimaatneutraal stadsgewest in 2050³. Bij het invullen van de Routekaart is de Trias Energetica gehanteerd: eerst besparen, dan hernieuwbare energie en als laatste efficiënte inzet van fossiele brandstoffen. Hierdoor hoeft hetgeen bespaard wordt niet duurzaam opgewekt te worden. Dit heeft overigens ook zijn weerslag in de CO₂-emissiereductie per maatregel. Door eerst de besparingen door te rekenen zijn daar ook de grootste reducties te zien. Doordat de elektriciteitsproductie als gevolg van de 'rugwind' geleidelijk (bijna) klimaatneutraal wordt richting 2050, nemen ook de CO₂-reductie-effecten van technische maatregelen op elektriciteitsgebied geleidelijk af naar bijna nul in 2050.

Technisch versus realistisch

De maatregelen in de komende paragrafen zijn een weergave van de *technische* mogelijkheden. Om deze ook *realistisch* mogelijk te maken, moet een uitvoerig pakket van beleidsmaatregelen worden toegepast. In de komende paragrafen wordt eerst de energiebesparing toegelicht en vervolgens de hernieuwbare opwekking.

A.4.1 Energiebesparing

In Tabel 41 staan alle opties zoals die zijn opgesteld in de Routekaart. In de volgende alinea's worden deze uitgewerkt. Uit de Routekaart en onderliggende notities is niet van alle opties duidelijk wat de exacte invulling van deze opties is. Hiervoor is dus een aantal aannames gedaan. Deze worden aangegeven in de tekst.

³ Alleen het Koploperscenario uit de Routekaart leidt tot klimaatneutraliteit.



Tabel 41 Opties energiebesparing Routekaart

Sector	Waarde	Opmerking
Nieuwe woningen		
- EPC is 0 in:	2015	
- Compact bouwen		
- Zuiniger verlichting, LED's		Zuinig gedrag burgers: 40% minder elektriciteitsgebruik in huishoudens
Bestaande woningen		
- Optimale isolatie wand, vloer en dak	95%	436.000 woningen aangepakt in 2050 (95% van de woningen)
- Verbeterde ruimteverwarming	95%	436.000 woningen aangepakt in 2050 (95% van de woningen)
- Warmte door gas	10%	10% van de woningen
- Warmte door warmtenet	35%	35% van de woningen
Glastuinbouw		
- Energiezuinigere installaties, LED's		
- Ontwikkeling gesloten kas CO ₂ -neutraal	2040	Alle GTB energieneutraal (op eigen grond)
Industrie		
- Energiezuinigere installaties	-20%	
- Warmteterugwinning		
Dienstverlening		
- Isolatie van wanden, vloeren en daken		Aanpak energieverstopping in utiliteit: warmtevraag is 75% lager
- Zuiniger verlichting, LED's		Aanpak energieverstopping in utiliteit: elektriciteitsvraag is 33% lager
- Warmte door WKO	60%	
- Warmtenet	20%	
Personenvervoer		
- Minder auto's in de stad		Halvering afgelegde voertuigkilometers of fossiele brandstof (aannee)
- Auto's rijden elektrisch/op aardgas		Aannee
Openbaar vervoer (bus, tram)		
- Meer bussen en trams ter vervanging van auto's		Aannee

Bron: Haaglanden, 2011.

Nieuwe woningen

EPC is 0 in 2015

De huidige regelgeving gaat uit van een EPC van 0 in 2020. Door dit vijf jaar eerder te eisen van nieuwe woningen, wordt in de periode 2015-2020 aanvullend bespaard. Om het effect van deze optie te berekenen is de verbeterde schilefficiëntie (zie Tabel 25) en toenemende hulpenergie (zie Tabel 27) vijf jaar naar voren geschoven. In de onderstaande tabel staat hiervan het resultaat.

Tabel 42 Optie EPC is 0 in 2015

	Eenheid	2015	2020	2025	2030	2040	2050
BAU - warmtevraag NB	(mln m ³)	16	20	22	23	24	25
BAU - hulpenergie NB	(GWh)	14	39	67	99	161	221
EPC2015 - warmtevraag NB	(mln m ³)	4	5	6	7	7	8
EPC2015 - hulpenergie NB	(GWh)	22	48	80	110	171	230
Energiebesparing	(TJ)	381	439	464	481	489	491
CO₂-besparing	(kton)	20	24	26	28	29	29



Compact bouwen

Deze optie is niet onderbouwd door BuildDesk in Routekaart. Het is onduidelijk welke effecten deze optie heeft op het energiegebruik en de emissie.

Zuinige verlichting, LED's

In deze optie wordt met een generieke elektriciteitsbesparing voor huishoudens gerekend. Het toepassen van zuinige verlichting is daar één van de invullingen van, maar ook andere zuinige apparatuur moet hier aan bijdragen. Het zuinige gedrag van huishoudens leidt tot een generieke elektriciteitsbesparing van 40%.

Tabel 43 Optie zuinig gedrag huishoudens - nieuwe woningen

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
BAU - elektriciteitsvraag NB	(GWh)	0	177	390	608	792
Energiebesparing	(%)	0%	10%	20%	30%	40%
Energiebesparing	(GWh)	0	18	78	182	317
Energiebesparing	(TJ)	0	64	281	657	1.141
CO ₂ -besparing	(kton)	0	5	11	8	2

Bestaande woningen

Optimale isolatie

In de Routekaart is niet toegelicht wat wordt verstaan onder optimale isolatie of hoeveel energie per woning wordt bespaard. In een recente studie van CE Delft (2013) is berekend dat de gemiddelde besparing die wordt behaald wanneer de huidige woningen worden verbeterd naar woningen met een A+ label, neerkomt op 60% besparing (er blijft een restvraag naar warmte over van 40%). Dit geldt echter alleen voor de ruimteverwarming, niet voor warm tapwater. Hierin moet dus onderscheid worden gemaakt. Conform de Warmteregeling (EZ, 2011) is de gemiddelde verdeling van warmte over ruimteverwarming en warm tapwater respectievelijk 79 en 21%. In Tabel 44 wordt weergegeven wat de besparing van 60% op ruimteverwarming betekent, waarbij de warmtevraag per woning constant wordt gehouden.

Tabel 44 Optie optimale isolatie

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
BAU-energiegebruik BB	(mln m ³)	636	619	601	583	566
BAU-energiegebruik BB	(TJ)	20.131	19.582	19.023	18.465	17.911
wv BAU-energiegebruik RV	(TJ)	15.903	15.476	15.040	14.605	14.174
wv BAU-energiegebruik WTW	(TJ)	4.227	4.106	3.983	3.860	3.738
Energiebesparing t.o.v. BAU RV	(%)	60%	60%	60%	60%	60%
Getroffen maatregelen	(%)	0%	24%	48%	71%	95%
Energiebesparing RV	(mln m ³)	0	70	135	197	255
Energiebesparing RV	(TJ)	0	2.205	4.286	6.244	8.079
CO ₂ -besparing RV	(kton)	0	125	243	353	457
Resterend energiegebruik BB	(mln m ³)	636	549	466	386	311
Resterend energiegebruik BB	(TJ)	20.131	17.377	14.736	12.221	9.832

Opmerking: RV = ruimteverwarming; WTW = warm tapwater.



Verbeterde ruimteverwarming

In de Routekaart is niet toegelicht wat wordt verstaan onder verbeterde ruimteverwarming of hoeveel energie per woning wordt bespaard. Er is daarom aangenomen dat het gaat om een generieke verbetering van het omzettingsrendement. Hierbij wordt het rendement in 2010 op 100% gesteld en in 2050 op 150%. Daarnaast wordt aangenomen dat deze optie gelijktijdig wordt genomen met de optie optimale isolatie. In 2050 hebben de woningen dus én optimale isolatie én verbeterde ruimteverwarming. In Tabel 45 staat hiervan het resultaat.

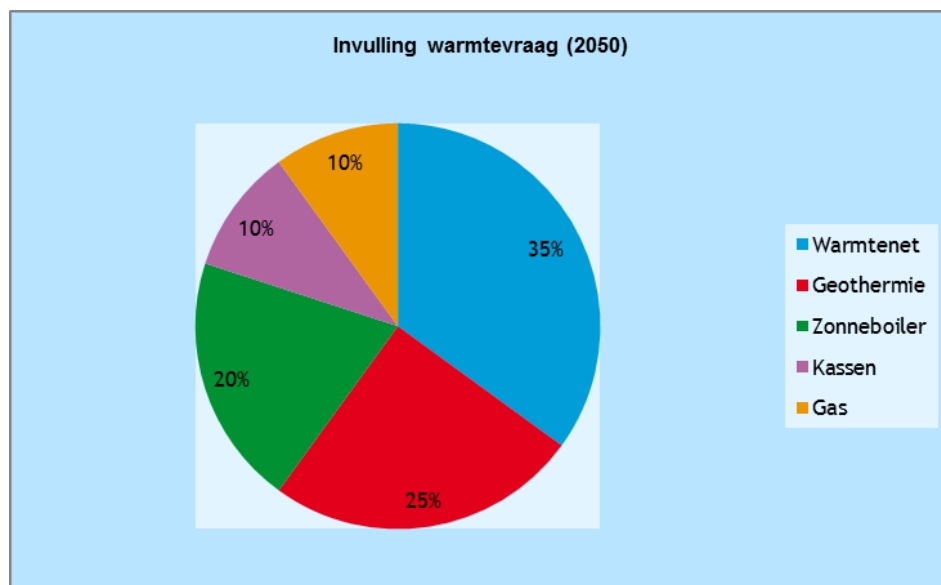
Tabel 45 Optie verbeterde ruimteverwarming

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
BAU-energiegebruik RV BB	(TJ)	15.903	15.476	15.040	14.605	14.174
Resterend energiegebruik RV BB	(TJ)	15.903	13.271	10.753	8.361	6.095
Installatie-efficiëntie	(%)	100%	113%	125%	138%	150%
Getroffen maatregelen	(%)	0%	24%	48%	71%	95%
Energiebesparing RV	(TJ)	0	2.802	4.086	4.333	3.860
CO ₂ -besparing RV	(kton)	0	159	231	245	218
Resterend energiegebruik RV BB	(TJ)	15.903	10.469	6.667	4.029	2.235

Warmte door warmtenet

Na de energiebesparende opties blijft een resterende energievraag naar warmte over. Deze wordt door verschillende opties ingevuld. In Figuur 6 staat hiervan een overzicht (zie ook A.4.2).

Figuur 6 Invulling warmtevraag Routekaart (in 2050)



Bij de optie warmte door warmtenet wordt uitgegaan van restwarmtelevering uit de industrie. Dit is geen CO₂-vrije warmte, maar levert gemiddeld een besparing van ongeveer 50% op CO₂⁴. Er vindt geen besparing in het finale energiegebruik van woningen plaats. Het warmtenet levert warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater. In Tabel 46 staat het resultaat.

Tabel 46 Optie warmte door warmtenet

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Resterend energiegebruik BB	(TJ)	20.131	14.575	10.650	7.889	5.972
Aandeel warmtenet	(%)	0%	9%	18%	26%	35%
Aandeel warmtenet	(TJ)	0	1.275	1.864	2.071	2.090
CO ₂ -besparing	(kton)	0	36	53	59	59

Warmte door gas

Warmte door gas levert geen additionele besparing in energie of CO₂.

Zuinige verlichting, LED's

Hoewel deze optie in de Routekaart alleen wordt genoemd bij nieuwe woningen, wordt aangenomen dat deze ook geldt voor bestaande woningen. Ook in dit geval gaat het om een algemene besparing van 40% op het elektriciteitsgebruik.

Tabel 47 Optie zuinig gedrag huishoudens - bestaande woningen

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
BAU - elektriciteitsvraag	(GWh)	1.364	1.521	1.596	1.615	1.545
Energiebesparing	(%)	0%	10%	20%	30%	40%
Energiebesparing	(GWh)	0	152	319	484	618
Energiebesparing	(TJ)	0	547	1.149	1.744	2.225
CO ₂ -besparing	(kton)	0	45	46	22	3

Werken - glastuinbouw

In overleg met de begeleidingscommissie van de backcastingstudie Haaglanden is er voor gekozen om af te wijken van de voorgestelde opties uit de Routekaart en voor de sector glastuinbouw een generieke besparing op elektriciteit en warmte te hanteren (door onder andere niet-gespecificeerde isolatie en zuinige verlichting). Deze zijn in 2050 respectievelijk 30 en 40%. In de Tabel 48 staan de resultaten.

⁴ Hierbij wordt aangenomen dat er ook in het geval van 'pure' restwarmte er altijd een back-up/piek-installatie aanwezig is op aardgas.



Tabel 48 Optie energiebesparing glastuinbouw

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
BAU-warmtegebruik	(TJ)	28.817	26.710	25.369	24.459	23.776
BAU-elektriciteitsgebruik	(TJ)	6.756	7.571	8.109	8.518	8.852
Besparing op warmte	(%)	0%	10%	20%	30%	40%
Besparing op elektriciteit	(%)	0%	8%	15%	23%	30%
Besparing op warmte	(TJ)	0	2.671	5.074	7.338	9.510
Besparing op elektriciteit	(TJ)	0	568	1.216	1.917	2.656
CO ₂ -besparing	(kton)	0	229	445	655	862
Resterende warmtevraag	(TJ)	28.817	24.039	20.295	17.121	14.265
Resterende elektriciteitsvraag	(TJ)	6.756	7.003	6.893	6.602	6.197

Opmerking: CO₂-besparing is inclusief besparing op methaanslip.

Werken - industrie

De besparing in de industrie is een generieke besparing op elektriciteit en warmte van 20%. Dit wordt verkregen door energiezuinige installaties. In Tabel 49 staat het resultaat.

Tabel 49 Optie energiebesparing industrie

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
BAU-warmtegebruik	(TJ)	2.609	2.674	2.758	2.721	2.823
BAU-elektriciteitsgebruik	(TJ)	1.753	1.975	2.113	2.156	2.145
Besparing op warmte	(%)	0%	5%	10%	15%	20%
Besparing op elektriciteit	(%)	0%	5%	10%	15%	20%
Besparing op warmte	(TJ)	0	134	276	408	565
Besparing op elektriciteit	(TJ)	0	99	211	323	429
CO ₂ -besparing	(kton)	0	16	24	27	33

Werken - dienstverlening

Algemene energiebesparing

Door het aanpakken van de energieverpilling in de dienstverlening met behulp van bijvoorbeeld isolatie en zuinige apparatuur wordt 75% bespaard op de warmtevraag en 33% op de elektriciteitsvraag.



Tabel 50 Optie algemene energiebesparing

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
BAU-warmtegebruik	(TJ)	14.220	14.575	15.032	14.829	15.388
BAU-elektriciteitsgebruik	(TJ)	8.455	9.524	10.189	10.397	10.344
Besparing op warmte	(%)	0%	19%	38%	56%	75%
Besparing op elektriciteit	(%)	0%	8%	17%	25%	33%
Besparing op warmte	(TJ)	0	2.733	5.637	8.341	11.541
Besparing op elektriciteit	(TJ)	0	786	1.681	2.573	3.413
CO ₂ -besparing	(kton)	0	219	386	504	658
Resterend warmtegebruik	(TJ)	14.220	11.843	9.395	6.488	3.847
Resterend elektriciteitsgebruik	(TJ)	8.455	8.738	8.508	7.824	6.930

Warmte door warmtenet

Net als bij woningen, wordt bij de dienstverlening ook warmte middels een warmtenet geleverd. Hierbij wordt aangenomen dat er sprake is van rest-warmte uit de industrie, met een emissiereductie van 50%. Er vindt geen energiebesparing plaats.

Tabel 51 Optie warmte door warmtenet

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Resterend warmtegebruik	(TJ)	14.220	11.843	9.395	6.488	3.847
Aandeel warmtenet	(%)	0%	5%	10%	15%	20%
Aandeel warmtenet	(TJ)	0	592	940	973	769
CO ₂ -besparing	(kton)	0	17	27	28	22

Warmte door WKO

Door de gecombineerde warmte- en koudevraag van veel dienstverlenende bedrijven, kan het toepassen van WKO leiden tot een besparing op zowel warmte als koude. Hoewel WKO ook gezien kan worden als hernieuwbare energie, wordt deze in de Routekaart behandeld. Er is op dit moment geen inzicht in de energie die wordt gebruikt voor de koudevraag en bij deze berekeningen is daarom pragmatisch gekozen om alleen een generieke besparing op de warmtevraag toe te passen. Deze generieke besparing heeft een omvang van 50%⁵.

Tabel 52 Warmte door WKO

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Resterend warmtegebruik	(TJ)	14.220	11.843	9.395	6.488	3.847
Aandeel WKO	(%)	0%	15%	30%	45%	60%
Aandeel WKO	(TJ)	0	1.776	2.819	2.920	2.308
Energiebesparing	(%)	50%	50%	50%	50%	50%
Energiebesparing	(TJ)	0	888	1.409	1.460	1.154
CO ₂ -besparing	(kton)	0	50	80	83	65

⁵ Koelen met WKO bespaart 40-80% op het elektriciteitsverbruik in vergelijking met een koelmachine. Verwarmen met WKO in combinatie met een warmtepomp bespaart minimaal circa 40% energie ten opzichte van verwarmen met een hoogrendementsketel (Agentschap NL, 2011). Voor beide besparingen samen wordt 50% op de warmtevraag gebruikt.



Mobiliteit

Bij het bepalen van de huidige CO₂-emissie en het BAU-scenario voor mobiliteit is de effectbeoordeling van de Haagse Nota Mobiliteit (HNM) als startpunt genomen (DHV, 2010). Daarbij is gebruik gemaakt van het Questor-model van Haaglanden. De uitgangswaardes die door DHV voor deze effectbeoordeling zijn gehanteerd zijn ook gebruikt als input voor de bepaling van de CO₂-emissies voor Stadsgewest Haaglanden als geheel. In de effectbeoordeling zijn door DHV drie scenario's onderzocht:

- een referentiescenario (zonder de maatregelen uit de HNM);
- een tweetal scenario's met maatregelen uit de HNM.

In het referentiescenario en één van de twee HNM-scenario's wordt verondersteld dat er een landelijke kilometerheffing wordt ingevoerd voor al het wegverkeer, met voor personenauto's een gemiddeld tarief van 6,7 euro-cent. In het scenario met maatregelen uit de HNM is een gemiddeld tarief verondersteld van 14,5 eurocent.

In deze backcastingsstudie is dit 'HNM-scenario' als uitgangspunt genomen voor de ontwikkeling tot 2020. Hierop zijn een aantal correcties op toegepast:

- Zoals bekend zijn de plannen voor de invoering van een kilometerheffing door de regering stopgezet. In het BAU-scenario is daarom verondersteld dat er geen kilometerprijs wordt ingevoerd en zijn de HNM-emissies hiervoor gecorrigeerd.
- In het HNM-scenario is nog geen rekening gehouden met de Europese CO₂-normen voor nieuwe personenauto's en bestelauto's. De normen voor 2015 zijn inmiddels vastgesteld en voor 2020 is al een verdere aanscherping voorzien. De effecten hiervan zijn meegenomen in het BAU-scenario door het HNM hiervoor te corrigeren. Omdat er nog geen vastgelegde plannen zijn voor aanscherping na 2020 is in het referentiescenario verondersteld dat de normen van 2020 ook daarna van kracht blijven.
- De scenario's van de HNM lopen tot 2020. Voor deze studie zijn prognoses voor 2030, 2040 en 2050 toegevoegd. Hierbij is in het referentiescenario uitgegaan van een conservatieve toename van de CO₂-emissies van verkeer met 6% in 2030 en 8% 2040 (beiden t.o.v. 2020).

Bovenstaande berekeningen leveren het emissieverloop volgens het referentie-verloop (BAU), conform vastgesteld beleid. Vervolgens is bepaald wat er verwacht mag worden van 'rugwind' door maatregelen van EU en de Rijksoverheid.

Voor de sector Mobiliteit zijn voor rugwind de volgende maatregelen aangenomen:

- Invoering van een landelijke kilometerheffing voor al het wegverkeer vanaf 2020 (ter hoogte van 6,7 eurocent gemiddeld voor personenauto's).
- Aanscherping EU-normstelling personenauto's van 95 g/km in 2020 naar 60 g/km in 2030 en 40 g/km in 2040. De verwachting is dat om dit te halen na 2020 een groot deel van de personen- en bestelauto's op alternatieve energiedragers moet rijden (waarschijnlijk elektriciteit). Er is rekening gehouden met de tijd die nodig is voordat de bestaande vloot is vervangen en met verschillen tussen de emissies tijdens de testcyclus voor de type-goedkeuring en de (aanmerkelijk hogere) praktijkemissies.
- Voor het vrachtverkeer over de weg is verondersteld dat Europese voertuignormen zorgen de CO₂-emissies daarvan terugdringen met 5% (2020), 10% (2030) en 20% (2040).

- Er is verondersteld dat toepassing van tweede generatie biobrandstoffen voor een extra CO₂-reductie voor de totale emissies van het wegverkeer zorgt van 10% in 2030 en 20% in 2040. Als we uitgaan van biobrandstoffen die 50% emissiereductie geven t.o.v. fossiele brandstoffen, dan betekent dit dat resp. 20% (2030) en 40% (2040) van de brandstoffen van het verkeer uit biobrandstoffen bestaat.

In Tabel 53 zijn de uitgangspunten voor deze ‘rugwind’ voor mobiliteit opgenomen.

Tabel 53 Uitgangspunten Mobiliteit ‘rugwind’

	2020	2030	2040
Kilometerheffing (€ct/km)	6,7	6,7	6,7
Reductie t.o.v. 2011 a.g.v. emissieregulerings EU	18%	40%	59%
Extra CO ₂ -reductie a.g.v. gebruik biobrandstoffen	3%	10%	20%

De rugwind levert een belangrijke bijdrage om te komen tot klimaat-neutraliteit, maar is op zichzelf niet voldoende om het doel te halen.

Er ligt ook een belangrijk potentieel op het gebied van maatregelen op gemeentelijk en regionaal niveau. Bijvoorbeeld:

- ruimtelijke inpassing en evt. medefinanciering van oplaadinfrastructuur voor elektrische auto's (uiterlijk vanaf 2015);
- ondersteuning van een omslag naar duurzame elektriciteitsopwekking;
- op termijn ondersteuning van toepassing van tweede generatie biobrandstoffen met daadwerkelijk CO₂-reductiepotentieel, vooral in het goederenwegvervoer.

Het gemeentelijk beleid om verdere CO₂-emissiereductie in verkeer te realiseren staat beschreven in de nota's van de regiogemeenten en het stadsgewest. De meest relevante maatregelen zijn:

- Verbetering van het OV zodat het aandeel stijgt. Maatregelen hiervoor zijn o.a. investeren in Netwerk RandstadRail, hogere frequenties rond intercitystations en Stedenbaan, verbeteren tangentialverbindingen, goede aansluiting op HST en luchthavens, verbeteren comfort, reisinformatie en toegankelijkheid.
- Fietsgebruik laten groeien. Maatregelen hiervoor zijn o.a. fietsnetwerk, fietsparkeervoorzieningen, terugdringen fietsdiefstal, promotie en communicatie.

Tegelijk staan er in verkeersnota's diverse maatregelen genoemd welke automobiliteit aantrekkelijker maken. Het betreft o.a. maatregelen die de reistijd met de auto verkorten, uitbreiding van het parkeeraanbod.

Als voorbeeld uit de gemeente Den Haag: De HNM noemt een toename van het autobezit en autogebruik tussen 2007 en 2020 van 15 tot 20%. Het beleid is er op gericht deze groei te faciliteren.

De genoemde maatregelen kunnen echter ook gezien worden als het stimuleren van deze groei van automobiliteit, mede gezien een verbeterd aanbod de vraag naar automobiliteit aanjaagt. De groei van de het Stadsgewest kan in die zin ook als kans worden gezien om mobiliteitspatronen duurzamer in te laten vullen. Dit vereist voor Den Haag bijvoorbeeld ten opzichte van de lijn die is ingezet met de HNM o.a. dat de doorstroom-snelheden voor wegverkeer worden losgelaten en dat weginfrastructuur niet of nauwelijks meer wordt uitgebreid.

De ervaring leert dat de effectiviteit van individuele maatregelen om de lokale mobiliteit te beïnvloeden veelal beperkt zijn. Met samenhangend beleid waarbij verschillende elementen worden gecombineerd die in dezelfde richting werken kunnen echter op lange termijn wel degelijk significante effecten worden bereikt. Het betreft dan in het bijzonder maatregelen op het vlak van ruimtelijke ordening, verkeersmanagement, infrastructuur, parkeer-beleid, fietsbeleid en OV-beleid. Essentieel is dat daarbij een combinatie van ‘push’ en ‘pull’ wordt gehanteerd.

Concreet betekent dit dat de maatregelen in Tabel 54 worden genomen en over de hele periode worden gecontinueerd en geïntensiveerd. De strategie laat zich voor een belangrijk deel samenvatten als ‘Maak het gebruik van fiets, lopen en OV leuker, sneller en goedkoper dan de auto’. Het effect van een dergelijk pakket hangt af van hoe consequent en vergaand de maatregelen worden ingevoerd. Ter illustratie van wat met een langjarig en consequent beleid mogelijk is: het aandeel fietsgebruik in Den Haag is momenteel zo’n 18%, terwijl in steden als Leiden en Groningen dit aanmerkelijk hoger ligt, ruim 30% (KpVV, 2012). Het gemeentelijk beleid blijkt overigens niet de enige, maar wel een belangrijke verklarende factor te zijn voor het aandeel fietsgebruik.

We schatten in dat met een pakket maatregelen zoals samengevat in Tabel 54, op lange termijn (2050) een CO₂-reductie valt te halen tot maximaal ca. 20%. Het betreft intensivering van maatregelen plus een uitbreiding. Voor 2020 en 2030 zijn de reductiemogelijkheden lager omdat de vereiste gedragsveranderingen en ruimtelijke veranderingen veel tijd vragen. We schatten in dat voor 2020 ca. 10% reductie mogelijk is en in 2030 ca. 15%.

Tabel 54 Samenhangend pakket van maatregelen op gemeentelijk niveau op het vlak van mobiliteit. Het betreft geen limitatieve lijst, maar een concretisering van de mogelijkheden. De inschatting van het effect van het pakket is gebaseerd op invoering van het geheel

Beleidsveld	Maatregelen
Ruimtelijke ordening en infrastructuur	- meer aandacht voor duurzame mobiliteit in structuurvisies met nadruk op beperking automobilititeit; - ruimtegebruik verder intensiveren: functies stapelen; - verdere functiemenging: meer voorzieningen in de wijken; - in het wegbeeld: letterlijk veel meer ruimte voor fietsers en voetgangers, radicaal en door de hele regio; - verdere uitbreiding van autovrije en auto-arme zones in binnensteden en rond winkelcentra, scholen, e.d.; - OV-knooppunten verder uitbouwen als economische knooppunten; - bij herstructurering van bestaande wijken en ontwikkeling van nieuwe wijken kansen voor modal shift benutten (bijv. door fiets en OV-ontsluiting vroegtijdig te realiseren, afspraken te maken over minder parkeerplaatsen, etc.); - (vrijwel) geen uitbreiding meer van weginfrastructuur en deel bestaande wegruimte herbestemmen voor fietsen en lopen.
Verkeersmanagement	- verlaging maximum snelheden (van 50 naar 30 km/u; van 80 naar 60 km/u), incl. strenge handhaving; - voetgangers en fietsers vaker letterlijk voorrang geven; - bij afstelling VRI's fietsers en voetgangers voorrang geven en extra groenfase (voor alle rijrichtingen); - bevorderen autodelen door de hele stad; - knippen leggen in de stad (zonering zoals in Houten en Groningen) om autogebruik binnen de stad te ontmoedigen.

Beleidsveld	Maatregelen
Parkeerbeleid en prijsbeleid	- uitbreiding betaald parkeren (in plaats en tijd) en verhoging van tarieven; - differentiatie tarieven parkeervergunningen naar CO₂-uitstoot; - geen nieuwe parkeergarages in de binnenstad; - minder parkeerplaatsen op straat, vrijkomende ruimte herbestemming geven in overleg met bewoners; - milieuzones, differentiatie parkeertarieven en beprijzing (druk op Rijk voor meer beleidsruimte); - invoering van een congestieheffing voor meest drukste delen van de stad; opbrengsten aanwenden voor verbetering low carbon vervoer.
Fietsers en Voetgangers	- goede, veilige en snelle fietsroutes en voetpaden, evt. met ongelijkvloerse kruisingen; - snelfietsroutes 2x2 op hoofdverbindingen; - aftel wachttijdindicatoren bij VRI's; - inpandige stalling verplichten in nieuwe gebouwen en fietsparkeernorm ontwikkelen; - weesfietsen op tijd weghalen; - oplaadpunten voor elektrische fietsen; - bedrijven stimuleren om fietsgebruik aan te moedigen voor klanten en werknemers; - profilering als fietsstad/regio en daarbij gezondheid en leefbaarheid centraal stellen.
OV-beleid	- extra impuls voor OV op drukke corridors naar omliggende agglomeraties; - functioneel aanbesteden van OV: sturen op doelen; - CO₂-eisen stellen in aanbestedingen OV.
Goederenvervoer	- gebundelde bevoorradingsconcepten (bijv. Binnenstadservice, Cargohopper); - bedrijven stimuleren om relatief schone en zuinige voertuigen te gebruiken; - gebruik van tweede generatie biobrandstoffen ondersteunen.

Tabel 55 Optie pluspakket mobiliteit

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Besparing pluspakket mobiliteit	(kton)	0	207	302	418	444

A.4.2 Hernieuwbare energie

Tabel 56 geeft de opties voor hernieuwbare energie uit de Routekaart weer. Daar waar de Routekaart geen duidelijkheid geeft over de invulling van de optie, zijn aannames gedaan. Deze zijn weergegeven in de komende alinea's.

Tabel 56 Opties hernieuwbare energie Routekaart

Hernieuwbare energie	Eenheid	Toelichting	Opmerking
Zonnestroompanelen woningbouw	(m ²)	30 per huis	8.250.000 m ² (=30 m ² op 275.000 woningen (60%))
Zonnestroompanelen bestaande bedrijventerrein	(%)	80% beschikbaar dakoppervlak	80% van de daken bedekt met zonnestroom
Zonneboilers nieuwe woningen	(%)	90% van de woningen	
Zonneboilers bestaande woningen	(%)	70% van de woningen	



Hernieuwbare energie	Eenheid	Toelichting	Opmerking
Warmte uit kassen	(%)	10%	aangesloten woningen
Diepe aardwarmte	(%)	25%	aangesloten woningen 115.000 woningen (25%)
Bio-energiecentrale hout-, tuin-, plantsoenafval	(%)	100%	benutting van totaal beschikbare biomassa
Bio-energievergisting GFT	(%)	100%	benutting van totaal beschikbare GFT
Warmte-absorberend asfalt (nieuw asfalt)	(%)	20%	Benutting van nieuw aangelegd asfalt
Windmolens	(MW _e)	60	

Zonne-energie

PV-panelen woningen

De productie van elektriciteit door het plaatsen van zonnepanelen op daken van woningen moet een belangrijke bijdrage leveren aan hernieuwbare elektriciteitsproductie. In de Routekaart krijgt 60% van de woningen 30 m² panelen op het dak⁶. In de komende decennia neemt de efficiëntie van de PV-panelen naar verwachting nog sterk toe, dit is meegenomen in de berekening⁷. De toekomstige efficiëntie komt uit CE Delft (2013). In Tabel 57 staan de resultaten van deze optie.

Tabel 57 Optie PV-panelen woningen

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Aantal in DH	(m ²)	0	260.000	520.000	780.000	780.000
Productie in DH	(GWh)	0	16	31	47	62
Aantal resterende woningen	(n)	234.491	258.759	284.384	308.427	330.262
Per woning	(m ²)	30	30	30	30	30
Aandeel woningen	(%)	0%	15%	30%	45%	60%
Opbrengst	(W _p /m ²)	135	175	225	250	275
Vollasturen	(h)	900	900	900	900	900
Productie excl. DH	(GWh)	0	183	518	937	1.471
Productie totaal	(TJ)	0	773	2.090	3.710	5.634
CO₂-besparing	(kton)	0	63	84	46	8

PV-panelen bedrijventerreinen

Op 80% van het dakoppervlak van bedrijventerreinen worden PV-panelen neergelegd⁸. Deze hebben dezelfde eigenschappen als de PV-panelen voor woningen. Voor het bepalen van het oppervlak van bedrijventerreinen is gebruik gemaakt van het Regionaal Structuurplan Haaglanden 2020 (Haaglanden, 2008).

⁶ Hier geldt een uitzondering voor Den Haag. Voor Den Haag wordt de waarde uit de backcastingstudie Den Haag aangehouden. Den Haag gaat uit van 30% benutting van het dakoppervlak van woningen en bedrijven. Dit komt neer op totaal 1.560.000 m². Aangenomen wordt dat dit 50/50 verdeeld is over woningen en bedrijven.

⁷ Hierbij geldt een uitzondering voor Den Haag. Voor Den Haag wordt voor alle jaren een efficiëntie van 120 W_p/m² en 1.000 vollasturen verondersteld.

⁸ Voor Den Haag zie voetnoot 6.



Tabel 58 Optie PV-panelen bedrijventerreinen

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Aantal in DH	(m ²)	0	260.000	520.000	780.000	780.000
Productie in DH	(GWh)	0	16	31	47	62
Aantal resterende oppervlak	(ha)	1.209	1.370	1.370	1.370	1.370
Bebouwingsfactor	(%)	75%	75%	75%	75%	75%
PV-oppervlak	(%)	0%	20%	40%	60%	80%
Opbrengst	(W _p /m ²)	135	175	225	250	275
Vollasturen	(h)	900	900	900	900	900
Productie excl. DH	(GWh)	0	324	832	1.387	2.034
Productie totaal	(TJ)	0	1.277	3.220	5.330	7.659
CO₂-besparing	(kton)	0	105	129	67	11

Zonneboilers nieuwe woningen

Volgens de technische invulling van de Routekaart heeft in 2050 heeft 90% van de nieuwe woningen (vanaf 2010 gebouwd) een zonneboiler voor de productie van warmte. Deze warmte wordt primair ingezet voor warm tapwater, maar kan ook voor ruimteverwarming worden gebruikt. In Tabel 59 staan de resultaten hiervan.

Tabel 59 Optie zonneboilers nieuwe woningen

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Aantal nieuwbouwwoningen	(n)	0	52.141	105.874	157.988	207.821
Aandeel zonneboilers	(%)	10%	30%	50%	70%	90%
Aantal zonneboilers	(n)	0	15.642	52.937	110.591	187.039
Besparing aardgas-equivalenten	(mln m ³ _{eq})	0	3	9	18	31
Ontsparring elektriciteit (hulpenergie)	(GWh)	0	0	2	3	6
Productie totaal	(TJ)	0	80	271	565	956
CO₂-besparing	(kton)	0	4	15	33	55

Zonneboilers bestaande woningen

In 2050 heeft 70% van de bestaande woningen een zonneboiler⁹. Tabel 60 geeft de resultaten.

Tabel 60 Optie zonneboilers bestaande woningen

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Aantal in DH	(n)	0	3.333	6.667	10.000	10.000
Productie in DH	(TJ)	0	17	33	50	50
Aantal resterende woningen	(n)	234.491	258.759	284.384	308.427	330.262
Aandeel zonneboilers	(%)	1%	18%	36%	53%	70%
Aantal zonneboilers	(n)	2.345	47.223	100.956	162.695	231.183
Besparing aardgas-equivalenten	(mln m ³ _{eq})	0	8	17	27	38
Ontsparring elektriciteit (hulpenergie)	(GWh)	0	1	3	5	7
Energiebesparing excl. DH	(TJ)	12	241	516	831	1.181
Productie totaal	(TJ)	12	258	549	881	1.231
CO₂-besparing totaal	(kton)	1	14	31	51	71

⁹ Hier geldt een uitzondering voor Den Haag. Voor Den Haag wordt een totaal van 10.000 zonneboilers in 2040 gehanteerd, die ieder 5 GJ energie besparen.



Warmte uit kassen

Deze optie gaat er van uit dat 10% van de woningen (nieuw en bestaand) warmte krijgt vanuit kassen. Aangenomen wordt dat dit gelijk staat aan 10% van de warmtevraag voor ruimteverwarming en warm tapwater, na het treffen van de besparende maatregelen uit A.4.1. Deze optie leidt niet tot een directe energiebesparing in finaal gebruik, maar wel tot een CO₂-besparing. Hierbij wordt aangenomen dat 100% aardgas wordt uitgespaard. In Tabel 61 staat daarvan het resultaat.

Tabel 61 Optie warmte uit kassen

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Aantal woningen	(n)	471.996	510.607	550.576	588.963	625.141
Resterend energiegebruik RV+WTW	(TJ)	20.131	14.922	11.256	8.735	7.055
Aangesloten woningen	(%)	0%	3%	5%	8%	10%
Aangesloten woningen	(n)	0	12.765	27.529	44.172	62.514
Productie totaal	(TJ)	0	373	563	655	706
CO ₂ -besparing	(kton)	0	21	32	37	40

Opmerking: RV = ruimteverwarming; WTW = warm tapwater.

Diepe aardwarmte

Warmte uit geothermie moet in 2050 een kwart van de woningen voorzien van warmte. Aangenomen wordt dat dit gelijk staat aan 25% van de warmtevraag na het treffen van de besparende maatregelen. Deze optie leidt niet tot een directe energiebesparing in finaal gebruik, maar wel tot een CO₂-besparing. Hierbij wordt aangenomen dat 100% aardgas wordt uitgespaard. In Tabel 62 staat daarvan het resultaat.

Tabel 62 Optie diepe aardwarmte

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Aantal woningen	(n)	471.996	510.607	550.576	588.963	625.141
Resterend energiegebruik RV+WTW	(TJ)	20.131	14.922	11.256	8.735	7.055
Aangesloten woningen	(%)	0%	6%	13%	19%	25%
Aangesloten woningen	(n)	0	31.913	68.822	110.430	156.285
Productie totaal	(TJ)	0	933	1.407	1.638	1.764
CO ₂ -besparing	(kton)	0	53	80	93	100

Bio-energiecentrale

Door het hout-, tuin- en plantsoenafval uit de regio in te zetten in een bio-energiecentrale, kan hernieuwbare elektriciteit en warmte worden geproduceerd. De beschikbare hoeveelheid biomassa komt uit de haalbaarheidsstudie Biomassacentrale Haaglanden (DHV, 2012).



Tabel 63 Optie bio-energiecentrale

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Beschikbare biomassa	(kton)	284	284	284	284	284
Beschikbare biomassa	(TJ)	1.365	1.365	1.365	1.365	1.365
Benutting biomassa	(%)	10%	33%	55%	78%	100%
Elektriciteitsproductie	(TJ)	55	177	300	423	546
Warmteproductie	(TJ)	68	222	375	529	683
Elektriciteitsproductie	(GWh)	15	49	83	118	152
Warmteproductie	(mln m ³)	2	7	12	17	22
Productie totaal	(TJ)	123	399	676	952	1.229
CO₂-besparing	(kton)	11	27	33	35	39

Opmerking: Aangenomen rendementen BEC: elektrisch 40%; thermisch 50%.

Bio-energievergister

Naast het gebruiken van de houtige biomassa in de bio-energiecentrale kan overige biomassa in de vorm van GFT worden vergist in een vergister. De beschikbare hoeveelheid biomassa, de productie van elektriciteit en warmte en de emissiereductie daardoor, komen uit de haalbaarheidsstudie (DHV, 2012).

Tabel 64 Optie bio-energievergister

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Beschikbare biomassa	(kton)	47	47	47	47	47
Benutting biomassa	(%)	10%	33%	55%	78%	100%
Benutting biomassa	(kton)	5	15	26	37	47
Productie totaal	(TJ)	13	41	69	98	126
CO₂-besparing	(kton)	1	2	4	6	7

Opmerking: Optimale productie vergisten GFT: 2.659 MJ/ton; CO₂-reductie vergisten en groen gas: 156 kg/ton (DHV, 2012)

Warmte-absorberend asfalt

Het asfalt van een weg kan gebruikt worden als collector voor zonne-energie. De warmte die hiermee wordt gewonnen, kan in worden gezet in combinatie met WKO of warmtenetten. De laatste jaren zijn meerdere onderzoeken uitgevoerd op dit onderwerp. In de Routekaart wordt gesteld dat in 2050 20% van het nieuw gelegde asfalt warmte produceert. Om inzichtelijk te krijgen wat dit betekent, is een aantal aannames nodig:

- het totaal oppervlak wegverkeersterrein in Haaglanden komt van het CBS (2013) en blijft tot 2050 constant;
- 80% van het oppervlak van het wegverkeersterrein wordt ingenomen door de straat;
- 25% van het oppervlak van de straten is van asfalt;
- straten worden eens in de 40 jaar vervangen;
- warmte-absorberend asfalt kan jaarlijks 1,5 GJ/m² opbrengen (ECN, 2007);
- de geproduceerde warmte spaart het gebruik van aardgas uit.



Tabel 65 Optie warmte-absorberend asfalt

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Oppervlak wegverkeersterrein	(ha)	1.987	1.987	1.987	1.987	1.987
Aandeel straat (van wegverkeersterrein)	(%)	80%	80%	80%	80%	80%
Aandeel asfalt (van straat)	(%)	25%	25%	25%	25%	25%
5-Jaarlijkse vernieuwd	(%)	0,0%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%
Benutting	(%)	0%	5%	10%	15%	20%
Cumulatief oppervlak warmte-asfalt	(ha)	0	4	12	26	45
Productie totaal	(TJ)	0	56	186	391	671
CO₂-besparing	(kton)	0	3	11	22	38

Windmolens

De Routekaart houdt rekening met het plaatsen van 60 MW aan windturbines in de regio. Dit komt overeen met 15-20 turbines. In Tabel 66 staan de resultaten hiervan.

Tabel 66 Optie windmolens

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Opgesteld vermogen	(MW _e)	4	18	32	46	60
Vollasturen	(h)	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
Productie	(GWh)	9	40	70	101	132
Productie totaal	(TJ)	32	143	253	364	475
CO₂-besparing	(kton)	4	12	10	5	1

Glastuinbouw

In overleg met de begeleidingscommissie is besloten dat de resterende energievraag voor de glastuinbouw voor elektriciteit in het eindbeeld ingevuld wordt met CO₂-vrije elektriciteit en voor warmte met geothermie.

Elektriciteit glastuinbouw

De elektriciteit kan worden ingevuld door bijvoorbeeld wind op land, wind op zee of nog te ontwikkelen technieken. Ter illustratie is hieronder het resultaat weergegeven wanneer dit wordt ingevuld met productie met windturbines op land.

Tabel 67 Optioneel grootschalig wind op land voor glastuinbouw (illustratief)

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Elektriciteitsvraag	(TJ)	6.756	7.003	6.893	6.602	6.197
Aandeel windenergie	(%)	0%	25%	50%	75%	100%
Aandeel windenergie	(TJ)	0	1.751	3.446	4.951	6.197
Vollasturen	(h)	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
Opgesteld vermogen	(MW _e)	0	221	435	625	782
Aantal turbines van 4 MW	(n)	0	56	109	157	196
Productie totaal	(TJ)	0	1.751	3.446	4.951	6.197
CO₂-besparing	(kton)	0	143	138	62	9

Warmte glastuinbouw

De warmtevraag wordt voorzien door geothermie. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 68.

Tabel 68 Optie warmte glastuinbouw

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
Resterende warmtevraag	(TJ)	28.817	24.039	20.295	17.121	14.265
CO ₂ -emissie warmtevraag	(kton)	1.155	1.162	1.233	1.221	1.098
Methaanslip (CO _{2eq})	(kton)	328	274	231	195	162
Aandeel geothermie	(%)	0%	25%	50%	75%	100%
Productie totaal	(TJ)	0	6.010	10.148	12.841	14.265
CO₂-besparing	(kton)	0	359	732	1.062	1.260

Opmerking: CO₂-besparing is inclusief besparing op methaanslip.

Klimaatneutraalpakketten

Zelfs als alle maatregelen uit de Routekaart succesvol worden toegepast, dan leidt de optelling van de bovenstaande maatregelen voor energiebesparing en hernieuwbare energie (nog) niet tot een volledig klimaatneutraal Haaglanden. Dit komt enerzijds doordat de maatregelen uit de Routekaart niet geheel optellen tot het einddoel voor de betreffende sectoren, en anderzijds door restemissies van de sector Verkeer en door de overige broeikasgasemissies, welke nog niet in de Routekaart waren opgenomen. Het betreft een beperkt deel (ca. 10%) van de emissies in het referentiescenario (BAU).

Om toch te komen tot een klimaatneutraal stadsgewest, worden aanvullende klimaatneutraalpakketten als maatregelen toegevoegd. Deze pakketten betreffen de warmte- en koudevoorziening, elektriciteit, emissiereductie in verkeer en de reductie van overige broeikasgassen. Deze pakketten worden verder niet in technische opties gespecificeerd.

Tabel 69 geeft de omvang weer van de emissies die met de klimaatneutraalpakketten ingevuld moet worden.

Tabel 69 Restemissies na maatregelen Routekaart

	Eenheid	2010	2020	2030	2040	2050
BAU-emissie elektriciteit	(kton)	2.788	2.120	1.141	378	45
BAU-emissie warmte	(kton)	3.575	3.739	3.985	4.128	4.207
BAU-emissie overige BKG	(kton)	139	139	139	139	139
BAU-emissie verkeer	(kton)	1.986	1.822	1.409	1.087	968
	(kton)	8.489	7.820	6.674	5.731	5.359
Energiebesparing elektriciteit	(kton)	0	169	182	90	14
Energiebesparing warmte	(kton)	0	755	1.391	1.923	2.395
Energiebesparing overige BKG	(kton)	0	0	0	0	0
Energiebesparing verkeer	(kton)	0	207	302	418	444
	(kton)	0	1.131	1.876	2.431	2.853
Hernieuwbare energie elektriciteit ¹	(kton)	0	311	351	175	28
Hernieuwbare energie warmte ²	(kton)	11	479	924	1.310	1.566
Hernieuwbare energie overige BKG	(kton)	0	0	0	0	0
Hernieuwbare energie verkeer	(kton)	0	0	0	0	0
	(kton)	11	790	1.275	1.485	1.594
Restemissie elektriciteit	(kton)					2
Restemissie warmte/koude	(kton)					246
Restemissie overige BKG	(kton)					139
Restemissie verkeer	(kton)					525
Totaal	(kton)					913

¹⁾ Dit is de CO₂-reductie van hernieuwbare elektriciteit, met uitzondering van grootschalig wind. Deze wordt niet gealloceerd naar specifieke gemeenten, maar op het landelijke net gezet. Deze optie komt daarmee in het klimaatneutraalpakket.

²⁾ Dit is CO₂-reductie van hernieuwbare warmte, met uitzondering van warmte uit asfalt en bio-energievergister. Deze wordt niet gealloceerd naar specifieke gemeenten, maar op het landelijke net ingevoerd (groen gas) of allocatie is onbekend. Deze optie komt daarmee in het klimaatneutraalpakket.

Uit Tabel 69 blijkt dat in 2050 er nog 925 kton moet worden ingevuld door de klimaatneutraalpakketten (waarvan 46 kton reeds wordt ingevuld door grootschalig wind, warmte uit asfalt en bio-energievergister). Als wordt aangenomen dat deze pakketten in de komende decennia geleidelijk in omvang toenemen en gelijk verdeeld zijn over besparing en hernieuwbaar, dan laat Tabel 70 de verdeling van de klimaatneutraalpakketten in de tijd zien.

Tabel 70 Klimaatneutraalpakketten

Besparing		2010	2020	2030	2040	2050
Klimaatneutraalpakket elektriciteit	(kton)	0	0	1	1	1
Klimaatneutraalpakket WK	(kton)	0	31	62	92	123
Klimaatneutraalpakket overige BKG	(kton)	0	17	35	52	69
Klimaatneutraalpakket verkeer	(kton)	0	66	131	197	262
Hernieuwbaar		2010	2020	2030	2040	2050
Klimaatneutraalpakket elektriciteit	(kton)	0	0	1	1	1
Klimaatneutraalpakket WK	(kton)	0	31	62	92	123
Klimaatneutraalpakket overige BKG	(kton)	0	17	35	52	69
Klimaatneutraalpakket verkeer	(kton)	0	66	131	197	262



A.4.3 Totaalbeeld Routekaart

In de onderstaande tabellen staan de totalen voor energiebesparing, hernieuwbare energie en CO₂-besparing. Voor mobiliteit zijn geen energiecijfers beschikbaar, alleen CO₂-emissiecijfers.

Tabel 71 Totaal opties energiebesparing

in TJ	2010	2020	2030	2040	2050
EPC is 0 in 2015 - NB	0	439	481	489	491
Zuinig gedrag - NB	0	64	281	657	1.141
Optimale isolatie - BB	0	2.205	4.286	6.244	8.079
Verbeterde ruimteverwarming - BB	0	2.802	4.086	4.333	3.860
Warmte door warmtenet - BB	0	0	0	0	0
Zuinig gedrag - BB	0	547	1.149	1.744	2.225
Energiebesparing - GTB	0	3.239	6.290	9.254	12.166
Energiebesparing - IND	0	232	487	731	994
Energiebesparing - HDO	0	3.519	7.318	10.915	14.954
Warmte door warmtenet - HDO	0	0	0	0	0
Warmte door WKO - HDO	0	888	1.409	1.460	1.154
Totaal	0	13.936	25.788	35.827	45.064
in kton CO ₂					
EPC is 0 in 2015 - NB	0	24	28	29	29
Zuinig gedrag - NB	0	5	11	8	2
Optimale isolatie - BB	0	125	243	353	457
Verbeterde ruimteverwarming - BB	0	159	231	245	218
Warmte door warmtenet - BB	0	36	53	59	59
Zuinig gedrag - BB	0	45	46	22	3
Energiebesparing - GTB	0	229	445	655	862
Energiebesparing - IND	0	16	24	27	33
Energiebesparing - HDO	0	219	386	504	658
Warmte door warmtenet - HDO	0	17	27	28	22
Warmte door WKO - HDO	0	50	80	83	65
Besparing vervoer	0	207	302	418	444
Klimaatneutraalpakketten besparing	0	114	228	342	456
Totaal	0	1.245	2.104	2.773	3.309



Tabel 72 Totaal opties hernieuwbare energie

in TJ	2010	2020	2030	2040	2050
PV-panelen woningen	0	773	2.090	3.710	5.634
PV-panelen bedrijventerreinen	0	1.277	3.220	5.330	7.659
Zonneboilers nieuwe woningen	0	80	271	565	956
Zonneboilers bestaande woningen	12	258	549	881	1.231
Warmte uit kassen	0	373	563	655	706
Diepe aardwarmte	0	933	1.407	1.638	1.764
Bio-energiecentrale	123	399	676	952	1.229
Bio-energievergister	13	41	69	98	126
Warmte-absorberend asfalt	0	56	186	391	671
Windmolens	32	143	253	364	475
Elektriciteit voor glastuinbouw	0	1.751	3.446	4.951	6.197
Warmte voor glastuinbouw	0	6.010	10.148	12.841	14.265
Totaal	179	12.093	22.879	32.376	40.912
in kton					
PV-panelen woningen	0	63	84	46	8
PV-panelen bedrijventerreinen	0	105	129	67	11
Zonneboilers nieuwe woningen	0	4	15	33	55
Zonneboilers bestaande woningen	1	14	31	51	71
Warmte uit kassen	0	21	32	37	40
Diepe aardwarmte	0	53	80	93	100
Bio-energiecentrale	11	27	33	35	39
Bio-energievergister	1	2	4	6	7
Warmte-absorberend asfalt	0	3	11	22	38
Windmolens	4	12	10	5	1
Elektriciteit voor glastuinbouw	0	143	138	62	9
Warmte voor glastuinbouw	0	359	732	1.062	1.260
Klimaatneutraalpakketten hernieuwbaar	0	0	0	0	0
Totaal	0	8	84	269	410

A.5 Klimaatneutraal Haaglanden

Door de gegevens van de voorgaande paragrafen samen te voegen, wordt het beeld gekregen van de route naar een klimaatneutraal Haaglanden. Het Business As Usual-scenario leidt tot een energievraag en bijbehorende emissies in 2050. Het pakket met besparende maatregelen uit de Routekaart zorgt dat deze vraag en emissies afnemen. De resterende energievraag en emissies worden tot slot ingevuld door hernieuwbare opties. In de volgende tabellen en grafieken wordt dit weergegeven.

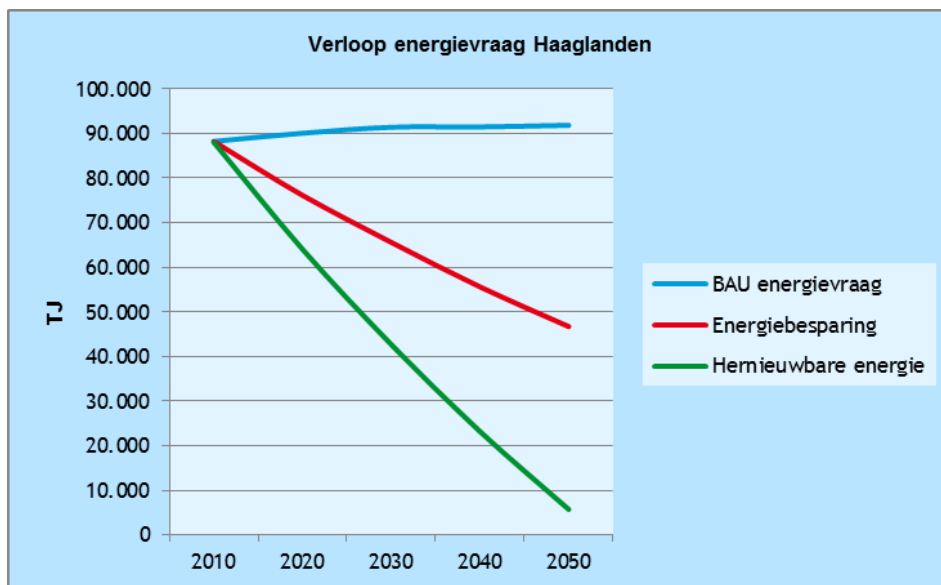
Tabel 73 Verloop energievraag Haaglanden

	2010	2020	2030	2040	2050
BAU energievraag	88.234	90.077	91.380	91.418	91.743
Energiebesparing	0	13.936	25.788	35.827	45.064
Hernieuwbare energie	179	12.093	22.879	32.376	40.912
<i>Opgave</i>	<i>88.055</i>	<i>64.048</i>	<i>42.713</i>	<i>23.215</i>	<i>5.767</i>

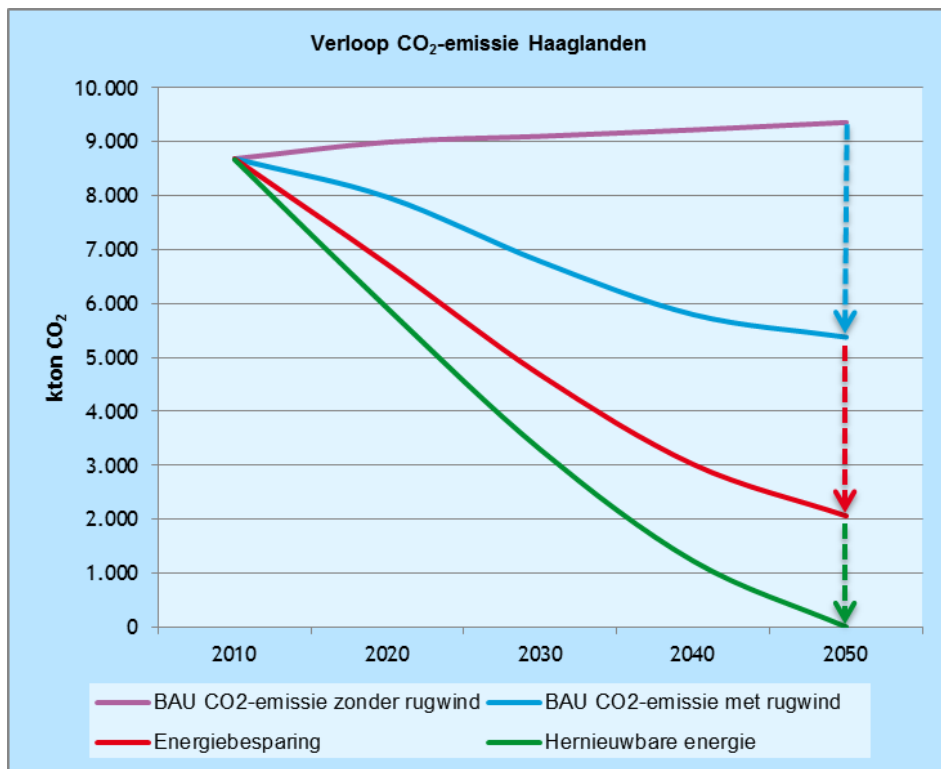
Tabel 74 Verloop CO₂-emissie Haaglanden

	2010	2020	2030	2040	2050
BAU CO ₂ -emissie	8.489	7.820	6.674	5.731	5.359
Energiebesparing	0	1.245	2.104	2.773	3.309
Hernieuwbare energie	16	815	1.384	1.787	2.050
<i>Opgave</i>	<i>8.473</i>	<i>5.760</i>	<i>3.187</i>	<i>1.172</i>	<i>0</i>

Figuur 7 Verloop energievraag Haaglanden



Figuur 8 Verloop CO₂-emissie Haaglanden



A.6 Beleidspakketten backcasting

Voor het ontwikkelen van de beleidsaanpak voor de backcasting wordt niet op iedere losse maatregel een beleidsaanpak ontwikkeld, maar worden meerdere maatregelen samengevoegd. Maatregelen met dezelfde doelgroep of hetzelfde kritieke pad kunnen op deze wijze eenzelfde aanpak krijgen. In Tabel 75 wordt een overzicht gegeven van de verdeling van de individuele maatregelen en in welk beleidspakket zij zitten voor het kritieke pad.

Tabel 75 Beleidspakketten voor kritieke pad-analyse

Beleidspakket	Maatregel
Warmte-efficiëntie gebouwen	EPC is 0 in 2015 - NB Optimale isolatie - BB Warmtebesparing - IND Warmtebesparing - HDO Zonneboilers - NB Zonneboilers - BB
Klimaatneutraalpakket warmte en koude gebouwen	Verbeterde ruimteverwarming - BB Bio-energiecentrale Bio-energievergister
Pluspakket mobiliteit	Besparing vervoer
Geothermie glastuinbouw	Warmte voor glastuinbouw
Warmtenetten: restwarmte, WKO en geothermie	Warmte door warmtenet - BB Warmte door warmtenet - HDO Warmte door WKO - HDO Warmte uit kassen Warmte uit geothermie Warmte uit asfalt
Klimaatneutraalpakket mobiliteit	Klimaatneutraalpakket mobiliteit
Warmte-efficiëntie glastuinbouw	Energiebesparing - GTB
Geen specifieke kritiekepadanalyse voor uitgevoerd (vallen onder rugwind, of betreft kleinere maatregelen of liggen buiten invloedssfeer gemeenten)	Zuinig gedrag - BB Zuinig gedrag - NB Elektriciteitsbesparing - IND Elektriciteitsbesparing - HDO Elektriciteitsbesparing - GTB Windmolens Elektriciteit voor glastuinbouw Klimaatneutraalpakket overig broeikasgas Klimaatneutraalpakket elektriciteit

A.7 Gebruikte kentallen

Tabel 76 Gehanteerde kentallen in de berekeningen

Conversiefactoren	2010	2020	2030	2040	2050
m ³ gas --> MJ gas	31,65				
GWh --> TJ	3,6				
GJ gas --> kg CO ₂	56,6				
kWh --> kg CO ₂ (bron: PRIMES)	0,447	0,295	0,144	0,045	0,005
GJe --> kg CO ₂ (bron: PRIMES)	124,2	81,9	40,1	12,5	1,4
Vermeden TJ primair --> vermeden kton CO ₂	0,0694				
Warmte TJ --> kton CO ₂	0,0566				
Reductie stadsverwarming	50%				
Reductie WKO (bron: Agentschap NL, 2011)	50%				
Generieke besparing nieuwbouwwoningen	0%	90%	98%	99%	99%
Ontwikkeling hulpenergie nieuwbouwwoningen	100%	250%	350%	350%	350%
Rendement e-park	40%				
Rendement ketel GTB (ow.)	90%				
Methaanslip - WKK (gr/GJ) (bron: Agentschap NL, 2012)	412				
GWP - methaan	21				
Verbrandingswaarde biomassa (MJ/kg)	4,8				
Optimale productie vergisten GFT (MJ/ton)	2.659				
CO ₂ -emissiereductie vergisten en groen gas (kg/ton)	156				
Productie zonneweg (GJ/m ²)	1,5				
Besparing per zonneboiler (m ³ /stuk)	165				
Ontsparring per zonneboiler (kWh/stuk)	31,2				
Rendementsverloop verbeterde ruimteverwarming	100%	113%	125%	138%	150%
Aandeel ruimteverwarming (bron: Warmtewet)	79%				
Aandeel warm tapwater BB (bron: Warmtewet)	21%				
Aandeel warm tapwater NB	80%				
Elektriciteitsprijs huishoudens (ex BTW)					
Leveringsprijs (€/kWh)	€ 0,0709				
Energiebelasting (€/kWh)	€ 0,1165				
Opslag DE (€/kWh)	€ 0,0011				
Vastrecht (€)	€ 22,86				
Teruggaaf EB (€)	€ 318,62				
Periodieke aansluitvergoeding (€)	€ 19,63				
Vastrecht transport (€)	€ 18,00				
Capaciteitstarief (€)	€ 147,20				
Systeemdiensten (€)	€ 4,16				
Meterdiensten (€)	€ 26,98				
Aardgasprijs huishoudens (ex BTW)					
Leveringsprijs (€/m ³)	€ 0,3605				
Energiebelasting (€/m ³)	€ 0,1862				
Opslag DE (€/m ³)	€ 0,0023				
Vastrecht (€)	€ 22,86				
Periodieke aansluitvergoeding (€)	€ 15,43				
Vastrecht transport (€)	€ 18,00				
Capaciteitstarief (€)	€ 91,17				
Meterdiensten (€)	€ 19,73				
BTW (%)	21%				
Omrekenfactor CO ₂ - voertuigbrandstof (kg/GJ)	73,5				

Opmerking: Daar waar geen waarden per jaar staan, is dezelfde waarde voor alle jaren gebruikt.