

Energiebesparing voor een duurzame energievoorziening

Notitie
Delft, mei 2013

Opgesteld door:
CE Delft



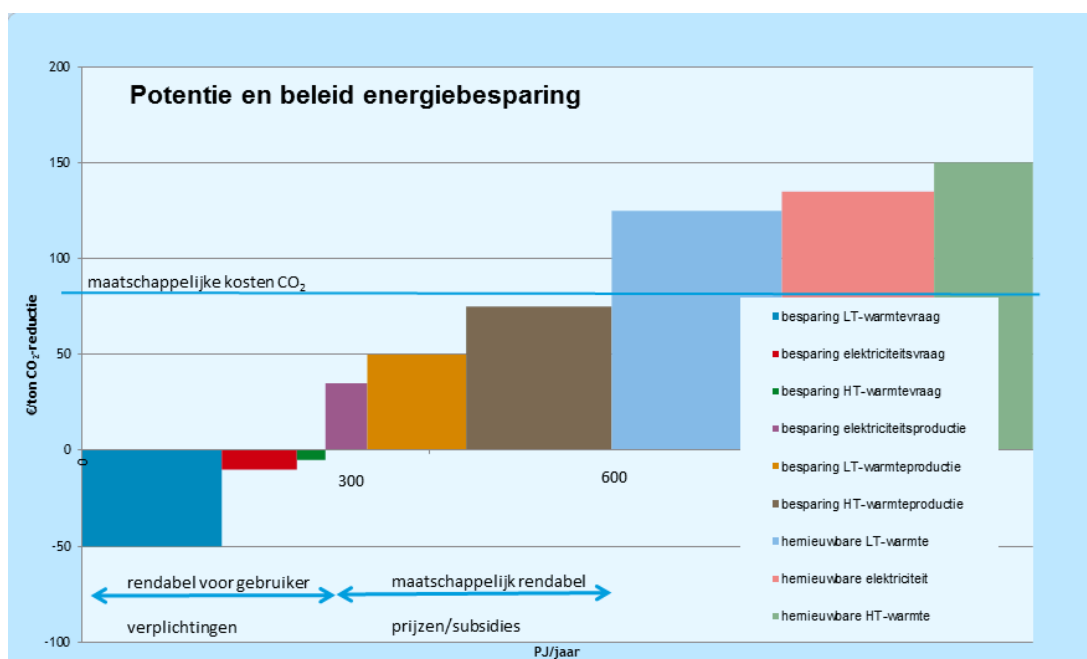


SAMENVATTING

Er zijn twee soorten energiebesparing: bij het energiegebruik en bij de productie van energiedragers. Beide soorten energiebesparing vormen - met de inzet van hernieuwbare energiebronnen - de drie onmisbare pijlers voor de verduurzaming van het energiesysteem.

In deze notitie wordt aangetoond dat bij energiebesparing bij het gebruik en bij de productie van energiedragers nog veel onbenut, maar maatschappelijk aantrekkelijk potentieel ligt, waarvan een groot deel rendabel is. Benutting daarvan leidt ertoe dat de duurzaamheidsdoelen op een kosteneffectieve manier behaald kunnen worden. Deze analyse beschrijft het besparingspotentieel en biedt voorstellen voor een pakket aan slimme, effectieve beleidsinstrumenten om dit potentieel te realiseren: door inzet van verplichtingen en door energiebesparing aantrekkelijker te maken.

Figuur 1 Potentie en beleid energiebesparing (2020)



Bron maatschappelijke kosten: Stern 2006, IEA 2012, Kuik 2009

HT = hoge temperatuur, LT = lage temperatuur (tot 100 °C).

Groot potentieel

Bij het energiegebruik

Ongeveer 20% van het finale energiegebruik kan rendabel¹ bespaard worden. De helft daarvan kan in 2020 gerealiseerd zijn. Dit levert een besparing op van 150 PJ/jaar oftewel een CO₂-emissiereductie van ca. 10 Mton/jaar.

Bij de productie van energiedragers

Daarnaast zijn forse besparingen mogelijk bij de productie van energiedragers zoals elektriciteit en warmte, met name door inzet van WKK en gebruik van restwarmte. Ook deze maatregelen kunnen een belangrijke rol spelen bij het realiseren van het doel om 1,5 à 2% besparing per jaar te halen, en zorgen voor nog eens 20 Mton CO₂-reductie, ruim 300 PJ brandstof per jaar.

¹ Rendabel betekent voor industrie en bedrijven een terugverdientijd van maximaal vijf jaar, voor huishoudens hogere opbrengsten dan kosten over de looptijd van de investering.



Dit potentieel is nu zeer beperkt rendabel tot onrendabel voor de betrokken bedrijven.

Maatschappelijke baten

Er zijn naast de directe baten voor de energiegebruikers belangrijke voordelen verbonden aan beide soorten energiebesparing:

- een extra CO₂-emissiereductie;
- lagere kosten voor SDE+ subsidies van € 0,5 miljard per jaar doordat bij 150 PJ energiebesparing op het gebruik ca. 25 PJ minder hernieuwbare bronnen nodig zijn om in 2020 de 16% hernieuwbare energie uit het regeerakkoord te halen;
- extra werkgelegenheid, vooral in de bouw- en installatiesector, alleen al door besparing in woningen 210.000-350.000 arbeidsjaren (2013-2020);
- een verbeterde concurrentiepositie voor energie-intensieve sectoren zoals de industrie en de glastuinbouw.

Energiebesparing is niet makkelijk

Zelfs veel financieel rendabele maatregelen worden niet altijd getroffen.

Voor de energiegebruiker geldt dat energiebesparing vaak geen hoge prioriteit heeft, er is gebrek aan inzicht in de kosten en baten, er zijn split incentives en soms ontbreekt het geld om te investeren.

Voor de energiebesparing bij de productie van energiedragers geldt dat een deel van de besparingsmaatregelen niet rendabel is bij de huidige prijzen van gas, elektriciteit en CO₂. Als rekening wordt gehouden met de maatschappelijke kosten zijn veel van deze besparingsmaatregelen wel rendabel. In Figuur 1 is dit aangegeven door de lijn van € 80 per ton CO₂ - de maatschappelijke kosten van CO₂.

Beleidsinstrumenten

Daarom zijn slimme, effectieve instrumenten noodzakelijk. Bij huishoudens en kleine bedrijven spelen niet-financiële belemmeringen een grote rol. Daar kunnen instrumenten met een verplichtend karakter zorgen voor realisatie van het potentieel. Ook bij de onder ETS vallende (grote) bedrijven spelen soms niet-financiële belemmeringen voor renderende besparingen. In de industrie en glastuinbouw worden vooral de maatregelen in de sfeer van productie van energiedragers (warmte en elektriciteit) overwegend op basis van kosten en baten beslist, en kan een hogere CO₂-prijs ervoor zorgen dat besparende maatregelen worden gerealiseerd. Om concurrentienadelen te voorkomen zullen zo nodig door terugsluizing de bedrijfskosten vergelijkbaar moeten blijven. De besparing op de kosten voor hernieuwbare energie (€ 0,5 miljard per jaar) kan (deels) worden gebruikt om een positieve prikkel te geven.

Een slim, effectief beleidspakket zou bijvoorbeeld kunnen bestaan uit instrumenten gericht op energiebesparing bij het gebruik van energie:

- verplicht energielabel voor alle bestaande woningen mét fiscale ondersteuning zoals goedkope hypotheek, lagere OZB;
- goede handhaving van de Wet milieubeheer door gemeenten en uitbreiding naar bedrijven die onder het ETS vallen, mét fiscale ondersteuning;
- doortrekken van de 1ste schijf van de energiebelasting tot 50.000 kWh, plus besparingssubsidies.

instrumenten gericht op energiebesparing bij de productie van energiedragers:

- subsidiering van hoog-efficiënte WKK en restwarmtebenutting;
- een hogere CO₂-prijs door reparatie van het ETS op EU-niveau;
- met als terugvaloptie een CO₂-heffing of CO₂-intensiteitsnorm, in combinatie met een terugsluizing van alle inkomsten naar subsidies voor besparende maatregelen.



1 Inleiding

Energiebesparing is samen met hernieuwbare energie de basis voor een duurzame energievoorziening. Er kan daarbij zowel op het energiegebruik worden bespaard, als ook op de productie van energiedragers (warmte, elektriciteit en motorbrandstoffen).

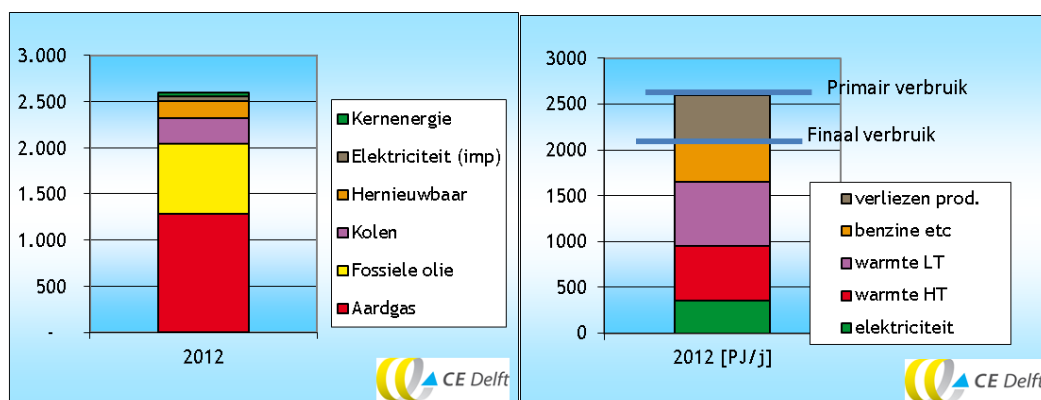
De Europese Unie heeft zich ten doel gesteld om in 2020 het energiegebruik met 20% te hebben teruggebracht. En dat is niet voor niets: energiebesparing levert, op verschillende manieren, een cruciale bijdrage aan de 'lange-termijn-houdbaarheid' van de Europese energievoorziening. Het terugbrengen van de Europese energievraag is een relatief goedkope manier om de CO₂-uitstoot te verminderen. Ook leidt energiebesparing ertoe dat lidstaten hun doelstellingen voor hernieuwbare energie makkelijker en tegen lagere kosten realiseren. Bij een lager energiegebruik kan Nederland eenvoudiger een groter percentage hernieuwbare energie bereiken tegen lagere kosten. Energiebesparing maakt de totale hoeveelheid energie die gebruikt wordt kleiner en is over het algemeen goedkoper dan inzet van hernieuwbare bronnen zodat besparen vanuit maatschappelijk perspectief interessanter is dan alleen in te zetten op vooral hernieuwbare energie. Het verlagen van de energievraag zorgt er ook voor dat Europa minder afhankelijk wordt van energie-importen om in haar energievraag te voorzien. En, last but not least, energiebesparing draagt bij aan technische innovatie en economische groei (werkgelegenheid).

Vanwege al deze voordelen heeft CE Delft, in opdracht van een consortium van GasTerra, LTO Glaskracht, Natuur & Milieu, Cogen Nederland, deze notitie opgesteld, met als doel om het potentieel van energiebesparing te bepalen (direct en maatschappelijk) en aan te geven welk beleid nodig is om dit te realiseren.

2 Nederlandse energiebalans

Op dit moment gebruiken we in Nederland 2.600 PJ energie voor de vraag naar lage temperatuur LT-warmte (gebouwen), hoge temperatuur HT-warmte (stoom, industrie), elektriciteit en transport.

Figuur 2 Gebruik energiebronnen (2a) en finale energieverbruik (2b) in Nederland (2012)



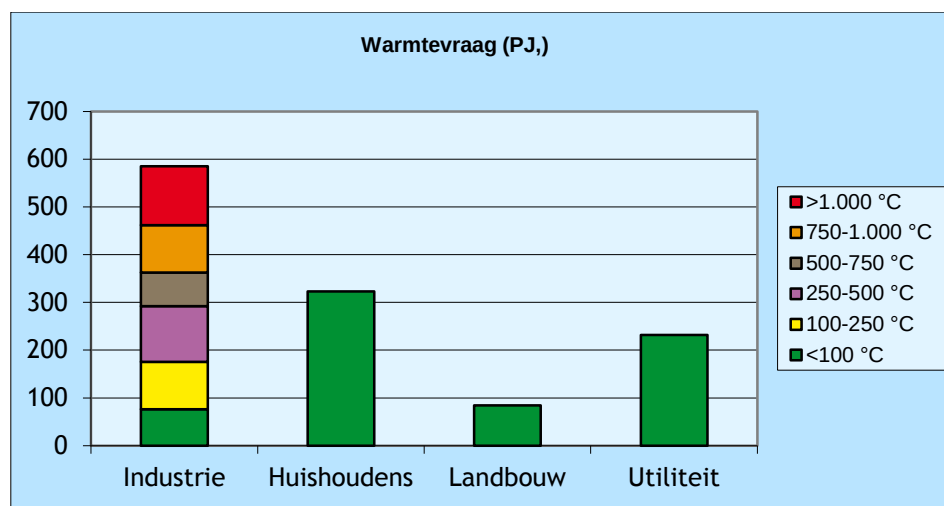
Bron: CBS-data, energiebronnen voor energetische toepassingen.

In Figuur 2a zijn de energiebronnen weergegeven waarmee we de vraag naar energie dekken², de finale vraag naar energie is uitgezet in Figuur 2b. Deze bestaat uit elektriciteit, hoge en lage temperatuur warmte (HT en LT) en motorbrandstoffen voor het transport. Het totaal van het finale energieverbruik is 2.100 PJ oftewel circa 500 PJ lager dan de ingezette energiebronnen. Dit verschil wordt voornamelijk veroorzaakt door conversieverliezen bij de productie van elektriciteit en transportbrandstoffen. Bij de gebruiker ontstaan ook verliezen als elektriciteit, aardgas en warmte worden gebruikt. Voor 2020 is het finale verbruik geprognostiseerd op 2.200 PJ (ECN).

In 2012 werd 350 PJ elektriciteit geproduceerd. Hiervoor was 950 PJ brandstof nodig waarmee ook 200 PJ LT-warmte werd geproduceerd die nuttig wordt gebruikt. De rest, 400 PJ laagwaardige warmte, bleef onbenut (CBS).

De totale (LT + HT) warmtevraag bedraagt 1.350 PJ waarvan bijna 600 PJ HT-warmte (vooral industrie) en de rest LT-warmte met een temperatuur tot 100 °C. Deze wordt gebruikt in alle sectoren en wordt op diverse manieren geproduceerd, veelal uit aardgas met een ketel en soms met restwarmte.

Figuur 3 Verdeling van de warmtevraag over verschillende sectoren



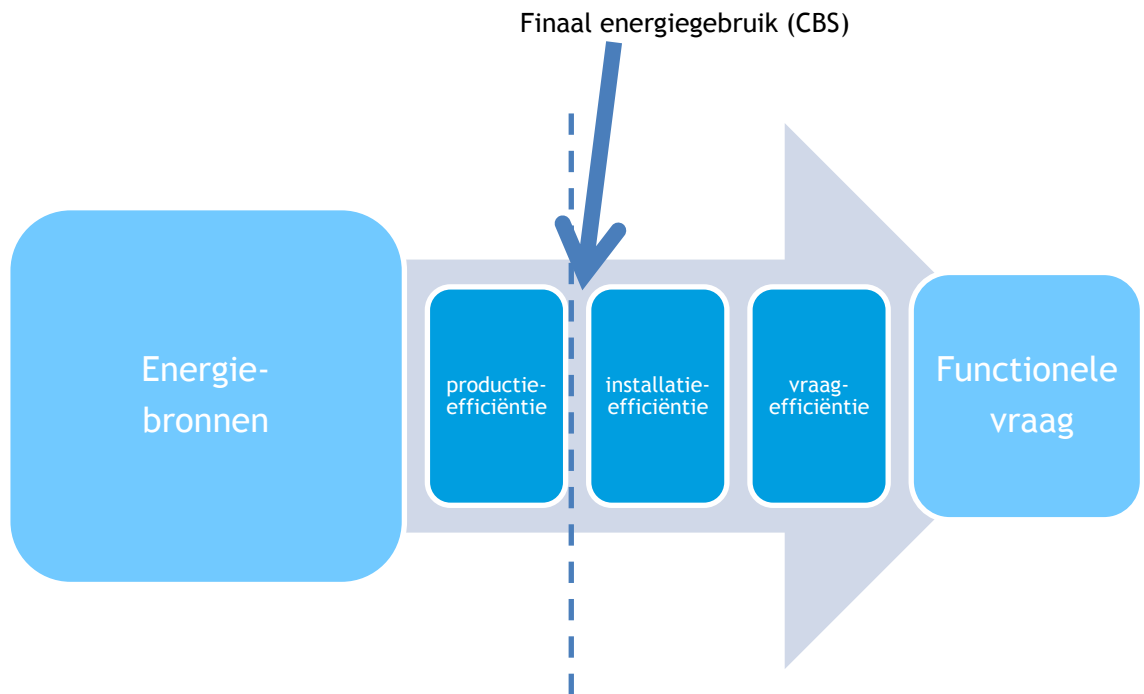
Het Nederlandse doel uit het regeerakkoord van VVD en PvdA is om de energie in 2020 voor 16% uit hernieuwbare bronnen te laten bestaan, en dit in de daarop volgende decennia verder te laten groeien. Het aandeel van 16% is gedefinieerd als percentage van het finale energieverbruik (zie Figuur 4), de m³'s gas, liters benzine en kWh-en die door de energiegebruikers worden gebruikt - de hierboven genoemde 2.200 PJ die zijn geprognostiseerd voor 2020. Een deel van deze energie wordt vervolgens nog weer geconverteerd bij de eindgebruiker, op twee verschillende manieren: de conversie van bijvoorbeeld aardgas in een ketel naar warm water dat het gebouw kan verwarmen (installatie-efficiëntie), en de conversie van het warme water naar een warm gebouw op de gewenste tijden en gewenste temperatuur (vraagefficiëntie). Hierbij spelen regelapparatuur en isolatie een rol om uiteindelijk te voldoen aan de functionele vraag: een comfortabel huis, een mooi eindproduct, een reis van A naar B. Het finale energiegebruik brengt het

² Daarnaast worden deze grondstoffen ook ingezet voor niet-energetische toepassingen, bijv. als grondstof voor de chemische industrie. Deze volumes zijn hier niet opgenomen.



CBS jaarlijks in kaart en corrigeert daarbij ook voor productie van elektriciteit bij de gebruiker. Dit betekent dat bij een WKK-installatie een deel van het aardgas wordt toegerekend aan het gebruik (warmtedeel) en een deel aan productie van energiedragers (elektriciteit).

Figuur 4 Verschillende soorten energiebesparing



Het totale gebruik van alle energiebronnen is het primaire energiegebruik. In Figuur 2 is aangegeven dat er drie soorten besparingen mogelijk zijn, namelijk:

1. **Vraagefficiëntie:** Redenerend vanuit de functionele vraag, door bijvoorbeeld niet meer warmte te produceren dan nodig is om een gebouw comfortabel te krijgen, dus isoleren en thermostaat alleen hoog als er iemand thuis is. De functionele vraag is de vraag naar een comfortabele woning, een reis van A naar B, een werkplek met voldoende licht.
2. **Installatie-efficiëntie bij de energiegebruiker:** Er kan ook energie worden bespaard door met zuinige installaties warmte te maken of benzine in een zuinige auto om te zetten in beweging. Zo ontstaat de finale vraag naar elektriciteit, aardgas en benzine.
3. **Productie-efficiëntie:** Daarnaast kan energie worden bespaard door deze energiedragers met zo min mogelijk verliezen te produceren, in zuinige centrales, efficiënte raffinaderijen, WKK-installaties. Door dichterbij de energiegebruiker elektriciteit te produceren nemen ook de netverliezen af.

3 Potentieel aan energiebesparing

Potentieel 2020

In de bijlagen is per sector aangegeven waar de belangrijkste energiebesparings-mogelijkheden liggen. Net als in Figuur 4 is het potentieel daarbij onderverdeeld naar besparingen bij de energiegebruiker (vraag, installaties) en bij de productie van energiedragers. Een deel van de productie van energiedragers vindt, zoals eerder gezegd, plaats bij de gebruiker.

Besparingen op de productie van energiedragers vinden daarom soms ook bij de energiegebruiker plaats (WKK, restwarmtebenutting). We onderscheiden de besparingen ook in elektriciteit, hoge temperatuur (HT) warmte en lage temperatuur (LT) warmte.

Een overzicht van de geïdentificeerde besparingsmaatregelen is gegeven in Tabel 1 (zie bijlagen A-D voor een gedetailleerde analyse per sector), de totale resultaten per sector zijn uiteengezet in Figuur 5. Het zijn besparingen aanvullend op de autonome besparingen van 1% per jaar. Deze autonome besparingen zijn namelijk al verdisconteerd in de ramingen die ECN heeft opgesteld.

Het grootste besparingspotentieel ligt bij isolatie bij huishoudens en bedrijven, en bij WKK/restwarmtebenutting bij bedrijven, industrie en elektriciteitsproductie. In de figuur is duidelijk te zien dat dit tot gevolg heeft dat met name bij de industrie, de elektriciteitsproductie en de glastuinbouw veel energie kan worden bespaard door de productie efficiënter te maken, bij huishoudens en bedrijven is het meeste besparingspotentieel te vinden bij maatregelen die de vraag reduceren.

Tabel 1 Besparingsmaatregelen per sector met het meeste potentieel

		Bij de gebruiker Vraag	Installaties	Bij de producent Productie	PJ/j primaair	CO ₂ Mton
Industrie	- HT-warmte	Zuinige processen			?	?
			Isolatie		32	1,7
	- Elektriciteit	Ventilatie	Zuinige pompen		11	0,7
				WKK Restwarmte	130 53	8,6 3,2*
Glas	- LT-warmte	Het Nieuwe Telen	Nieuwe Telen		8-14	0,4-0,7
			Alternatieve technieken		2,2	0,1
	- Elektriciteit	Het Nieuwe Telen		Restwarmte/WKK	17	1,0
Bedrijven (MKB)	- LT-warmte	Isolatie			24	1,3
			HRe-ketel, WP		3	0,3
				Restwarmte/WKK	80	5*
	- Elektriciteit		Gedrag		18	1
			Zuinige verlichting, LED		21	1,2
Elektriciteit	Elektriciteits-productie			WKK	30	2
				Zuinige centrales	17	1
				Netverliezen	8	0,5
				Restwarmte	30	2*

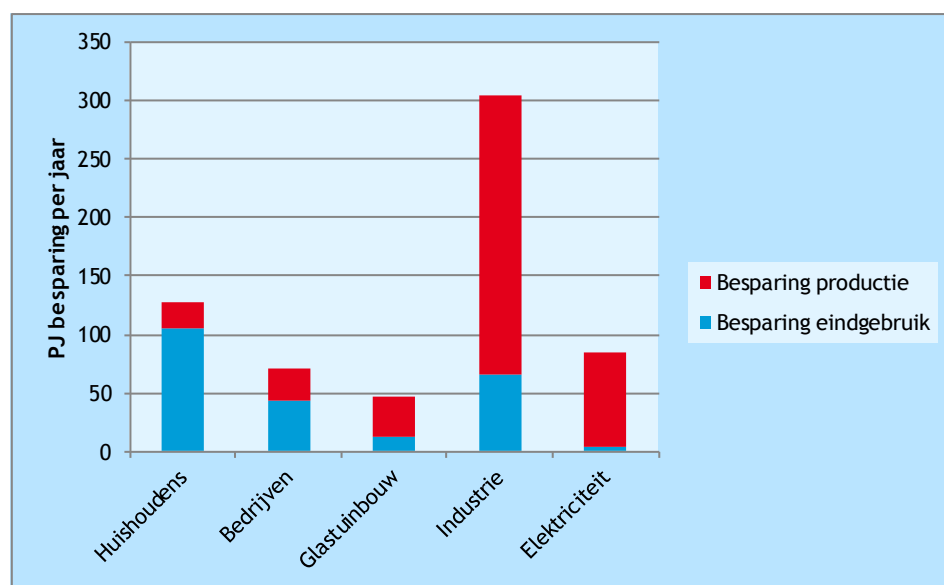


		Bij de gebruiker		Bij de producent	PJ/j	CO ₂
		Vraag	Installaties	Productie	primaair	Mton
Huishoudens	- LT-warmte	Gedrag			10	0,6
		Isolatie			75	4,2
			HR-ketel, WP, u-WK	Restwarmte/WKK	6	0,5
	- Elektriciteit	Gedrag			80	5*
					5	0,2
			Zuinige apparaten, verlichting		27	1,5

(*) De potenties van restwarmte staan zowel bij productie (industrie en elektriciteit) als gebruik (MKB, Glas, huishoudens) genoemd.

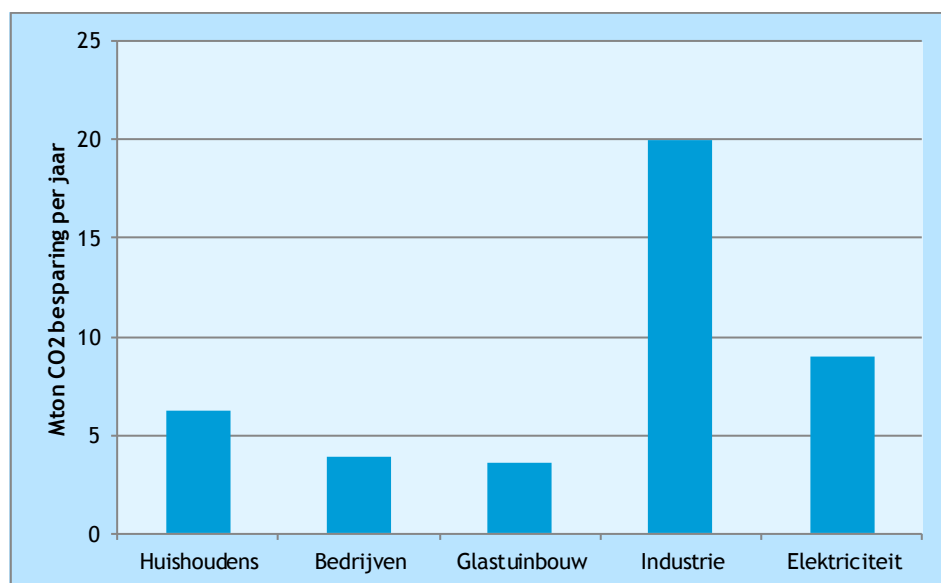
(**) Niet alle cijfers kunnen bij elkaar worden opgeteld.

Figuur 5 Besparingspotentieel per sector



Wat realisatie van dit potentieel kan betekenen voor de CO₂-reductie is uitgezet in Figuur 6.

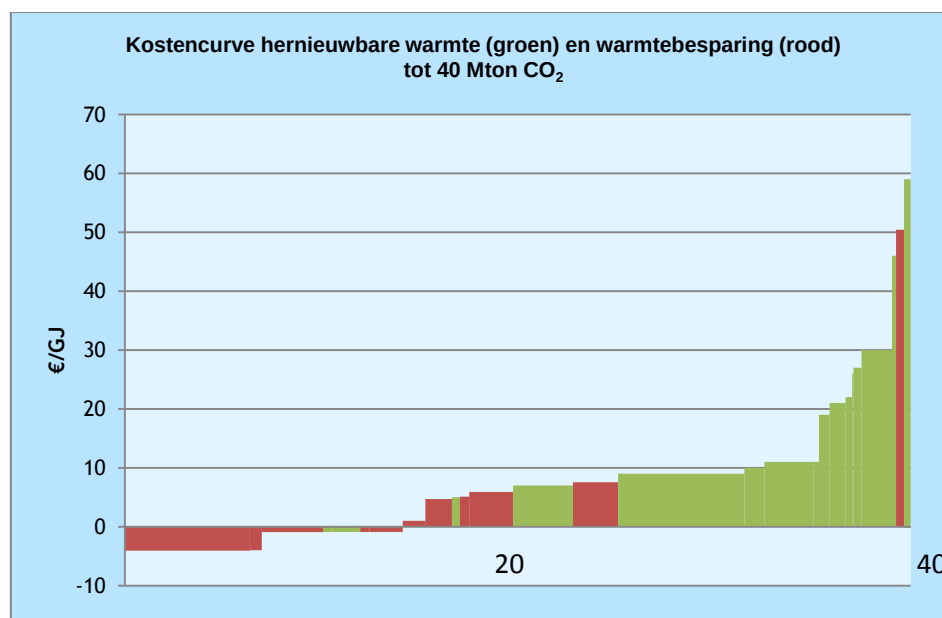
Figuur 6 CO₂-reductie per sector



Warmte

Voor een deel van het besparingspotentieel, namelijk maatregelen op het gebied van LT en HT-warmte, zijn alle maatregelen geordend naar kosteneffectiviteit in termen van Euro per vermeden ton CO₂, waarbij de kosten van eindgebruikers zijn meegenomen. Het resultaat is gevisualiseerd in Figuur 7. Het betreft de warmtevraag van huishoudens, MKB, industrie en glastuinbouw, die uitkomt op circa 700 PJ/j. Duidelijk is te zien dat hernieuwbare energie veel duurder is dan energiebesparing. Tot 13 Mton CO₂ (180 PJ) is energiebesparing rendabel. In Bijlage E zijn alle specifieke maatregelen in deze figuur benoemd.

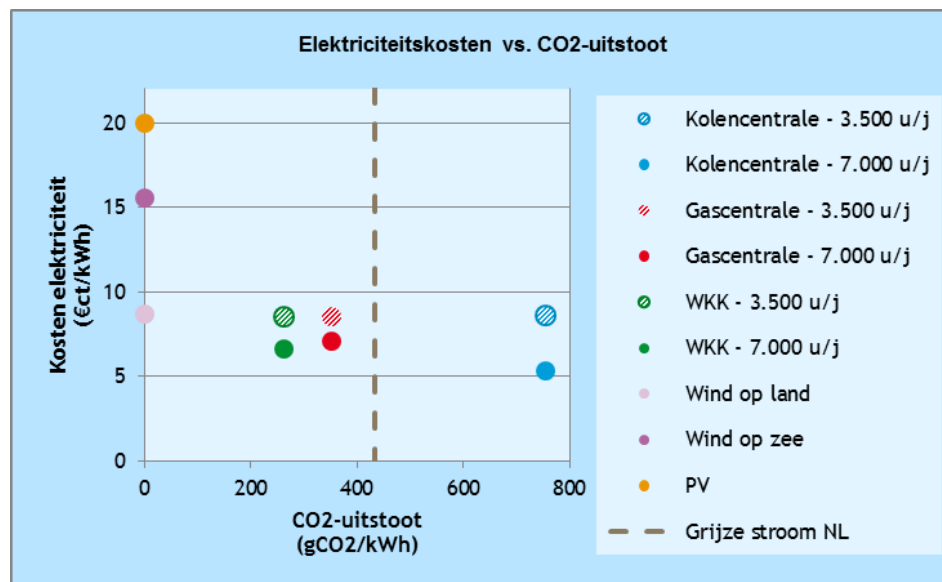
Figuur 7 Kostencurve CO₂-reductie warmte



Elektriciteit

De kosten en CO₂-uitstoot van de verschillende vormen van elektriciteitsproductie zijn uitgezet in Figuur 8, bij de huidige energie- en CO₂-prijzen³. Hierin staat de kostprijs van elektriciteit afgezet tegen de CO₂-uitstoot per kWh voor een typische kolencentrale, gascentrale en een gasgestookte WKK-installatie en voor drie hernieuwbare technieken. Bij de huidige marktprijzen voor brandstof en CO₂ is kolenstroom het goedkoopst en levert de hoogste CO₂-emissie.

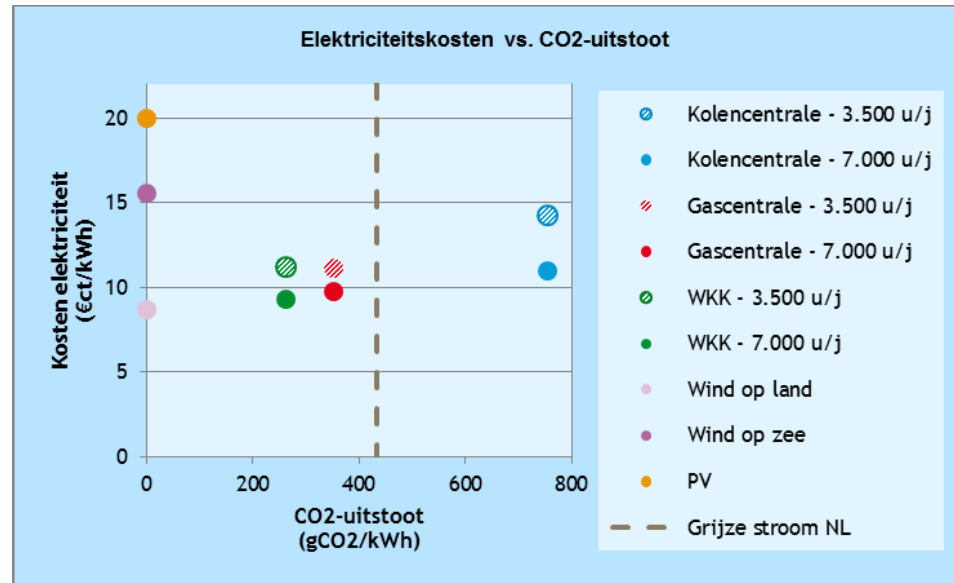
Figuur 8 Elektriciteitskosten vs. CO₂-uitstoot (CO₂-prijs: € 3/ton)



Indien alle te verwachten maatschappelijke kosten van CO₂-emissie (€ 80 per ton CO₂) wel goed in de prijzen verwerkt zouden zijn, dan ontstaat Figuur 9 waarin te zien is dat in dat geval wind op land de goedkoopste elektriciteit levert en gas WKK de goedkoopste elektriciteit uit fossiele brandstof, met bovendien lage emissies.

³ Aannames: gasprijs 9 €/GJ, kolenprijs 2 €/GJ (World Databank, 2013), CO₂-prijs 3 €/ton (Investing.com, 2013).

Figuur 9 Elektriciteitskosten vs. CO₂-uitstoot (CO₂-prijs: € 80/ton)



Totale besparingspotentieel

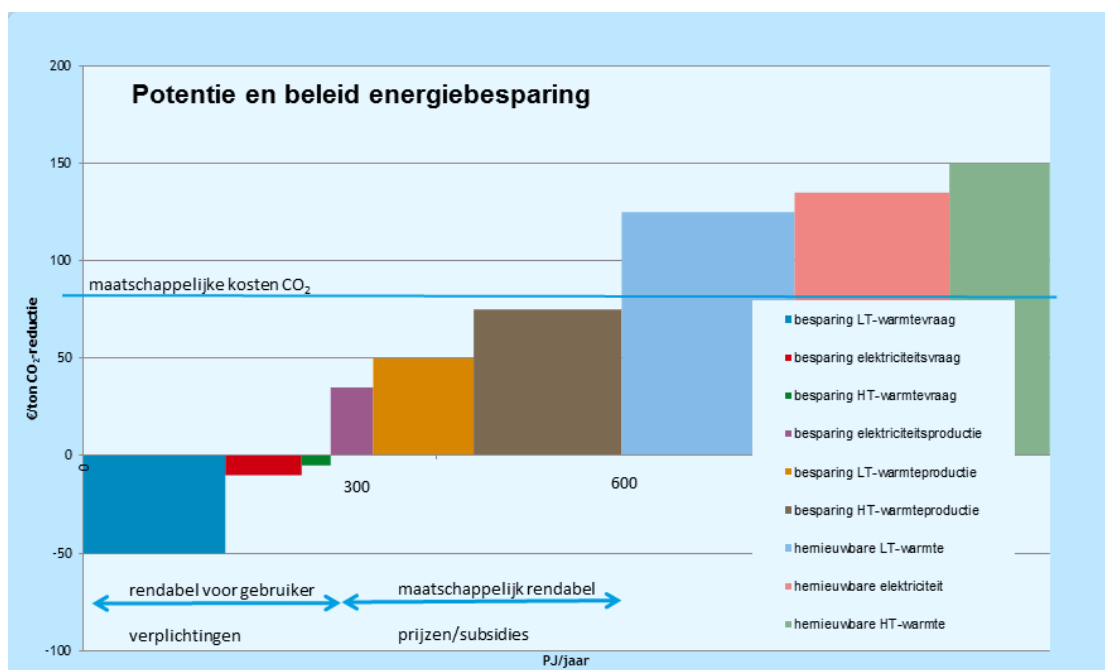
Figuur 10 geeft een totaaloverzicht van het potentieel aan energiebesparing en hernieuwbare energie, uitgezet tegen de kosteneffectiviteit (weer in €/ton CO₂-reductie, kosten voor eindgebruikers). De meeste besparingsmaatregelen bij de energiegebruiker zijn rendabel, zeker voor de kleinere energiegebruikers. Hier speelt een belangrijke rol dat de energiebelastingen voor deze gebruikers relatief hoog zijn. Elke categorie bevat een mix van maatregelen die genoemd zijn in de bijlagen met een spreiding aan kosten. Het gemiddelde is gepresenteerd.

Het totale potentieel aan energiebesparende maatregelen bij het energiegebruik is circa 260 PJ_{final}, waarmee bijna 20 Mton CO₂ rendabel kan worden gereduceerd. Met grote zekerheid kan gesteld worden dat 10 Mton (150 PJ_{primair}) gerealiseerd kan zijn in 2020 mits krachtig beleid wordt gevoerd. Het potentieel aan energiebesparing bij de productie van energiedragers is nog groter, circa 300 PJ_{primair}, een extra 20 Mton CO₂-reductie. Deze maatregelen zijn niet of nauwelijks rendabel met de huidige energie- en CO₂-prijzen. Het totaal besparingspotentieel komt daarmee op circa 600 PJ_{primair}, waarmee 40 Mton CO₂/jaar kan worden gereduceerd.

In Figuur 10 zijn de soorten energiebesparing geclusterd gepresenteerd waarbij duidelijk is dat de meeste besparingen bij de gebruiker rendabel zijn, besparingen bij de productie goedkoper zijn dan de uit te sparen maatschappelijke CO₂-schadekosten van € 80 per ton CO₂. Deze waarde is gebaseerd op een recente uitgebreide literatuuranalyse, waar de preventiekosten van CO₂-uitstoot zijn bepaald⁴.

⁴ O. Kuik, L. Brander, R.S.J. Tol, Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions : A meta-analysis, In : Energy Policy, vol. 37, Iss. 4 (2009); p. 1395-1403; en CE Delft, Infrac, Fraunhofer ISI, External Costs of Transport in Europe, Update Study for 2008, Delft, 2011.

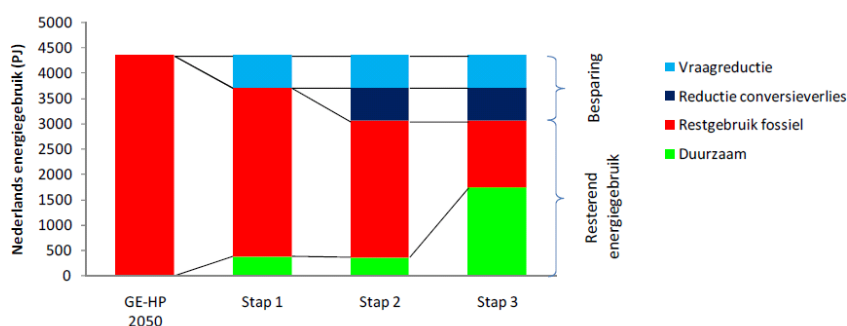
Figuur 10 Overzicht energiebesparing en hernieuwbare energie



Potentieel 2050

Voor de langere termijn neemt het belang van energiebesparing nog verder toe. Op basis van het scenario GE-HP (Global Economy - High Prices) berekent ECN dat zonder aanvullende energiebesparing het Nederlandse energiegebruik op bijna 4.350 PJ/j uitkomt. Door vraagreductie wordt dit met circa 700 PJ en met besparingen bij de productie van energiedragers (door ECN reductie conversieverlies genoemd) met nog eens 600 PJ per jaar vermindert. Door energiebesparing (extra ten opzichte van autonoom) wordt dus 1/3 deel van de energievraag gereduceerd tot ruim 3.000 PJ/j.

Figuur 11 Energiegebruik NL in 2050



Bron: ECN, 2011.

4 Maatschappelijke baten

Energiebesparing levert naast directe kosten en baten ook indirecte voordelen op voor de samenleving. De belangrijkste zijn:

- CO₂-emissiereductie;
- werkgelegenheid;
- concurrentiekracht;
- tegen lagere kosten realiseren van hernieuwbare energiedoelen.

De reductie van de CO₂-emissie zorgt ervoor dat er minder schade wordt aangericht aan de samenleving. Deze schade is berekend op circa € 80 per ton CO₂ (zie toelichting hierboven). Recent heeft de IEA⁵ een studie gepubliceerd waarin wordt gesteld dat geïndustrialiseerde landen in 2035 een CO₂-prijs van \$120 (€ 90) per ton nodig hebben om de ergste effecten van klimaatverandering te voorkomen.

Uit analyses naar de werkgelegenheidseffecten van energiebesparingsbeleid in de gebouwde omgeving (SEO, 2012) blijkt dat extra energiebesparing in deze sector een forse extra werkgelegenheid kan opleveren, met name in de bouw- en installatiesector. Energiebesparing vraagt investeringen in isolatie-maatregelen en installatietechnische maatregelen in woningen.

Als de energetische kwaliteit van de koopwoningen wordt verbeterd naar energielabel C en van huurwoningen naar energielabel B wordt in de periode tot 2020 voor ruim € 33 miljard aan extra investeringen verwacht. Per jaar komt dit neer op € 4 miljard. Maar de effecten van die investeringen zijn voelbaar in de hele economie, bijvoorbeeld in sectoren die toeleveranciers zijn van de bouw. Tal van andere sectoren krijgen hierdoor impulsen die variëren van enkele tientallen tot honderden miljoenen euro's. Extra investeringen van € 4 miljard per jaar zorgen via deze indirecte effecten uiteindelijk voor een totale omzetimpuls van € 6 miljard per jaar aan de Nederlandse economie.

De investeringen in energiebesparing resulteren in de gebouwde omgeving in een bruto werkgelegenheid van opgeteld 212 tot 351 duizend arbeidsjaren in de periode 2013-2020. Dit is van groot belang gelet op de oplopende werkloosheid in de bouw, die momenteel ongeveer 40.000 werkzoekenden bedraagt.

De netto werkgelegenheidsbijdrage in diezelfde periode is in totaal 67 tot 110 duizend arbeidsjaren. Er is immers sprake van verdringing, ook tijdens laagconjunctuur. Na afronding van het investeringsprogramma in 2020 verdwijnt de extra werkgelegenheid (SEO, 2012).

Deze cijfers gelden alleen voor de gebouwde omgeving. Als ook de besparingen in de industrie en glastuinbouw worden meegenomen dan zijn de werkgelegenheidseffecten nog groter. Hierover zijn echter geen recente studies beschikbaar.

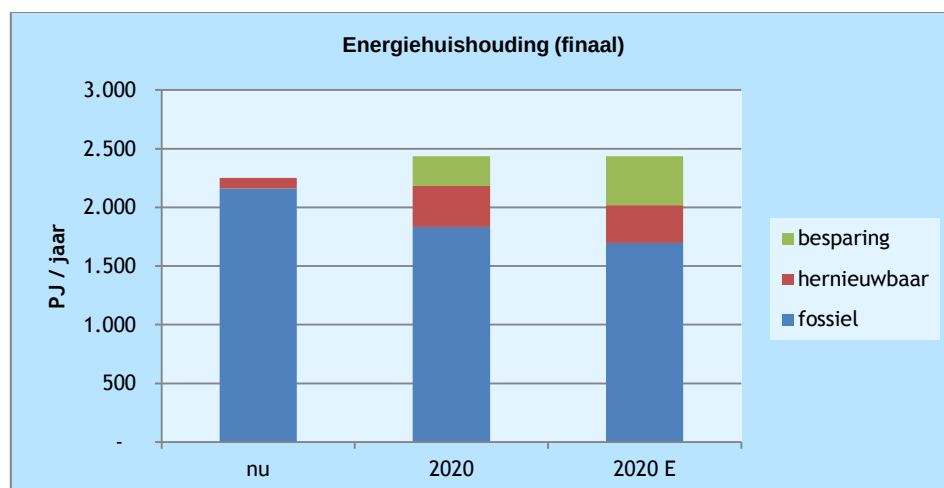
Maar ook voor het bedrijfsleven zelf is het belangrijk dat energiebesparing wordt gerealiseerd, de energiekosten per eenheid product kunnen daarmee omlaag. Bij stijgende energieprijzen, ten gevolge van oplopende marktprijzen of ten gevolge van stijgende CO₂-kosten, en toenemende concurrentie van buiten Nederland en de EU is het belangrijk dat zowel de glastuinbouw als de energie-intensieve industrie het energiegebruik per eenheid product verlagen.

⁵ <http://www.pointcarbon.com/news/1.2056382>.



Uit de kostencurve (Figuur 10) blijkt dat energiebesparing de aantrekkelijkste manier is voor Nederland om de CO₂-reductiedoelstellingen te halen, en ook op een kosteneffectieve manier kan bijdragen aan de hernieuwbare energie doelstellingen voor 2020. In alle sectoren is besparen veruit het goedkoopste om fossiele brandstoffen uit te sparen en CO₂ te reduceren, en levert dit vervolgens ook een bijdrage aan de hernieuwbare energiedoelen.

Figuur 12 Energiebesparing betekent dat 16% hernieuwbare energie met 25 PJ wordt verlaagd



Dit effect is geïllustreerd in Figuur 12. Zonder extra besparingsbeleid zal bij de verwachte groei en de autonome ontwikkeling van de energie-efficiency (1% per jaar), van de finale vraag circa 350 PJ hernieuwbare bronnen moeten worden ingezet ('2020' in de figuur). Als de energie-efficiency bij het energiegebruik met 2% per jaar i.p.v. 1% per jaar groeit, dan is nog maar 325 PJ hernieuwbare energie nodig om de 16% te halen ('2020 E'). Die extra 25 PJ is ook de duurste en kost jaarlijks circa € 0,5 miljard per jaar (uitgaande van een onrendabele top van € 20 per GJ_e) terwijl deze besparingsmaatregelen juist rendabel zijn.

Dit effect zou nog aanzienlijk groter zijn als ook de efficiencyverbetering bij de productie van energiedragers een rol zou spelen in de definitie van het aandeel hernieuwbare energie. De EU-richtlijn is daar echter niet helder in en de interpretatie die de Nederlandse overheid heeft gegeven waardeert niet dat zuinige centrales of WKK-installaties worden ingezet waardoor brandstof bespaard wordt. In deze notitie hebben we deze interpretatie gevolgd. Als die potentie wel zou meetellen én zou worden gerealiseerd zou 300 PJ_{primair} extra kunnen worden bespaard.

Alle energiebesparing (bij het energiegebruik en bij de productie van energiedragers) draagt overigens wel direct bij aan de (nationale) CO₂-doelen en aan de richtlijn voor energiebesparing (EED, zie Bijlage F). Het hier geïdentificeerde besparingspotentieel bij het energiegebruik is ca. 20 Mton CO₂/jaar, waarvan de helft in 2020 gerealiseerd kan worden. Het besparingspotentieel bij de productie van energiedragers is ca. 20 Mton CO₂/jaar (totaal ca. 40 Mton CO₂/jaar). Voor de langere termijn (2030-2050) hebben de diverse overheden zich gecommitteerd aan vergaande reductie van CO₂-emissies, waarvoor energiebesparing ook de goedkoopste oplossing is.

5 Energiebesparing gaat niet vanzelf

Binnen alle sectoren ligt een groot potentieel voor energiebesparing waarvan een groot deel financieel rendabel te behalen is. Toch wordt dit potentieel in de praktijk onvoldoende benut. Wat zijn dan de knelpunten bij energiebesparing? En aan welke eisen moet aanvullend beleid dan voldoen?

Om te komen tot energiebesparing moeten energiegebruikers initiatieven ontplooiën en acties ondernemen zoals het investeren in besparende maatregelen. De energiegebruiker is lang niet altijd de partij die maatregelen kan nemen, en profiteert van een lagere energierekening. De belangrijkste actoren in de gebouwde omgeving bijvoorbeeld zijn woningcorporaties, installateurs en consumenten. Deze actoren doen niet, of in geringe mate, aan energiebesparing en verduurzaming van de energievoorziening omdat er belemmeringen zijn om dit gedrag te vertonen. Maar ook als een woning-eigenaar direct kan beslissen en de voordelen hem toevallen is er in veel gevallen een gebrek aan urgentie om de mogelijke (rendabele) maatregelen ook te treffen.

In eerdere studies heeft CE Delft onderzoek gedaan naar de belemmeringen voor energiebesparingen in de gebouwde omgeving (zie Bijlagen A en G). In deze studies is op basis van sociologische en psychologische gedragsmodellen geanalyseerd welke type knelpunten optreden:

- of deze liggen op het vlak van de urgentie;
- of op het vlak van het kunnen;
- of omdat energiegebruikers te weinig weten over besparend (gebruiks- en investerings) gedrag.

Pas als de energiegebruiker de urgentie voelt om te besparen (doordat het financieel zeer aantrekkelijk is, doordat hij/zij het moet of omdat het sociaal vanzelfsprekend is) zal de energiegebruiker willen weten of er maatregelen mogelijk en betaalbaar zijn. Tot slot zal hij/zij moeten kunnen investeren in een zuinige ketel, een slimmer proces, etc. Dit geldt voor consumenten, kleine zakelijke energiegebruikers maar ook voor professionele energiegebruikers. Bij de laatste zijn de mogelijkheden om te kunnen investeren (bijvoorbeeld het voldoen aan de bedrijfsinterne criteria voor terugverdientijden, die soms extreem laag zijn) belangrijker en schort het nauwelijks aan kennis. Uit divers onderzoek blijkt dat het gevoel van urgentie de cruciale factor is, terwijl veel beleid gericht is op het kunnen en weten. Onder urgentie verstaan we niet een vrijblijvende wens om energie te besparen, maar een afgedwongen urgentie of een urgentie ten gevolge van het bewustzijn een dief van eigen portemonnee te zijn om niet te besparen.

Bijlage G bevat een uitgebreidere beschrijving van de verschillende belemmeringen, daarnaast wordt in de sectoranalyses (Bijlagen A t/m D) specifiek op de belemmeringen per sector ingegaan. Tabel 2 geeft een overzicht van dit laatste.



Tabel 2 Belemmeringen per sector

	Energiegebruik		Productie
	Vraag	Installaties	
Industrie	Kosten/baten		
– HT-warmte	Betrouwbaarheid	Kosten/baten, TVT*	Kosten/baten
– Elektriciteit	huidige technieken		
Landbouw	Kennis	Kosten/baten, TVT	Kosten/baten
– LT-warmte			
– Elektriciteit			
MKB	Hoge weerstand	Hoge weerstand	Institutie
– LT-warmte			Kosten/baten
– Elektriciteit			
Elektriciteitsproductie			Kosten/baten
Huishoudens	Hoge weerstand	Op natuurlijke momenten	Institutie
– LT-warmte			Kosten/baten
– Elektriciteit			

* TVT = terugverdientijd.

Reboundeffect

Naast het feit dat veel besparende maatregelen moeilijk worden getroffen, treedt ook nog een terugkoppelingseffect (rebound) op als de maatregelen wel worden getroffen. Enerzijds bestaat dit uit het feit dat het uitgespaarde geld weer opnieuw wordt uitgegeven, dus ook aan energie. Dit is naar verwachting 10%. Maar er is ook nog het effect dat de energiefunctie (licht, comfort) veel goedkoper wordt per eenheid. De extra lumen uit een LED-lamp die eenmaal is aangeschaft, kosten per lumen slechts een tiende van een gloeilamp. Dit leidt tot extra functionele vraag, extra comfort. Dit is voor sommige besparingsmaatregelen extreem hoog, bijvoorbeeld verlichting. Bij bedrijven leidt dit effect tot toename van de productie en niet altijd tot afname van het absolute energiegebruik.

Voor besparingen bij de productie van energiedragers is dit laatste effect verwaarloosbaar als het niet bij de gebruiker plaatsvindt.

6 Beleidsinstrumenten

De vele voordelen van energiebesparing, waaronder het feit dat met besparing tegen lage maatschappelijke kosten een grote bijdrage aan de verduurzaming van de energievoorziening kan worden geleverd én de economie wordt versterkt, rechtvaardigen dat de belemmeringen worden opgelost. Hiervoor zijn slimme, krachtige, effectieve beleidsinstrumenten nodig. Als randvoorwaarde is daarbij genomen dat de beleidsinstrumenten de overheid per saldo geen geld mogen kosten.

Alle belangrijke beleidsinstrumenten zijn gericht op het vergroten van de urgentie bij de energiegebruiker en de kosten/baten-verhouding bij de energieproducent.

Bij besparingsmaatregelen bij het energiegebruik gaat het vooral om verplichtingen omdat er grote weerstanden zijn om energiebesparende maatregelen te treffen, terwijl deze in zichzelf meestal rendabel zijn. Dit geldt voor kleine gebruikers, maar ook voor de industrie. Voor huishoudens gaat het bijvoorbeeld om een verplichte energiekwaliteit (label) van hun woning, efficiëntienormen voor apparaten, handhaving van de Wet milieubeheer voor MKB-bedrijven en uitbreiding van de Wet milieubeheer (met de verplichting om maatregelen met een terugverdientijd kleiner dan vijf jaar te treffen). Dit beleid leidt niet tot hogere kosten voor de huishoudens en



bedrijven, wel tot verplicht aanwending van kapitaal. Aanvullend kan het voor huishoudens en bedrijven zinvol zijn om financieringsvoorzieningen te treffen die de beschikbaarheid van kapitaal voor energiebesparing vergroten en daarmee de acceptatie van verplichtingen te vergroten.

In het recente verleden is op diverse manieren geprobeerd om energiebesparing door verleiding tot stand te brengen. Programma's als Meer met Minder en Blok voor Blok zijn enthousiast opgepakt, maar blijken in de praktijk te stuiten op een gebrek aan vraag naar energiebesparing bij de consument. In de jaren negentig is met het Milieu Actieplan (MAP) van de energiebedrijven wel succes geboekt, maar tegen hoge subsidie- en uitvoeringskosten. De belangrijkste bijdrage aan de (beperkte) verlaging van de CO₂-emissie in de gebouwde omgeving in de periode van 1995 tot 2002 is bereikt met de energiebelasting (bron: Ecofys, 2005). Oftewel krachtige instrumenten blijken de enige manier te zijn om het forse potentieel te ontginnen.

Bij maatregelen bij de productie van energiedragers (dus ook bij gebruikers die zelf elektriciteit maken) zijn de instrumenten gericht op het vergroten van de rentabiliteit door besparingsmaatregelen financieel aantrekkelijker te maken. Dit kan door de kosten van besparingsmaatregelen goedkoper te maken of door energie duurder te maken. In het verleden zijn goede ervaringen opgedaan met het subsidiëren van WKK. Ook in andere EU-landen zijn stimuleringsregelingen voor WKK. Dit kost geld maar zou betaald kunnen worden uit de uitgespaarde kosten van hernieuwbare energie als met een kleiner aantal PJ toch de 16% kan worden gerealiseerd.

Energie duurder maken kan door hogere CO₂-prijzen, CO₂-productnormen of een combinatie daarvan. Bij de industrie en glastuinbouw zal rekening moeten worden gehouden met de concurrentiekracht. Reparatie van het ETS verdient daarom de voorkeur. Hogere prijzen moeten niet leiden tot hogere bedrijfskosten, in tegendeel. Een systeem van border tax adjustments (op Europese schaal) kan dit ondervangen waarbij Nederland een voortrekkersrol kan vervullen.

Het overzicht in Tabel 3 laat zien dat de belemmeringen effectief kunnen worden aangepakt met een slimme mix van verplichtingen, naleving van bestaande wetgeving en verhoging van de energie/CO₂-prijs, aangevuld met fiscale stimulering van investeringen. Er zijn twee instrumenten opgenomen die de prijs van energie verhogen waarbij de inkomsten volledig worden teruggesluisd via subsidies voor efficiënte installaties. De uitgespaarde kosten voor het halen van 16% hernieuwbare energie (€ 0,5 miljard) kunnen (deels) gebruikt worden om energiebesparing te stimuleren, waarmee het beleidsinstrumentarium de overheid per saldo geen geld kost.



Tabel 3 Beleid per sector

	Energiegebruik	Productie
Industrie – HT-warmte – Kracht	Hogere CO ₂ -prijs, subsidie, Border Tax Adjustments Wet milieubeheer ook voor ETS-bedrijven	Hogere CO ₂ -prijs Extra EIA/subsidie Subsidie WKK
Glastuinbouw – LT-warmte – Elektriciteit	Hogere CO ₂ -prijs Subsidie Behoud Risicobeperking kennisinfrastructuur	Hogere CO ₂ -prijs Extra EIA Subsidie WKK
MKB – LT-warmte – Elektriciteit	Samenvoegen 1e en 2e schijf EB Goede handhaving Wet milieubeheer Extra subsidie	Restwarmte waar econ. mogelijk; taak netbeheerders
Elektriciteitsproductie		Hogere CO ₂ -prijs Subsidie WKK Subsidie restwarmte
Huishoudens – LT-warmte – Elektriciteit	Verplicht label B/C + fiscale stimulering Productnormen	Restwarmte waar econ. mogelijk, taak netbeheerders

In het volgende worden deze instrumenten beknopt beschreven. Deze instrumenten zijn al eerder uitgewerkt door CE Delft of andere partijen. Bijvoorbeeld in Green4sure (CO₂-handel, CO₂-heffing, verplicht label, product-normen), in het kader van PeGO (verplicht label B/C), voor het ministerie van I&M (fiscale stimulering, handhaving Wet milieubeheer). In de bijlagen zijn per sector ook minder krachtige beleidsinstrumenten genoemd die echter niet voldoende zijn om de belemmeringen weg te nemen.

Verplichte energieprestatie-eis voor de bestaande bouw (Label B/C)

De energieprestatie-eis is gesplitst in twee onderdelen, één voor de (sociale en particuliere) woningverhuur en één voor eigenaren/gebruikers. De verplichting zou moeten gelden vanaf 1 januari 2015 voor alle gebouwen en wordt effectief getoetst op het moment van overdracht naar een nieuwe eigenaar, op z'n laatst op 1 januari 2030. Voor de sociale woningbouw en particuliere verhuurder geldt een dispensatieregeling voor de periode tot 2030 mits de corporatie/particuliere verhuurder met een CO₂/energiereductieplan komt tot realisering in die periode. Het niveau van verplichting is vanaf dat moment een Energieprestatie Index (EI) tussen 1,1 en 1,3 (Label B) voor alle huurwoningen en label C voor alle koopwoningen conform de methodiek BRL 9500.

De verplichting wordt opgenomen in het Bouwbesluit en formeel uitgevoerd door de gemeente. Huidige eigenaren worden vrijgesteld van de plicht zodat de verplichting feitelijk van kracht wordt op het moment van formele overdracht naar een nieuwe eigenaar.

De praktische uitvoering komt in handen te liggen van de notaris die de taak krijgt:

- gemeenten te informeren over de Energieprestatie van de gebouwen die worden verkocht binnen de grenzen van de gemeente;
- een bedrag in depot te brengen ter grootte van 5% van de waarde of een bedrag ter grootte van het door een aannemer geoffreerde bedrag om het gebouw op het verplichte energieprestatieniveau te brengen;
- na overlegging van een bewijs van uitvoering het depot vrij te geven.

De nieuwe eigenaar krijgt maximaal een half jaar na overdracht van een gebouw de tijd om aan de verplichte minimale energieprestatie te voldoen.

Om dit proces te versoepelen is het goed denkbaar om de eerste jaren een deel van de uitgespaarde kosten voor hernieuwbare energie te gebruiken om dit fiscaal te stimuleren.

Dit beleidsinstrument zal veel isolatie en installatiemaatregelen ontlokken. Beide type maatregelen zijn tot Label B rendabel voor de meeste woningen van corporaties, label C voor eigenaar/bewoners. Dit instrument is door CE Delft uitgewerkt voor PeGO (CE Delft, Energieprestatie-eisen bestaande woningen, 2009).

Sector MKB:

Wet milieubeheer

Via de Wet milieubeheer worden bedrijven en instellingen verplicht om energiebesparing toe te passen als de maatregelen binnen vijf jaar kunnen worden terugverdiend. Uit een onderzoek van CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond blijkt dat er in heel Nederland 47 PJ per jaar te besparen valt, simpelweg door de Wet milieubeheer uit te voeren.

Realisatie kan worden bespoedigd door het opstellen van een lijst met concrete maatregelen die voor elke sector binnen de grens van vijf jaar terugverdientijd vallen en het inschakelen van de private sector (installateurs, aannemers) om deze lijst onder aandacht van de bedrijven en instellingen te brengen.

Daarnaast is uitbreiding tot bedrijven die nu zijn vrijgesteld, doordat ze onder het ETS vallen, goed uitvoerbaar. De bedrijven zullen dan alle rendabele maatregelen (TVT maximaal 5 jaar) moeten uitvoeren.

Combinatie met fiscale stimulering maakt deze verplichting acceptabel.

Dit beleidsinstrument zal veel isolatie en installatiemaatregelen ontlokken, maar ook besparingsmaatregelen in het proces, zoals bij koelen en vriezen. Dit zijn rendabele maatregelen. Dit instrument is uitgewerkt voor het ministerie van I&M (2013) en eerder op beperkte schaal voor DCMR (2010).



Sector MKB:**Samenvoegen 1ste en 2de schijf energiebelasting**

Dit voorstel is gericht op de middelkleine energiegebruikers met een verbruik tot 50.000 kWh elektriciteit. Voorgesteld wordt de energiebelasting voor de 2de schijf gelijk te maken aan de 1ste schijf. De energiebelasting wordt hiermee voor alle gebruikers € 0,11 per kWh (excl. BTW) tot 50.000 kWh. De extra overheidsinkomsten van € 650 miljoen worden besteed aan een verhoging van de EIA zodat energiebesparende en decentrale productie extra worden gestimuleerd. De verwachte energiebesparing achter de meter is circa 1 TWh per jaar, oftewel 0,5 Mton CO₂. Eventueel is het mogelijk om de huidige 3de schijf het tarief te geven voor de 2de schijf omdat anders de sprong tussen beide schijven erg groot wordt en er bij grotere MKB-bedrijven nog steeds geen prikkel is tot besparing.

Dit beleidsinstrument zal vooral installatiemaatregelen (koelen, vriezen, pompen) en hernieuwbare energieproductie achter de meter ontlokken. Dit instrument is uitgewerkt voor De Groene Zaak (2012).

Sector Industrie, glastuinbouw en elektriciteit:**Subsidiering WKK**

Vanaf eind jaren tachtig is regelmatig subsidie gegeven voor het realiseren van WKK-installaties. Dat bleek effectief en maatschappelijk rendabel. Op dit moment zou door subsidiering van WKK tot een prijs van € 80 per vermeden ton CO₂ een zeer groot potentieel aan WKK-installaties worden gerealiseerd en bestaande WKK's bij modernisering in stand houden. De kosten van het potentieel dat in de bijlagen is onderzocht (industrie en glastuinbouw) variëren per type WKK-installatie maar zijn niet hoger dan € 80 per vermeden ton CO₂.

De subsidiering van WKK kan via activering van de SDE+ regeling worden uitgevoerd. De kosten van subsidiering van WKK zouden betaald kunnen worden uit de uitgespaarde kosten van het realiseren van 16% hernieuwbare energie bij een hogere energievraag.

Sector Industrie, glastuinbouw en elektriciteit:**Hogere CO₂-prijs**

Bij voorkeur wordt de prijs van CO₂ via reparatie van het ETS op Europese schaal gerealiseerd. Dit kan bijvoorbeeld door verlaging van de plafonds, uit de markt halen van rechten, beperken CDM of opsplitsen van het ETS naar verschillende deelmarkten zoals elektriciteit. Mocht dit niet op Europese schaal lukken, dan valt te overwegen een CO₂-heffing in te voeren. Een hoge CO₂-heffing in combinatie met volledige terugsluizing. De maatschappelijke kosten van CO₂ bedragen circa € 80 per ton zodat dit beleidsinstrument bij dat bedrag ervoor zorgt dat 'de vervuiler betaalt'. Een dergelijke heffing leidt tot een gelijk speelveld voor alle energiebronnen als deze heffing aan de randen van de economie (daar waar de energiebronnen de economie betreden) wordt opgelegd. Ook een dergelijke ingrijpende heffing is waarschijnlijk alleen mogelijk als dit Europees gebeurt. Vooruitlopend hierop kan een beperkte heffing op Nederlandse schaal worden geïnd. De inkomsten worden volledig terugschoten naar de sectoren die concurrentienadeel zouden ondervinden, zo mogelijk in de vorm van stimulering van besparingsmaatregelen.

Bij invoering op EU-schaal is de benchmark van energiekosten mondiaal per eenheid product de sleutel in combinatie met een systeem van border tax adjustments.

Als de CO₂-heffing op de inkoop van elektriciteit komt te liggen kan voorkomen worden dat import van elektriciteit een heffing ontloopt en zodoende oneigenlijk concurreert. Dit zou gelden als de CO₂-heffing alleen op de brandstof is.

Een andere optie is een minimum prijs van € 50 per ton voor CO₂ in het ETS.



Dit beleidsinstrument zal veel installatie- en procesmaatregelen ontlokken achter de meter bij de industrie en bedrijven, als ook productiemaatregelen bij productie van stoom en elektriciteit. Dit instrument is nog niet nader uitgewerkt. Wel is door Ecofys in 2006 een systeem van CO₂-productnormen uitgewerkt voor VEMW.

Sector Glastuinbouw

Hogere CO₂-prijs in combinatie met kennisontwikkeling

- Naast het recent ingevoerde CO₂-vereveningssysteem voor de glastuinbouwsector, zijn er meer prikkels mogelijk voor energiebesparing door toepassing van individuele bedrijfsnormen en een voldoende hoge CO₂-prijs.
- Daarnaast is het in deze sector belangrijk om het proces van kennisontwikkeling in stand te houden. Op dit moment is de innovatiekracht groot, maar het opheffen van het Productschap Tuinbouw kan hier ongewenste effecten hebben.
- Inperking van risico's en de perceptie daarvan door ondernemers kan een forse bijdrage leveren aan energiebesparing.
- Subsidie van WKK is in het verleden zeer effectief gebleken en zou weer geïntroduceerd kunnen worden.

Dit beleidsinstrument zal veel installatie- en procesmaatregelen ontlokken bij de glastuinders.

Sector divers

Institutionaliseren warmtelevering

Een efficiënt gebruik van brandstof betekent in veel gevallen het nuttig gebruiken van restwarmte, zowel op kleine schaal als grote schaal. Doordat gebruikers en producenten niet altijd bij elkaar zijn gevestigd is transport van warmte nodig. Bedrijven die restwarmte over hebben zijn vaak niet geïnteresseerd in het opzetten van een warmtetransport naar afnemers. Netbeheerders kunnen een belangrijke rol spelen om restwarmte te transporteren waarna energieleveranciers de levering aan huishoudens, glastuinbouw en bedrijven voor hun rekening kunnen nemen. Vanzelfsprekend is dit alleen zinvol als restwarmtebenutting rendabel is rekenend met maatschappelijke kosten/baten.

Dit beleidsinstrument zal ervoor zorgen dat in stedelijke gebieden levering van restwarmte een serieuze optie wordt. In de regio Rotterdam heeft Stedin een eerste stap gezet met het ontwikkelen van een stoomnet en is een warmtetransportpijp gerealiseerd door een consortium van diverse partijen.

Uitvoeringskosten

Bij de uitvoering van beleidsinstrumenten zal overigens zeker gelet moeten worden op de uitvoerings- en handavingskosten. Voorkomen moet worden dat de goedkope energiebesparing duur wordt doordat er veel overheidsgeld bij moet. Hoe gedetailleerder een regeling des te hoger de uitvoeringskosten worden. Daarom verdienen generieke regelingen zoals heffingen en eenvoudige regels of regels gekoppeld aan bestaand instrumentarium de voorkeur.



7 Overzicht

Onderstaand zijn de potenties, belemmeringen en beleidsmaatregelen voor de verschillende sectoren overzichtelijk weergegeven.

Tabel 4 Samenvattend overzicht huishoudens

Maatregel	Belemmering	Potentieel energie-besparing eindgebruik PJfinaal/jr	Potentieel besparing primaire energie PJprimair/jr	CO ₂ -reductie-potentieel (Mton CO ₂)	Beleidsinstrument
Gedragsverandering elektriciteit	Hoge weerstand	2,2	5,4	0,2	Voorlichting/ CO ₂ -tax
Zuinige verlichting	Hoge weerstand	4,7-5,4	11,7-13,5	0,6-0,7	Uitfaseren slechte labels
Zuinige apparatuur	Hoge weerstand/ begrensd rationaliteit	5,4	13,5	0,7	Uitfaseren slechte labels/voorlichting/ verplichte energie-prestatie
Gebouwisolatie	Hoge weerstand/ financieel	70	75	4,2	Verplichte energie-prestatie gebouwen/financiële instrumenten
Gebouwverbetering	Begrensd rationaliteit/ financieel	2,0-4,0	2,0-4,0	0,1-0,2	Voorlichting/ CO ₂ -tax
Zon-oriëntatie	Financieel/ beschikbaarheid	1,6	1,6	0,1	Voorlichting/ verplichte energie-prestatie gebouwen
Gedragsverandering warmte	Hoge weerstand	7,9-11,9	7,9-11,9	0,5-0,7	Voorlichting/ CO ₂ -tax
Zuinige installaties	Begrensd rationaliteit	4,0-15,0	2,4-9,0	0,2-0,8	Voorlichting/ verplichte
Inregelen klimaatinstallatie	Kennis	0,8-1,6	0,8-1,6	0,1	Voorlichting/ verplichte energie-prestatie gebouwen
Totaal potentieel		99-117	120-136	6,7-7,7	



Tabel 5 Samenvattend overzicht bedrijven

Maatregel	Belemmering	Potentieel energie-besparing eindgebruik PJfinaal/jr	Potentieel besparing primaire energie PJprimair/jr	CO ₂ -reductie-potentieel (Mton CO ₂)	Beleidsinstrument
Gedragsverandering elektriciteit	Hoge weerstand	5,5-11,0	13,8-27,5	0,7-1,4	Voorlichting/ CO ₂ -tax
Zuinige verlichting	Hoge weerstand/ kennis	4,4	11,0	0,5	Uitfaseren slechte labels/handhaving Wm
Zuinige koeling	Financieel/ kennis	1,4	3,5	0,2	Voorlichting/handhaving Wm/ verplichte energie-prestatie installaties
Zuinige ventilatie	Financieel/ kennis	0,7	1,7	0,2	Voorlichting/handhaving Wm/ verplichte energie-prestatie installaties
Zuinige apparatuur	Hoge weerstand/ begrensd rationaliteit	2,1-2,7	5,2-6,9	0,3	Voorlichting/handhaving Wm/ verplichte energie-prestatie installaties
Gebouwisolatie	Hoge weerstand/ financieel	10,1-20,1	10,1-20,1	0,6-1,1	Handhaving Wm/ verplichte energie-prestatie gebouwen
Gebouwverbetering	Begrensd rationaliteit/ financieel	6,0	9,2	0,5	Voorlichting/handhaving Wm/CO ₂ -tax
Zuinige installaties	Begrensd rationaliteit	2,1-8,0	1,3-4,8	0,1-0,5	Voorlichting/ CO ₂ -tax
Energiebeheersing	Hoge weerstand/ begrensd rationaliteit/ financieel	0,5	0,5	0,03	Voorlichting/CO ₂ -tax/ financiële instrumenten
Totaal Potentieel		33-55	56-85	3,1-4,7	

Tabel 6 Samenvattend overzicht glastuinbouw

Maatregel	Belemmering	Potentieel energie-besparing eindgebruik PJfinaal/jr	Potentieel besparing primaire energie PJprimair/jr	CO ₂ -reductie-potentieel (Mton CO ₂)	Beleidsinstrument
WKK	Financieel	N.v.t.	17	1,0	CO ₂ -prijs verhogen
Gebruik reststromen voor warmtelevering	Financieel/ organisatorisch	N.v.t.	9	0,5	Facilitering aanleg warmtenetten
Het Nieuwe Telen	Kennis/techniek	8-14	14-24,5	0,7-1,3	Kennisontwikkeling risicobeperking hogere CO ₂ -prijs
Alternatieve Warmtetechnieken	Kennis/Techniek	2	2	0,1	Kennisontwikkeling risicobeperking hogere CO ₂ -prijs
Totaal potentieel		10-16	42-52	3,3-3,9	



Tabel 7 Samenvattend overzicht industrie

Maatregel	Belemmering	Potentieel energie-besparing eindgebruik PJfinaal/jr	Potentieel besparing primaire energie PJprimair/jr	CO ₂ -reductie-potentieel (Mton CO ₂)	Beleidsinstrument
WKK	Financieel	N.v.t. (zie hierboven)	129	8,6	CO ₂ -prijs verhogen
Gebruik reststromen voor warmtelevering	Financieel/organisatorisch	N.v.t.	53	3,2	Facilitering aanleg warmtenetten
Verbeteren isolatie	Gebrek aan urgentie	29	32	1,7	Wet milieubeheer
Optimalisatie pompsystemen	Gebrek aan urgentie	4,4	11	0,7	Wet milieubeheer
Warmtepompen	Technisch	32	80	5,3	Stimuleringsfonds
Totaal potentieel		65	305	20	

Tabel 8 Samenvattend overzicht elektriciteit

Maatregel	Belemmering	Potentieel energie-besparing eindgebruik PJfinaal/jr	Potentieel besparing primaire energie PJprimair/jr	CO ₂ -reductie-potentieel (Mton CO ₂) (Mton)	Beleidsinstrument
Efficiëntie centraal productiepark met 3% omhoog	Financieel/organisatorisch	0	17	1	CO ₂ -prijs verhogen efficiëntienormen heffing primair energiegebruik
Modernisering en Uitbreiding WKK-park	Financieel	0	30	2	CO ₂ -prijs verhogen efficiëntienormen heffing primair energiegebruik
Nuttig gebruik 10% restwarmte centrale productie	Financieel	0	27	2	Verplichte inzet restwarmte, faciliteren aanleg warmtenetten
Verlaging netverliezen door piek-verschuiving	Regulering organisatorisch technisch	4	8	0,5	Onderzoeks-programma Communicatie-programma aanpassing elektriciteitswet
Totaal potentieel		4	40-50	5	

Bijlage A	Sector gebouwde omgeving (MKB en huishoudens)
Bijlage B	Sector glastuinbouw
Bijlage C	Sector industrie
Bijlage D	Sector elektriciteit
Bijlage E	Overzicht kosten/baten van besparingen warmte
Bijlage F	Overzicht beleidsinstrumenten
Bijlage G	Relevante richtlijnen en doelstellingen
Bijlage H	Energiebesparing gaat niet vanzelf



Bijlage A Gebouwde omgeving

A.1 Sector in 2013 en verder

Energiegebruik

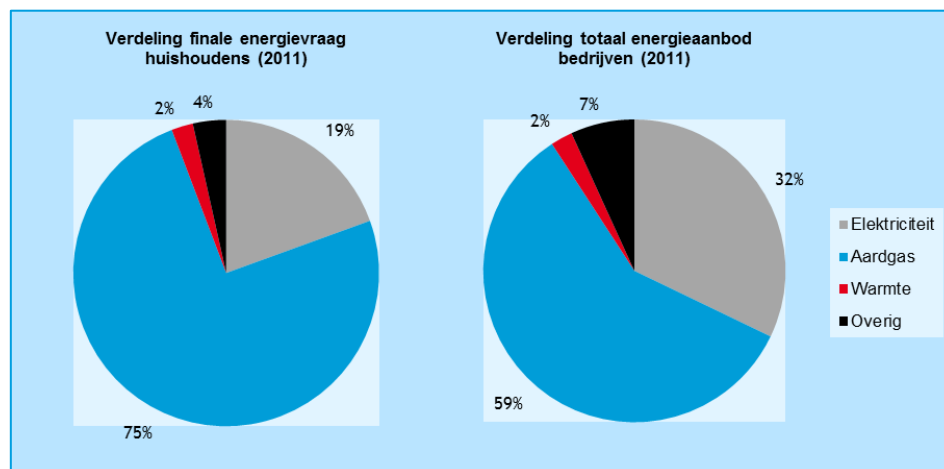
De sector Gebouwde Omgeving is grofweg onder te verdelen in huishoudens en bedrijven. In de onderstaande tabel en figuur staan de verbruikscijfers van deze twee sub-sectoren.

Tabel 9 Kerncijfers gebouwde omgeving

Finale energievraag		Huishoudens	Bedrijven	Totaal
Elektriciteit	PJ	85	112	197
Aardgas	PJ	327	204	531
Warmte	PJ	10	8	18
Overig	PJ	15	24	39
		438	347	786
Primaire energievraag		Huishoudens	Bedrijven	Totaal
Elektriciteit	PJ	211	276	487
Aardgas	PJ	327	204	531
Warmte	PJ	10	8	18
Overig	PJ	15	24	39
		564	512	1076

Opmerking: Het aardgasverbruik is gecorrigeerd voor graaddagen.

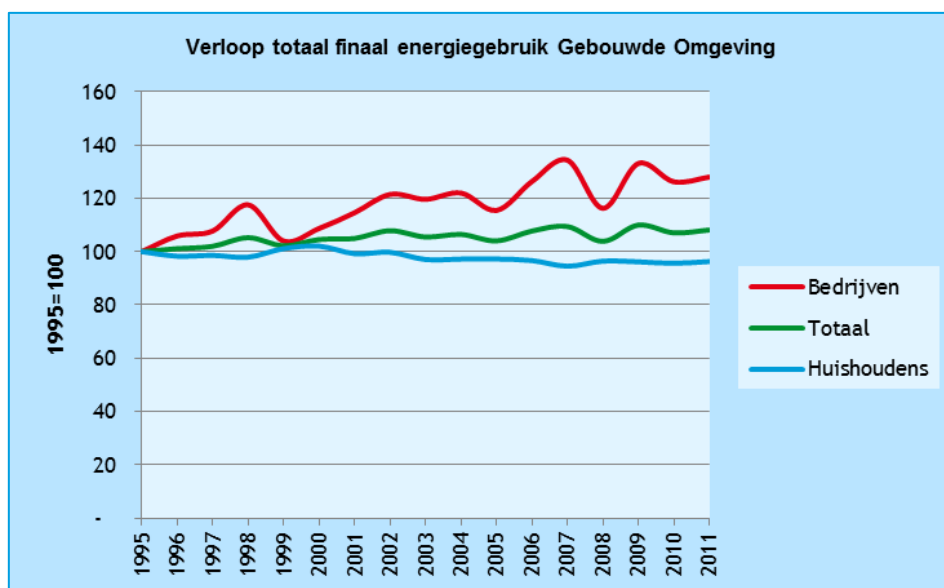
Figuur 13 Verdeling finale energievraag huishoudens en bedrijven in 2011



Opmerking: Het aardgasverbruik is gecorrigeerd voor graaddagen.

Als wordt gekeken naar de langjarige trend van het totale energiegebruik van de gebouwde omgeving, dan is bij de huishoudens een zeer licht dalende lijn zichtbaar en bij bedrijven een stijgende lijn. Overall vertoont de sector een stijgend energiegebruik (zie Figuur 14).

Figuur 14 Verloop totaal finaal energiegebruik Gebouwde omgeving



Wanneer specifiek bij huishoudens naar het energieverbruik per huishouden wordt gekeken, dan is de laatste jaren een dalende lijn zichtbaar. Sinds 1995 is het gemiddelde energiegebruik per huishouden met bijna 20% gedaald. Hierbij zorgt vooral een sterke afname van het aardgasverbruik voor de daling. Het gebruik van elektriciteit is sinds 1995 juist toegenomen, hoewel ook hierin de laatste twee jaar een daling in waar te nemen is. In het totaalgebruik van de huishoudens wordt deze daling per huishouden weer gecompenseerd door de toename van het aantal huishoudens. Bij de bedrijven zijn zowel het gebruik van aardgas als elektriciteit sinds 1995 sterk toegenomen. In de onderstaande tabel staat het verbruik van de sector in fysieke eenheden.

Tabel 10 Finaal energiegebruik huishoudens en bedrijven in fysieke eenheden

Huishoudens		2007	2008	2009	2010	2011
Elektriciteit	GWh	24.293	24.800	24.156	24.703	23.687
Aardgas (werkelijk)	mln m ³	8.775	9.818	9.870	11.430	9.300
Aardgas (gecorrigeerd)	mln m ³	10.137	10.283	10.264	10.040	10.346
Warmtelevering	PJ	8	9	9	11	10
Overig	PJ	14	15	17	17	15
Per huishouden		2007	2008	2009	2010	2011
Elektriciteit	kWh	3.378	3.420	3.303	3.345	3.178
Aardgas (werkelijk)	m ³	1.220	1.354	1.350	1.548	1.248
Aardgas (gecorrigeerd)	m ³	1.410	1.418	1.404	1.359	1.388
Warmtelevering	GJ	1,1	1,2	1,2	1,5	1,3
Overig	GJ	1,9	2,1	2,3	2,3	2,1
Bedrijven		2007	2008	2009	2010	2011
Elektriciteit	GWh	29.960	28.395	30.464	30.487	31.013
Aardgas (werkelijk)	mln m ³	5.692	4.860	6.076	7.241	5.791
Aardgas (gecorrigeerd)	mln m ³	6.576	5.090	6.319	6.360	6.442
Warmtelevering	PJ	11	8	10	9	8
Overig	PJ	37	44	41	23	24

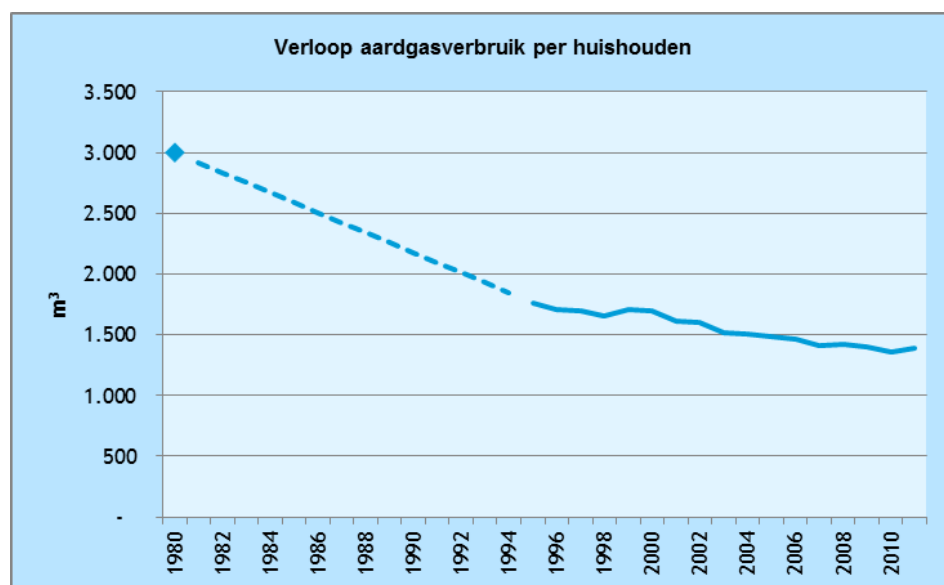
Het gebruik van energie is in de gebouwde omgeving relatief eenduidig. Het aardgas wordt gebruikt voor ruimteverwarming en warm tapwater⁶, de elektriciteit voor apparaten en hulpenergie. Bij bedrijven wordt elektriciteit daarnaast ook gebruikt voor klimaatbeheersing, in de vorm van ruimtekoeeling (en eventueel verwarming).

De komende jaren zal er echter steeds meer verschuiving plaats gaan vinden. Elektriciteit wordt steeds vaker ingezet voor ruimteverwarming door bijvoorbeeld een warmtepomp en aardgas voor de productie van elektriciteit door bijvoorbeeld een micro-WKK. De verwachting is dat het totale energiegebruik in de gebouwde omgeving de komende jaren niet sterk verandert, maar dat het aandeel aardgas kleiner wordt, ten koste van elektriciteit.

Het verbruik van aardgas staat niet gelijk aan de warmtevraag van de gebouwde omgeving. Deze wordt namelijk bepaald door het rendement van de verwarmingsinstallatie. Over het algemeen is dit een hoogrenderende CV-ketel. Het rendement van deze HR-ketel wordt bepaald door het gewogen rendement van de productie van warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater. Door het aardgasverbruik om te rekenen met dit rendement kan de uiteindelijke *functionele warmtevraag* worden bepaald. Gemiddeld is dit rendement in Nederland voor huishoudens 78%, voor bedrijven wordt deze geschat op 84%⁷. Op basis van de data kunnen we dan afleiden dat beide subsectoren een *functionele warmtevraag* hebben van⁸:

- huishoudens: 253 PJ;
- bedrijven: 182 PJ.

Figuur 15 Ontwikkeling gemiddeld aardgasverbruik per huishouden (gecorrigeerd)



Opmerking: Bovenstaande figuur is alleen inclusief temperatuurcorrectie. Er is niet gecorrigeerd voor het aantal huishoudens op stadsverwarming.

⁶ En een klein percentage voor koken.

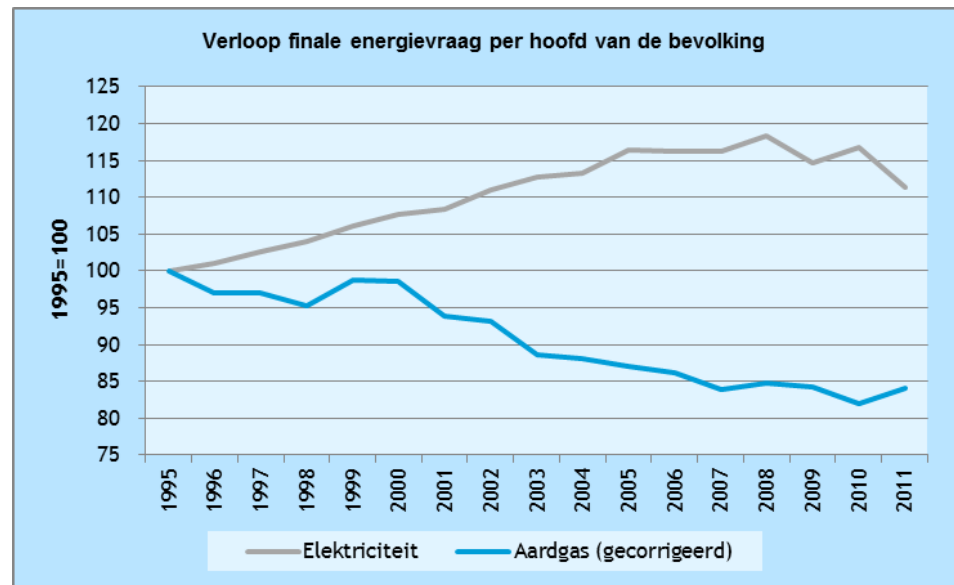
⁷ Gebaseerd op de berekeningen voor de maximumprijs uit de Warmtewet. Voor bedrijven is een verhouding van ruimteverwarming/warm tapwater aangenomen van 95/5.

⁸ Waarbij wordt aangenomen dat de overige brandstoffen met een gelijk rendement wordt omgezet en warmte met 100%.



Als wordt gekeken naar het gemiddelde aardgasverbruik per huishouden in Nederland, dan is een sterk dalende trend zichtbaar in de laatste decennia. Figuur 15 geeft dit weer. Door de introductie van zuinige technieken, zoals de HR-ketel, het isoleren van woningen en het steeds kleiner worden van huishoudens, is het gemiddelde verbruik per huishouden sterk afgenomen. Dit terwijl het absolute gebruik van alle huishoudens ongeveer constant is gebleven in de laatste twintig jaar. Voor elektriciteit in een tegengestelde trend zichtbaar. Figuur 16 geeft deze trends weer per hoofd van de bevolking voor de finale energievraag van huishoudens.

Figuur 16 Ontwikkeling finale energievraag per hoofd van de bevolking



Emissies

De directe emissies van de gebouwde omgeving komen voort uit de verbranding van aardgas en overige brandstoffen voor de productie van warmte. De totale directe emissie van de sector wordt in Tabel 11 weergegeven. Deze zijn conform de monitoring van de Emissieregistratie.

Tabel 11 Directe CO₂-emissies gebouwde omgeving (2011)

		Aardgas	Overig	Totaal
Huishoudens	Kton CO ₂	16.554	386	16.940
Bedrijven	Kton CO ₂	10.308	362	10.670
Totaal	Kton CO₂	26.862	748	27.610

De indirecte emissies van de sector worden veroorzaakt door het elektriciteits- en warmtegebruik. Deze emissies vallen onder de overige sectoren. Ter indicatie, deze bedragen voor elektriciteit ongeveer 24.500 kton CO₂.

Fysieke kenmerken

Het energiegebruik van de gebouwde omgeving is afhankelijk van talloze factoren. Voor huishoudens zijn dit onder andere het aantal particuliere huishoudens, het type woning, de schilisolatie van de woningen, de efficiëntie van de installaties en het aantal inwoners.

Voor bedrijven is het aantal bedrijven, het aantal werknemers, het type bedrijven, het type gebouwen, de schilisolatie en efficiëntie van de installaties de belangrijkste. Aangezien deze waarden niet voor heel Nederland bekend zijn, wordt in deze studie met een beperkte set kenmerken gewerkt. Voor huishoudens zijn dit het aantal particuliere huishoudens en het aantal inwoners, voor bedrijven de werkgelegenheid (fte's).

Tabel 12 Primaire fysieke kenmerken

		2.007	2.008	2.009	2.010	2.011
Particuliere huishoudens	Aantal	7.192.000	7.252.000	7.313.000	7.386.000	7.453.667
Totaal inwoners	Aantal	16.357.992	16.405.399	16.485.787	16.574.989	16.655.799
Werkgelegenheid (SBI: G-U)	FTE			4.728.000	4.758.000	4.767.000

A.2 Maatregelen

Bij de maatregelen wordt een onderscheid gemaakt tussen maatregelen die ingrijpen op de finale energievraag en maatregelen die van invloed zijn op de energieconversie. In de komende alinea's staan de mogelijkheden voor 2020.

A.2.1 Besparing in het eindverbruik

Elektriciteit bij huishoudens

- **Gedragsverandering**
Door bewust te zijn van het elektriciteitsgebruik van apparaten, ook wanneer deze niet gebruikt worden, kan de gebruiker zijn gedrag aanpassen om zo elektriciteit te besparen. Het gaat hierbij om het vermijden van sluipverbruik, door apparaten niet op stand-by te laten staan, opladers uit het stopcontact te halen of door regelmatig de vriezer te ontdooien. Door al dit soort handelingen kan een mogelijke besparing worden gehaald van ongeveer 300 kWh (grove schatting op basis van HIER, 2013). Als conservatieve inschatting is een kwart van deze besparing aannemelijker. Voor heel Nederland betekent dat een besparing van 0,6 TWh, ofwel 0,2 Mton CO₂.
- **Zuinige verlichting**
Vervangen van gloeilampen door spaar- of LED-lampen. Deze besparen ten opzichte van gloeilampen 70-85% (Milieu Centraal, 2013). Voor een gemiddeld huishouden, waarbij 490 kWh verbruik voor verlichting plaatsvindt (Milieu Centraal, 2013), kan de besparing oplopen tot 340-415 kWh op jaarbasis. Hierbij moeten dan wel alle aanwezige lampen worden vervangen door energiezuinige lampen, maar aangezien dit veelal niet zal plaatsvinden, is een halvering van deze besparing aannemelijker: 170-208 kWh per huishouden. Voor heel Nederland kan dat een besparing opleveren van 1,3-1,5 TWh, ofwel 0,6-0,7 Mton CO₂.
- **Zuinige apparatuur**
De laatste jaren worden steeds meer apparaten ontwikkeld die dezelfde functionaliteit hebben als hun voorganger, maar daar minder elektriciteit voor nodig hebben, zoals wasmachines die op 15°C kunnen wassen, warmtepompwasdrogers, zuinigere koelkasten, modulerende CV-pomp, etc. Een grove schatting van de besparing, als al dit soort apparaten wordt vervangen in een woning, is 800 kWh. Aangezien lang niet alle huishoudens over deze apparaten beschikken of inmiddels al een zuiniger variant heeft, wordt geschat dat 25% van deze besparing realistisch is. Voor heel Nederland betekent dat dan een besparing van 1,5 TWh, ofwel 0,7 Mton CO₂.



Elektriciteit bij bedrijven

- **Gedragverandering**

Het onnodig aanlaten van verlichting, computers, verwarming, koeling, enzovoorts, zorgt voor veel verspilling. Door gedragsveranderingen kan een deel van deze verspilling teniet worden gedaan. Indien nodig kan dit ook ondersteund worden door techniek, zoals bewegingssensoren, energie-beheerssystemen en centrale aansturen. Een zeer grove inschatting van het potentieel is 5-10% besparing op elektriciteit. Voor de bedrijven in Nederland betekent dat 1,5-3,0 TWh, ofwel 0,7-1,4 Mton CO₂.

- **Zuinige verlichting**

Een groot deel van het elektriciteitsgebruik gaat op aan verlichting (bij kantoren gemiddeld één derde van de totale elektriciteitsvraag (Ecofys, 2010)). Het plaatsen van energiezuinige verlichting kan dan ook een aanzienlijke bijdrage leveren aan de elektriciteitsbesparing. Energiezuinige hoogfrequente TL-verlichting bespaart 20-65% op elektriciteitsverbruik ten opzichte van gewone verlichting. Als wordt aangenomen dat gemiddeld bij bedrijven 25% van het elektriciteitsverbruik voor verlichting is, hier een gemiddelde besparing van 40% op behaald kan worden en dat dit bij 50% van bedrijven toegepast wordt, dan is het besparingspotentieel voor heel Nederland 1,2 TWh. Dit komt overeen met 0,7 Mton CO₂.

- **Zuinige koeling**

Na verlichting en ICT, verbruikt koeling gemiddeld de meeste elektriciteit bij bedrijven. Dit gaat dan om productkoeling (bijvoorbeeld bij supermarkten), proceskoeling en ruimtekoeling. Door middel van isolatie, goede dimensionering, afdichting, efficiëntere technieken en allerlei andere maatregelen, kan de elektriciteitsvraag voor koeling afnemen. Als wordt aangenomen dat ongeveer 10% van het totale elektriciteitsgebruik wordt aangewend voor enige vorm van koeling, hierop 25% bespaard kan worden en dat dit bij 50% van de bedrijven gebeurt, dan kan 0,5 TWh worden bespaard. Ofwel 0,2 Mton CO₂.

- **Zuinige ventilatie**

Voor de ventilatie wordt ongeveer half zo veel elektriciteit gebruikt dan voor koeling. Als hiervoor dezelfde aannames worden gedaan, dan kan hiermee 0,4 TWh worden bespaard, ofwel 0,2 Mton CO₂.

- **Zuinige apparatuur**

Bij bedrijven wordt een zeer grote diversiteit aan apparaten gebruikt. Een deel daarvan valt onder ruimteverwarming, koeling en ventilatie. Overige apparatuur bestaat onder andere uit pompen, bevochtiging, maar vooral ICT. Deze overige apparatuur verbruikt tezamen ongeveer 15-20% van de elektriciteit. Dit aandeel zal de komende jaren waarschijnlijk blijven toenemen, maar biedt ook mogelijkheden tot besparing. Als voor deze apparatuur dezelfde aannames worden gedaan als voor koeling, dan betekent dit een besparing van 0,6-0,8 TWh, ofwel 0,4 Mton CO₂.

Warmte bij huishoudens

- **Gebouwisolatie**

Grootschalige inzet op het beter isoleren van woningen kan een grote besparing opleveren. Hierin zijn vele soorten en maten, die verschillen in kosten, opbrengsten en besparingen. Uit eerdere studies is gebleken (CE Delft, 2013), dat een wanneer bij sociale huurwoningen alle woningen met een C-label of slechter worden verbeterd tot B-label en alle particulier koop- en huurwoningen worden verbeterd tot een C-label tot 2020 ongeveer 75 PJ additioneel op S&Z-beleid bespaard kan worden. Dit betekent een besparing van ongeveer 2,2 miljard m³ aardgas en 0,5 TWh aan gebouwgebonden elektriciteit. Voor aardgas is dat een besparing van bijna 25%. Ofwel 4,2 Mton CO₂.



- **Gebouwverbetering**

Naast het isoleren van de schil van de woning, kan ook op andere wijzen het verlies van warmte worden beperkt. Hierbij kan gedacht worden aan reflecterende radiatorfolie, het plaatsen van tochtstrips, isoleren van verwarmingsleidingen, groene daken, enzovoorts. De besparingen die deze maatregelen behalen wisselen sterk en deels ook afhankelijk van andere getroffen maatregelen. Aangenomen wordt dat de besparing in de orde grootte van 2,5-5% ligt en dat bij een kwart van de woningen deze maatregelen worden getroffen, dan bespaard dat 2-4 PJ aardgas, ofwel 0,1-0,2 Mton CO₂.

- **Zon-oriëntatie**

Passieve zonne-energie is deels het gebruik maken van een hernieuwbare bron, maar anders dan door het plaatsen van zonnepanelen of een zonneboiler. Door een woning zo te oriënteren/ontwerpen dat maximaal zonlicht en -warmte wordt opgevangen in de woning, kan worden bespaard op het energieverbruik. Dit kan worden gedaan door meer glasoppervlak op het zuiden te plaatsen, dan op het noorden. Bij een goede uitvoering verlaagd de zon-oriëntatie eveneens de EnergiePrestatieCoëfficiënt (EPC) (Milieu Centraal, 2013). Aangenomen wordt dat een gemiddelde besparing van 5% kan worden behaald door gebruik te maken van passieve zonne-energie. Als wordt aangenomen dat dit bij ongeveer 10% van de woningen kan worden toegepast, dan komt dit overeen met 2 PJ aardgas, ofwel 0,1 Mton CO₂.

- **Zuinige installaties**

De huidige warmtevoorziening van woningen wordt primair geleverd door HR-ketels op aardgas. Hiervoor zijn de laatste jaren ook zuinigere alternatieven ontwikkeld, zoals HRe-ketels, elektrische warmtepompen, hybride HR/WP-ketels al of niet in combinaties met lage temperatuurverwarming. Deze technieken leveren een besparing op de finale vraag naar energie, doordat ze een hoog omzettingsrendement hebben. Kenmerkend aan deze technieken is dat de energievraag elektrificeert: de warmtevraag wordt niet meer door aardgas ingevuld, maar door elektriciteit. Zo heeft een warmtepomp voor de productie van 10 GJ bij een COP van 4 slechts 2,5 GJ (finale) elektriciteit nodig en geen 10 GJ (finale) aardgas. Doordat deze elektriciteit uiteindelijk wel centraal opgewekt moet worden, is er nog wel een factor 2,5 meer primaire energie nodig voor de elektriciteit. Maar ook dat geeft nog een besparing van bijna 40% op primaire energie.

Tot 2020 worden ongeveer 2 miljoen HR-ketels vervangen, als hiervan een kwart wordt vervangen door een zuinigere installatie die tussen de 20-75% bespaart op de finale energievraag, dan betekent dat een besparing van 4-15 PJ finale energie, ofwel 0,2-0,8 Mton.

- **Gedragsverandering**

Evenals bij elektriciteit bestaat er op het gebied van warmte ook een aantal aanpassingen in het gedrag waarmee energie bespaard kan worden. De belangrijkste is het verlagen van de temperatuurinstelling van de verwarming (7% per graad lager), de verwarming tijdig uitzetten, nachtverlaging, het niet verwarmen van niet gebruikte vertrekken, tijdig sluiten van de gordijnen, juist ventileren, et cetera. Het toepassen van deze maatregelen kan naar verwachting leiden tot een besparing tussen de 10-15%. Als een kwart van de Nederlandse huishoudens dit doet, dan wordt 8-12 PJ op jaarbasis aan aardgas bespaard, ofwel 0,5-0,7 Mton CO₂.

- **Inregelen klimaatinstallatie**
De veelgebruikte HR-ketel kent nog verschillende mogelijkheden tot optimalisatie. Het plaatsen van een weersafhankelijke regeling, klok-thermostaat of waterzijdig inregelen. Hiermee is aanvullende besparing te behalen. Hoe veel dit is, hangt sterk af van de uitgangssituatie en de manier waarop de gebruiker er vervolgens mee omgaat. Waarschijnlijk betreft de besparing 1-2%. Bij een kwart van de huishoudens zou dat dan 1-2 PJ besparing betekenen, ofwel 0,05-0,1 Mton CO₂.

Warmte bij bedrijven

- **Gebouwisolatie**
Evenals bij woningen kunnen ook bedrijfsgebouwen geïsoleerd worden om energie te besparen. Bij bedrijven werkt de isolatie zowel voor warmte (in bijvoorbeeld kantoren) als koude (in bijvoorbeeld koelhuizen). Gegeven de grote diversiteit van bedrijfspanden, functies en energievraag, is het inschatten van de potentiële besparing door isolatie complex. Daarnaast zijn er in Nederland geen eenduidige overzichten van de reeds getroffen isolatiemaatregelen bij bedrijfspanden. Om toch een grove inschatting te geven, wordt er van uitgegaan dat er door isolatie 20-40% bespaard kan worden op aardgas. Als deze maatregelen bij 25% van het energiegebruik worden toegepast, dan levert dit een besparing van 10-20 PJ op. Gelijk aan 0,6-1,1 Mton CO₂.
- **Zuinige installaties**
Evenals bij huishoudens kunnen bedrijven de laatste jaren ook steeds meer kiezen voor alternatieve technieken voor de warmte- en koudevoorziening. Eén van de belangrijkste opties is het toepassen van een warmtepomp in relatie met warmte/koudeopslag. Afhankelijk van de uitvoering, kan hiermee ongeveer 20-75% bespaard worden op de finale energievraag. Als wordt aangenomen dat tot 2020 ongeveer 5% van de warmte- en koudevraag van de bedrijven aanvullend wordt voorzien door zuinige installaties, dan betekent dat een besparing van 2-8 PJ, gelijk aan 0,1-0,5 Mton.
- **Gebouwverbetering**
Bij bedrijfspanden zijn verschillende verbetering aan het gebouw mogelijk, zoals het afdichten van kieren, zelfsluitende deuren, reflecterende radiatorfolie, vrije koeling, warmteterugwinning, ventilatie of groene daken en gevels. Met name de laatstgenoemde kan in potentie veel besparen. Een recente studie van de Technische Universiteit Eindhoven (2012) laat zien dat besparingen van 90% op koeling in de zomer en 20% op verwarming in de winter mogelijk zijn. Wanneer deze besparingsgetallen worden vertaald naar 10% van de Nederlandse bedrijven, dan kan dat een besparing van 4 PJ aardgas voor verwarming betekenen en 2 PJ elektriciteit voor koeling. Totaal 0,5 Mton CO₂.
- **Energiebeheerssystemen en optimalisatie klimaatinstallaties**
Door middel van energiebeheerssystemen, monitoring en optimaliseren van klimaatinstallaties (onder andere het inregelen daarvan) kan gemiddeld 10% worden bespaard (BuildDesk, 2011). Uit dezelfde studie van BuildDesk blijkt dat deze maatregelen een realistisch potentieel hebben van 0,5 PJ. Dit komt overeen met 0,03 Mton CO₂.



A.2.2 Besparing in de conversie

De gebouwde omgeving bestaat bijna volledig uit partijen die eindverbruiker van energie zijn. Bij deze partijen is dan ook enkel zeer beperkt de mogelijkheid om een bijdrage te leveren aan een besparing in de conversie, omdat zo goed als alle maatregelen die zij kunnen treffen ‘achter de meter’ zijn. Hierop zijn enkele uitzondering, waarvan het toepassen van een warmtekrachtkoppeling en externe warmtelevering de belangrijkste zijn.

Warmtekrachtkoppeling

Het gecombineerd opwekken van warmte en kracht in de gebouwde omgeving, levert een indirecte besparing in de conversie. De WKK levert in eerste instantie een verhoging van het energiegebruik bij de eindverbruiker. Het totaalrendement van WKK's ligt over het algemeen lager dan het rendement van HR-ketels. Daarnaast zijn WKK's meestal warmtevraaggestuurd en aangezien zij (afhankelijk van het toepassingsgebied) een thermisch rendement hebben van 50-85% (b.w.), is er meer aardgas nodig om dezelfde hoeveelheid warmte te produceren. Met het extra aardgas wordt eveneens elektriciteit geproduceerd. Deze elektriciteit hoeft vervolgens niet door het centrale productiepark te worden geproduceerd, waardoor hier een besparing in de conversie ontstaat.

In Figuur 17 wordt dit illustratief weergegeven. Hierin is te zien dat hoewel de finale vraag bij gecombineerde opwekking hoger is, de primaire vraag aanzienlijk lager is. Op deze wijze heeft een WKK bij een eindgebruiker dus indirect effect op de besparing in de conversie.

Externe warmtelevering

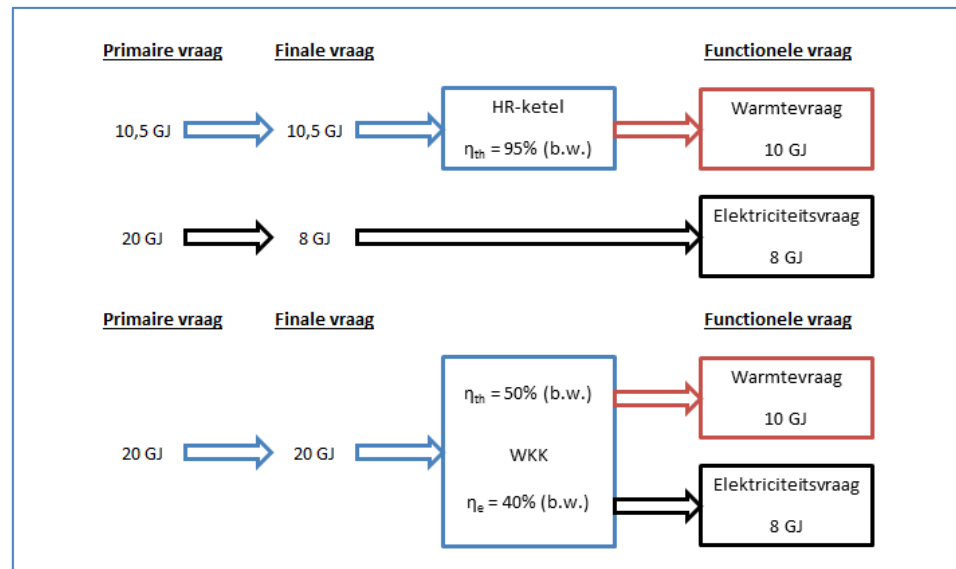
Door middel van externe warmtelevering uit bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale of afvalverbrandingsinstallatie kan eveneens indirect besparing in de conversie plaatsvinden. In de praktijk verandert de finale warmtevraag van bijvoorbeeld een woning niet als deze alléén overschakelt van een HR-ketel naar warmtelevering. Er wordt immers niet geïsoleerd of andere maatregelen getroffen⁹. De primaire vraag verandert echter wel, zeker in het geval van 100% restwarmte, welke anders weggegooid zou worden.

In dat geval is er namelijk géén sprake van primaire energie die wordt verbruikt voor de productie van de warmte. In het geval van aftapwarmte is dit in mindere mate het geval, dan wordt er wel extra primaire energie gebruikt, maar over het algemeen minder dan in de uitgangssituatie met een HR-ketel. Net als de WKK heeft externe warmtelevering bij eindverbruikers daarmee een indirect effect op de besparing in de conversie.

⁹ Om praktische redenen wordt aangenomen dat de warmtewisselaar en HR-ketel ongeveer dezelfde rendementen hebben.



Figuur 17 Illustratief voorbeeld besparing door WKK



A.3 Belemmeringen

Voor het treffen van energiebesparende maatregelen in de gebouwde omgeving bestaan veel belemmeringen. Deze belemmeringen komen voort uit de verschillende actoren, de belangen, de mogelijkheden en situaties. In de komende paragrafen wordt een overzicht gegeven van deze belemmeringen. Het overzicht biedt de belangrijkste belemmeringen die met behulp van gericht beleid verminderd zouden kunnen worden. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de verschillende segmenten in de sector gebouwde omgeving.

A.3.1 Belemmering bij besparing in het eindverbruik (algemeen)

- **Begrensde rationaliteit**
Het omgaan met energie (investeringen, gebruiksgedrag, etc.) maakt veelal deel uit van gedrag met een begrensde rationaliteit. Dit leidt tot beslissingen die niet optimaal, maar voldoende zijn. De oorzaak is dat sommige kosten- en baten niet worden beschouwd bij een investeringsbeslissing. Dit geldt bijvoorbeeld voor de uitgespaarde energiekosten en daardoor vormen zij vaak geen argument voor het treffen van energiebesparende maatregelen. Een tweede fenomeen dat de rationaliteit vertroebelt is de perceptie van kosten en baten. Mensen zijn niet altijd op de hoogte van daadwerkelijke kosten en baten, en baseren hun keuze meer op de subjectieve perceptie van data. Hierdoor liggen beslissingen vaak niet in lijn met objectieve rentabiliteitsberekeningen. Dit speelt met name bij particulieren (huishoudens).
- **Hoge weerstand**
Een netto financieel voordeel van directe kosten en directe baten is vaak niet voldoende om de eigenaar over de streep te trekken om de maatregel te treffen. Naast begrensde rationaliteit zullen bij veel maatregelen allerlei praktische zaken het energiebesparingsgedrag belemmeren, zoals verbouwingsoverlast, subsidieaanvragen doen, aannemers selecteren, etc. Al deze niet financiële belemmeringen worden door CE Delft samengevat onder de term 'weerstand'.

- **Economische crisis**
De huidige economische crisis heeft weliswaar een tijdelijk karakter, maar belemmert voor een aantal jaren de financieringscapaciteiten van zowel huishoudens als bedrijven. Bij energiebesparingen gaan de kosten zo goed als altijd voor de baat uit. Als gevolg van de verslechterde financiële situatie van veel huishoudens en met name bedrijven, is het in veel gevallen niet mogelijk financiering te krijgen (intern of extern) voor de investering in energiebesparende maatregelen.

A.3.2 Belemmeringen bij besparing in het eindverbruik (per sub-sector)

- **Particuliere woningbouw**
Binnen deze sector is er sprake van een zeer groot rendabel potentieel. Deze sector heeft echter sterk te maken met investeringsgedrag op basis van begrensde rationaliteit. Bovendien wordt het te investeren bedrag als hoog ervaren. Energiebesparend investeren heeft nauwelijks aandacht. Als de aandacht of intentie er wel is, is er vaak sprake van geringe bekrachtiging door de omgeving. Een verplichting of sterke prijsstimulus is hier noodzakelijk om effect te sorteren. In een beperkt deel van deze sector kunnen uitvoeringsdrempels zijn in de vorm van Verenigingen van Eigenaren (VvE). Alle leden van de VvE moeten instemmen met kostbare na-isolatie-werkzaamheden waarbij de VvE lang niet altijd over voldoende fondsen beschikt.
- **Sociale woningbouw (verhuur)**
Woningcorporaties hebben op dit moment beperkt aandacht voor energiebesparing en worden daarnaast belemmerd door de toenemende inspraak van huurders en het feit dat zij niet direct huurverhoging mogen doorvoeren indien zij energiebesparende investeringen doorvoeren. De kosten van energiebesparende maatregelen liggen nu bij de verhuurder, terwijl in de meeste gevallen de huurder profiteert van de baten. Dit probleem wordt ook wel aangeduid met de term ‘split incentive’. Inmiddels is naar een oplossing voor dit probleem gezocht. Per 1 juli 2011 speelt de energieprestatie (uitgedrukt in het energielabel) een grotere rol in de berekening van het puntenaantal van een zelfstandige huurwoning voor het woningwaarderingstelsel. Tot 1 juli 2011 telden sommige energiezuinige of energiebesparende woningvoorzieningen mee voor het puntenaantal van zelfstandige huurwoningen. Sinds 1 juli 2011 telt het energielabel mee als geheel. Zo krijgt een woning met een G-label 0 punten en met een A++ label 44 punten. Het energielabel geeft een betere indicatie van de energieprestatie van een woning dan het oude puntensysteem voor installaties en warmte-isolatie. Inmiddels is dit geregeld en is er een goede balans gevonden tussen kosten en baten bij huurder en verhuurder. De woningcorporaties hebben daarnaast een convenant getekend om hun woningbezit energetisch te verbeteren. Daarnaast is er op dit moment veel financiële onduidelijkheid over het Rijksbeleid, waardoor investeringen achterwege blijven.
- **Bedrijfshallen**
Afgezien van verplichtingen in het kader van de Wet milieubeheer zijn er in deze sector weinig verplichtingen, zoals de EPN, die de aandacht vestigen op energiebesparende maatregelen. De ‘sense of urgency’ is dan ook bijzonder laag. Het merendeel van de overwegingen is het resultaat van investeringsgedrag met begrensde rationaliteit. De verwachting is dat op basis van zuivere kosten-batenoverwegingen er hier een groot besparingspotentieel is. Daar opdrachtgevers vaak eenmalig bouwen, is er echter een geringe kennis van zaken. Om energiebesparingsbeslissingen meer rationaliteit te geven, lijkt een verplichte energieprestatienorm en handhaving van de Wet milieubeheer het eerste aanknopingspunt, dit zou dan gepaard dienen te gaan van een informatievoorziening op maat;



aan gemeenten en bouwers. Hogere energieprijzen zouden ook effect kunnen hebben.

– **Zorgsector**

In de zorgsector is er professionele aandacht voor energiebesparing en daarmee een hoge rationaliteit ten aanzien van energiebesparende investeringen. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door het hoge energieverbruik en daarmee hoge kosten, anderzijds door de attentiewaarde op basis van eerder geldende meerjarenafspraken. Door ontwikkelingen in de sector Verpleging en verzorging (concentratie op zorgtaken door toenemende zorgvraag en beperktere middelen) bestaat een risico van afnemende attentiewaarde. Een algemene belemmering is verder dat instellingen een beperkte autonomie hebben op het gebied van investeringen en exploitatie. Door het split incentive te verkleinen of anders vorm te geven kan verdergaande investeringen worden gestimuleerd. Voorwaarde is dan wel dat er voldoende kennis aanwezig is.

– **Kantoren**

Afgezien van een aantal grote gebruikers van kantoren die deelnemen aan de meerjarenafspraken heeft energiebesparing in deze sector een zeer geringe 'sense of urgency'. Veelal liggen bovendien de lasten en lusten van energiebesparende maatregelen bij verschillende partijen. Projectontwikkelaars, institutionele beleggers en vastgoedfondsen investeren, maar zijn niet de gebruikers die geconfronteerd worden met de exploitatielasten.

– **Onderwijs**

Het grootste potentieel en ook de belangrijkste belemmeringen zitten bij de sectoren Primair en Voortgezet Onderwijs. Ondanks een toenemende decentralisatie is de gemeente nog steeds hoofdverantwoordelijk voor de huisvestingskosten. In het primair en voortgezet onderwijs is er weinig aandacht voor energiebesparende maatregelen en een geringe stimulans omdat ze niet zelf baten hebben. Binnen de scholen is er beperkte kennis omtrent energiebesparende maatregelen.

In Tabel 13 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de belemmeringen per sub-sector.

Tabel 13 Overzicht van de situatie per sector op vier belangrijke aspecten

	'Sense of urgency'	Enthousiasme	Kennis	Split incentive
Bedrijfshallen	Bijzonder laag	Aanwezig	Beperkt	OK
Zorg	Hoog	Aanwezig	Redelijk, maar dalend	Beperkte autonomie
Woningbouw Eigendom	Laag	Laag	Laag	Meestal OK
Woningbouw Verhuur	Aanwezig	Aanwezig	Hoog	## Meestal OK
Kantoren	Bijzonder laag	Laag	Laag	Veelal slecht
Scholen	Laag	Laag	Beperkt	Matig

Bron: Belemmeringen binnen en buiten de muur (CE Delft, 2006a).



A.3.3 Belemmeringen bij besparingen in de conversie

Het aantal maatregelen voor besparing bij de conversie is beperkt voor de actoren in de gebouwde omgeving. De twee belangrijkste maatregelen, WKK en externe warmte, kennen daarbij verschillende belemmeringen. Deze zijn grotendeels hetzelfde voor de hele sector.

Warmtekrachtkoppeling

- **Economische belemmeringen**

Een van de belangrijkste belemmeringen van een WKK, zijn de economische aspecten van de installatie. Het gaat hierbij dan zowel om de investerings- als operationele kosten en opbrengsten. In de huidige energiemarkt is het uitdagend om een WKK economische rendabel te laten opereren. Dit komt door een hoge brandstofprijs (aardgas) en een lage elektriciteitsprijs. Daarnaast zijn de investeringskosten, met name bij huishoudens, zeer hoog in vergelijking met het alternatief, een HR-ketel.

- **Technische belemmeringen**

De technische mogelijkheden van maatregelen die aangrijpen op besparing in de conversie zijn op dit moment niet breed voor handen voor alle actoren in de gebouwde omgeving. Per sub-sector zijn hier wel sterke verschillen. Zo zijn WKK's wel goed beschikbaar voor grotere bedrijven en instellingen waarbij zij technisch aansluiten bij de energievraag, maar is de beschikbaarheid van geschikte installaties voor kleingebruikers aanzienlijk beperkter. Hoewel dit de laatste jaren langzaam aan het veranderen is, is deze beschikbaarheid een belemmering voor het verder uitrollen van de gecombineerde warmte- en elektriciteitsproductie in de gebouwde omgeving.

- **Kennis**

In Nederland is standaard de eerste keuze voor een nieuwe warmtevoorziening een HR-ketel. Zowel bij huishoudens als veel bedrijven en instellingen. Dat er niet wordt gekozen voor WKK's komt mede door de gebrekkige kennis hierover. Dit betreft zowel de kennis van het bestaan van de optie als de kennis van de werking van de optie. Daar waar het voor huishoudens vooral kennis 'van het bestaan' is (de WKK vervangt in principe één-op-één de HR-ketel zonder aanpassingen aan de woningen of bediening), is het voor (grote) bedrijven ook de kennis van het beheren van de installatie die niet of te beperkt aanwezig is. Het ontbreken van de kennis wordt vooral veroorzaakt doordat de energiehuishouding meestal niet tot de kerntaken van een bedrijf behoort. Kennis van de huidige energievoorziening is vaak al zeer beperkt. De kennis die nodig is voor het aansturen van een WKK vereist daarnaast nog meer aandacht/interesse en is daarmee over het algemeen niet voorhanden.

Externe warmtelevering

- **Economische belemmeringen**

Het ontwikkelen van projecten voor externe warmtelevering kenmerken zich door grote *up front* investeringen in de infrastructuur en lange terugverdientijden. Gecombineerd met onzekerheden over toekomstige inkomsten bij de projecten, ontstaan er (grote) economische belemmeringen.

- **Complexiteit**

Het aanleggen van de infrastructuur voor externe warmtelevering, het aansluiten van afnemers en aanbieders van warmte is een complex geheel. Bij nieuwbouwlocaties is dit minder, maar bij het aansluiten van de bestaande bouw komt hier zeer veel complexiteit bij kijken. Zo moet bij iedere afnemer een installatie plaatsvinden (bij grote netten kan dat in de duizenden lopen), moet bestaande infrastructuur worden aangepast



(wegen openbreken, belemmerende kunstwerken aanpassen, etc.) en moet duidelijk zijn hoe het totale systeem betrouwbaar warmte kan leveren van de aanbieder naar de afnemer. Door de vele variabelen die hiermee gemoeid gaan, is een warmteproject zeer complex.

- **Omvang**

Externe warmtelevering is door zijn complexiteit en kostenstructuur over het algemeen niet rendabel op kleine schaal. Als gevolg daarvan hebben de projecten een relatief grote omvang, wat op zijn beurt weer van invloed is op de kosten en complexiteit.

- **Risico**

Het aanleggen van een groot warmtesysteem brengt grote financiële risico's met zich mee. Niet elke partij is bereid of in staat die risico's te dragen.

A.4 Werkgelegenheidseffecten

Uit analyses naar de werkgelegenheidseffecten van energiebesparingsbeleid in de gebouwde omgeving (SEO, 2012) blijkt dat extra energiebesparing in deze sector een forse extra werkgelegenheid kan veroorzaken, met name in de bouw- en installatiesector. Energiebesparing vraagt investeringen in isolatiemaatregelen en installatietechnische maatregelen in woningen.

Als de energetische kwaliteit van de koopwoningen wordt verbeterd naar Energielabel C en van huurwoningen naar Energielabel B wordt in de periode tot 2020 voor ruim € 33 miljard aan extra investeringen verwacht.

Per jaar komt dit neer op € 4 miljard. Maar de effecten van die investeringen zijn voelbaar in de hele economie, bijvoorbeeld in sectoren die toeleveranciers zijn van de bouw. Tal van andere sectoren krijgen hierdoor impulsen die variëren van enkele tientallen tot honderden miljoenen euro's. Extra investeringen van € 4 miljard per jaar zorgen via deze indirecte effecten uiteindelijk voor een totale omzetimpuls van € 6 miljard per jaar aan de Nederlandse economie.

De investeringen in energiebesparing resulteren in de gebouwde omgeving in een bruto werkgelegenheid van opgeteld 212 tot 351 duizend arbeidsjaren in de periode 2013-2020. Dit is van groot belang gelet op de oplopende werkloosheid in de bouw, die momenteel ongeveer 40.000 werkzoekenden bedraagt.

De netto werkgelegenheidsbijdrage in diezelfde periode is in totaal 67 tot 110 duizend arbeidsjaren. Er is immers sprake van verdringing, ook tijdens laagconjunctuur. Na afronding van het investeringsprogramma in 2020 verdwijnt de extra werkgelegenheid, het langetermijneffect is nul.

A.5 Beleidsinstrumenten

In het recente verleden is op diverse manieren geprobeerd om energiebesparing door verleiding tot stand te brengen. Programma's als Meer met Minder en Blok voor Blok zijn enthousiast opgepakt, maar blijken in de praktijk te stuiten op een gebrek aan vraag naar energiebesparing bij de consument. In de jaren negentig is met het Milieu Actieplan (MAP) van de energiebedrijven wel succes geboekt, maar tegen hoge subsidie- en uitvoeringskosten.

De belangrijkste bijdrage aan de (beperkte) verlaging van de CO₂-emissie in de gebouwde omgeving in de periode van 1995 tot 2002 is bereikt met de energiebelasting (bron: Ecofys 2005). Oftewel krachtige instrumenten zijn de enige manier om het forse potentieel te ontginnen; om een vraag naar besparende maatregelen bij de energiegebruiker tot stand te brengen.

Wet- en regelgeving

- **Verplichting energieprestatie gebouwen**
Voor alle bestaande en nieuwe gebouwen geldt een minimale energie-efficiëntienorm voor gebouwgebonden energiegebruik (EPC voor nieuwbouw, een verplicht Label B voor bestaande bouw of het uitschakelen van slechte labels). Dit betreft de combinatie van de gebouwschil plus de gebouwgebonden installaties.
- **Verplichting CO₂-prestatie energiedragers**
Maximale CO₂-emissie (over de keten) per energiedrager; of minimaal percentage duurzaam per energiedrager dat elk jaar oploopt met een voldoende hoge boete als de energieleverancier hier niet aan voldoet.
- **Verplichting energieprestatie installaties**
Minimale energie-efficiëntienorm voor verwarmings- en koelingsinstallaties. Voorschrift aan leveranciers van installaties (dit vormt dus een deel van het gebied dat bestreken wordt door een 'verplichting gebouw').
- **Witte certificaten**
Energieleveranciers krijgen de verplichting om specifieke maatregelen te laten treffen door hun klanten. De energiebedrijven moeten de klanten verleiden om zuinige producten/installaties aan te schaffen.
- **Klimaatneutraal bouwen**
Gemeenten kunnen in principe eisen dat alle nieuwbouw klimaatneutraal moet zijn. Gemeenten hanteren een dergelijke eis per 2015, met een geleidelijk oplopend percentage in de jaren tot 2015. Het geldt zowel voor woningen als voor utiliteitsbouw. Het Rijk is voornemens om dit per 2020 in te voeren, conform de EPBD. Nederland kan een koplopperspositie innemen en daar op vooruit lopen door als land deze eis te gaan hanteren, de EPC fungeert immers als wettelijke minimumeis.
- **Handhaving Wet milieubeheer**
De Wet milieubeheer verplicht bedrijven en instellingen om energiebesparende maatregelen te treffen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder. Het gaat zowel om besparing op gasgebruik als op elektriciteitsgebruik. De handhaving is een taak van de gemeenten. De landelijke ervaring is dat een groot deel van dit besparingspotentieel niet wordt opgepakt, waarbij de belemmeringen met name worden veroorzaakt door andere prioriteiten of onwetendheid bij de bedrijven en door andere prioriteiten en gebrek aan expertise bij veel gemeenten.
- **Uitschakelen slechte labels apparaten**
Een verbod op/uitschakelen van de verkoop apparaten met een lage energie-efficiëntie. De meeste productgroepen kennen energielabels, zoals koelkast, wasmachines of verlichting. Gericht beleid op het uitschakelen van de slechte labels voorkomt dat deze producten nog gekocht kunnen worden.
- **Minimum eisen aan apparaten**
Het stellen van minimumnormen aan het energiegebruik van apparaten, gebaseerd op *best practice* in de productgroep (vergelijkbaar met het Japanse Toprunner-systeem).
- **Verplichte restwarmtelevering**
Voor het stimuleren van de afkoppeling en levering van restwarmte kan beleid worden gevoerd om deze verplicht te stellen bij nieuwe en eventueel bestaande installaties. Binnen de huidige wetgeving ligt de focus vooral op het benutten van reststromen en energiebesparing binnen de eigen installatie, maar er zijn vaak mogelijkheden buiten de eigen installatie. Hoewel er verschillende aanknopingspunten zijn in de huidige wet- en regelgeving, worden deze op dit moment niet (voldoende) gebruikt.



Economische instrumenten

- **Subsidies overheid**

Subsidies van overheid om burgers en bedrijven te verleiden om te investeren in energie-efficiëntie en/of duurzame energie in/aan hun gebouw. Gedacht kan worden aan SDE+, VAMIL/MIA. Dit betreffen niet alleen subsidies van de Rijksoverheid, maar ook van regionale en lokale overheden. Met name van de laatstgenoemde zijn er vele, bestaande voorbeelden in Nederland.

- **Fiscale stimulering**

Fiscale stimuleringen van overheid om burgers en bedrijven te verleiden om te investeren in energie-efficiëntie en/of duurzame energie in/aan hun gebouw. Gedacht kan worden aan lagere OZB, EIA, lagere overdrachtsbelasting.

- **Aanpassing energiebelasting**

Een alternatieve fiscale stimulering is het aanpassen van de schijven van de energiebelasting. Op dit moment is het stelsel degressief, naarmate meer wordt verbruikt, wordt minder betaald per eenheid. Door het stelsel aan te passen, bijvoorbeeld door het minder degressief te maken, of de schijven aan te passen, ontstaat een financiële prikkel om meer te besparen. Alternatieve mogelijkheden zijn ook het ontwikkelen van een bonus-malussysteem, waarbij bijvoorbeeld verbruikers die minder dan gemiddeld gebruiken een bonus krijgen en verbruikers die meer gebruiken een malus.

- **CO₂-tax op energiedragers**

Belasting op energiedragers, op basis van een vaste waarde (in € per ton CO₂) of met een hoogte die is afgestemd op het al dan niet halen van de klimaatdoelen. Het niet-halen van het doel in het ene jaar dan leidt automatisch tot verhogen van de CO₂-tax voor het jaar er op. Energiedragers met een lage CO₂-inhoud hebben een lagere tax. De CO₂-tax komt bovenop de energiebelasting of wordt er mee geïntegreerd.

- **Ander verdienmodel voor warmtelevering**

Warmtelevering kan een grote bijdrage leveren aan de besparing bij de conversie, maar met name de eindgebruikers krijgen hier geen voordelen van. Dit komt doordat de prijs van warmte via een Niet-Meer-Dan-Anders-systeem (maximumprijs) gekoppeld is aan de gasprijs. Door bijvoorbeeld een verdienmodel op te zetten dat uit gaat van een Natuurlijk-Minder-Dan-Anders-systeem, kan CO₂-reductie en energiebesparing op systeemniveau ook leiden tot lagere woonlasten voor de eindgebruiker. Bij het ontwikkelen van dit systeem moeten aanpassingen worden gedaan aan aansluitbijdrages en rendementseisen op de projecten. Daarnaast is het financieel betrekken van de eindgebruiker binnen het project, door bijvoorbeeld een warmtecoöperatie met winstdeling, een voorwaarde voor een succesvol Natuurlijk-Minder-Dan-Anders-systeem.

Communicatieve instrumenten

- **Voorlichting**

Campagnes, demonstratieprojecten, et cetera. Ook slimme meters.

- **Klimaatbudget - persoonlijk**

CO₂-emissiebudget per persoon dat wordt afgeschreven bij gebruik van gas, warmte, elektriciteit en verhandelbaar is zodat zuinige gebruikers hun rechten kunnen verkopen. Naast Euro's moeten klanten ook hun budget laten afboeken (en registreren) als ze energie gebruiken.



- **Klimaatbudget - algemeen**
Energieleveranciers moeten over CO₂-rechten beschikken voor de CO₂-inhoud van hun energiedragers (gas, warmte, elektriciteit) die ze verkopen aan de energiegebruikers in de gebouwde omgeving. Het budget neemt elk jaar af.
- **Duurzame bedrijventerreinen**
Gemeenten kunnen inzetten op het ontwikkelen van duurzame bedrijventerreinen, waar bijvoorbeeld energiestromen (warmte- en koudevraag) op elkaar worden afgestemd of waarbij bedrijven gebruik maken van elkaars reststromen.



A.6 Bronnen

Onder andere:

CBS, 2013

Statline

<http://statline.cbs.nl>

CE Delft, 2006

Belemmeringen binnen en buiten de muur

Delft : CE Delft, 2006

CE Delft, 2010

Halvering CO₂-emissie in de Gebouwde Omgeving

Delft : CE Delft, 2010

CE Delft, 2011

CE Delft, ECN, DCMR

Energiebesparingspotentieel onder de Wet milieubeheer

Delft : CE Delft, 2011

CE Delft, 2011

MRA: route naar energieneutraliteit

Delft : CE Delft, 2011

SEO, 2012

Bouwen en banen, Werkgelegenheidseffecten van energiebesparing in de gebouwde omgeving

SEO-rapport nr. 2012-91

SEO en CE Delft

CE Delft, 2007

Green4sure, Het groene energieplan

Delft : CE Delft, ECN, Ecorys, 2007

CE Delft, 2009

Energieprestatie-eisen bestaande woningen

PeGO, Platform Gebouwde Omgeving Energietransitie

werkgroep regelgeving

HIER, 2013

www.HIER.nu

Milieu Centraal, 2013

www.Milieucentraal.nl

Ecofys, 2010

Energy savings 2020

Ecofys en Fraunhofer ISI

2010

Ecofys, 2005

Kosteneffectieve energiebesparing en klimaatbescherming. De mogelijkheden van isolatie en de kansen voor Nederland

Utrecht : Ecofys, 2005



TU Eindhoven, 2012

Technische eigenschappen van groene daken en gevels
ing. N.A.G.A. Damen, prof. dr. ir. H.J.H. Brouwers
Faculteit Bouwkunde
Technische Universiteit Eindhoven
28 november 2012

BuildDesk, 2011

“Marktstudie CO₂-besparingspotentieel ESCO's in utiliteitsbouw”
Delft: BuildDesk, 2011



B.1 Energiegebruik

Eigenschappen sector

De glastuinbouwsector is divers. Vooral op het vlak van energiegebruik zitten er grote verschillen tussen de producten die in de sector worden geproduceerd. Van onbelichte seizoensteelt met een laag energieverbruik per hectare, tot belichte volcontinueteelt, zoals rozen, met een zeer hoog energieverbruik per hectare. De verschillen in teeltprocessen worden primair ingegeven door de vraag van de markt en de mogelijkheden die de tuinder heeft om hier invulling aan te geven. Doordat de vraag naar rozen bijvoorbeeld niet seizoensafhankelijk is, maar het hele jaar door gaat, willen de tuinders het hele jaar door in deze vraag kunnen voorzien. Dus ook in de winter. Daarnaast willen tuinders en retailers graag een continue kwaliteit van de producten hebben. Om dit te bereiken zijn continue teeltcondities nodig, met als gevolg dat de kassen in alle seizoenen worden aangestuurd op hun binnenklimaat.

Energiegebruik

	Eenheid	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Areaal productie- glastuinbouw	ha	10.036	10.090	10.008	9.861	9.623	9.761
Totaal energie	PJ	137	127	130	111	115	129
Aardgas	mln m ₃	3.709	3.442	3.610	3.282	3.929	4.589
Aardgas	TJ	117.390	108.939	114.257	103.876	124.353	145.242
wv WKK	TJ	33.451	32.469	31.809	44.490	105.078	113.341
wv ketel	TJ	83.939	76.470	82.448	59.386	19.275	31.901
Elektriciteit - productie	TJ	11.336	10.954	10.933	15.574	38.984	44.039
Elektriciteit - consumptie	TJ	15.703	16.127	17.096	14.094	21.837	21.535
Elektriciteit - inkoop	TJ	5.324	6.163	8.399	8.291	8.352	8.420
Elektriciteit - verkoop	TJ	-958	-990	-2.236	-9.770	-25.499	-30.924
Warmte - WKK	TJ	16.051	15.589	15.689	22.590	50.326	53.545
Warmte - ketel	TJ	75.545	68.823	74.203	53.447	17.347	28.711
Overige energie (o.a. warmte)	TJ	14.932	12.595	9.427	8.627	6.395	5.563

Opgesteld vermogen WKK

	Een- heid	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Elektrisch vermogen	MWe	919	995	956	1.042	1.841	2.920
Thermisch vermogen	MJ/h	4.962.153	5.344.071	5.082.641	5.512.558	9.584.826	14.231.000
Aantal installaties	Aantal	2.095	2.148	1.972	1.966	2.422	3.000



Trends

De huidige trend in de glastuinbouw is een groei van de intensiteit van belichting op de bedrijven die al belichting toepassen. Op dit moment komt het grootste deel van de elektriciteit voor belichting uit WKK's die bij tuinders staan. Door het toenemende eigen verbruik zullen deze WKK's steeds minder elektriciteit terug leveren aan het net. Als gevolg van de grote inzet van de WKK's is er een grote hoeveelheid warmte beschikbaar voor de tuinder.

Het areaal belichting is circa 30% en redelijk stabiel (LEI, 2013).

De belichtingsintensiteit neemt echter wel toe. Uit de energiemonitor van de sector (LEI, 2012) en de tabel hiervoor blijkt dat tussen 2006 en 2011 de inkoop van elektriciteit stabiel is gebleven. Dit betekent dat de toename van de belichtingsintensiteit is ingevuld door een grotere inzet van WKK. De trend naar steeds meer belichting komt voort uit het groeibevorderende effect van licht op de producten en de continuïteit die belichting kan bieden in de productiecapaciteit en -kwaliteit. Met andere woorden: het hele jaar door, met dezelfde kwaliteit producten aan de retailers kunnen aanbieden.

Uit het voorgaande overzicht is op te maken dat de sector een finale vraag heeft van ongeveer 22 PJ aan elektriciteit en 89 PJ aan warmte.

B.2 Maatregelen

De sector is al vele jaren bezig met programma's om de emissies en het energiegebruik te verminderen en de energie-efficiëntie per product te verbeteren. Het programma Kas als Energiebron is hierin één van de belangrijkste instrumenten voor ontwikkeling van technieken en kennis. Binnen het kader van de onderdelen van dit programma worden verschillende concepten uitgewerkt.

Eén van doelstellingen is het ontwikkelen van een klimaatneutrale kas in 2020. Uit gesprekken met de sector blijkt dat een klimaatneutrale kas met de huidige trend naar meer belicht areaal niet mogelijk is voor de belichte kassen. Voor onbelichte kassen, waarbij bijvoorbeeld gebruik gemaakt kan worden van geothermie voor het invullen van de warmtevraag, ligt een klimaatneutrale kas wel in het verschiet.

De focus van de sector zelf ligt op de reductie en verduurzaming van de warmtevraag, zeker door de stijgende energiekosten. Deze nemen toe door de opgelopen gasprijs en het afnemende rendement op verkoop van elektriciteit uit WKK. Hierdoor zijn de energiekosten voor de glastuinbouwsector in minder dan 10 jaar meer dan verdubbeld. Dit vereist - voor behoud van de concurrentiekracht - inspanningen om het fossiele brandstofverbruik terug te dringen door energiebesparing en verduurzaming. Daarnaast is er toenemende aandacht van de sector, en van de onderzoeksinstellingen, voor verbetering van de efficiëntie en vermindering van de elektriciteitsvraag. Juist omdat hiermee een reductie van de warmtevraag uit WKK samenhangt. Hierbij wordt onderscheiden dat elektriciteit (hoofdzakelijk voor belichting) een groei- en kwaliteitsbevorderaar is en warmte een groeivoorwaarde. Met andere woorden, warmte moet gewoon een minimale aanwezigheid hebben voor de groei (en dit kan nog aanzienlijk omlaag door besparende maatregelen), maar meer licht betekent meer productie en vice versa. Bij besparing op licht en warmte is behoud van de inkomsten een voorwaarde voor succesvolle adaptatie in de praktijk. In het programma Kas als Energiebron is besparing en verduurzaming van energie met behoud van kwaliteit en productie dan ook een uitgangspunt.



Energiebesparing kan behaald worden door verschillende maatregelen:

- Beter benutten van natuurlijk licht/efficiënter kunstlicht.
- Uitbreiding inzet WKK: >25% van de huidige warmtevraag wordt nog voorzien door ketels. Voorwaarde voor de dimensionering van WKK is dat deze aansluit bij de (toekomstige) warmtevraag op de bedrijven. WKK is dan nog toepasbaar op bedrijven met voldoende warmtevraag (alleen winterstook maakt WKK oninteressant). Door eventuele energiebesparing kan minder WKK vermogen ingezet worden. Bestaande WKK leveren dan minder draaiuren op en nieuwe WKK kent een kleiner vermogen per oppervlakte eenheid.
- Het Nieuwe Telen (30% besparing op conventionele onbelichte teelt, aanscherping HNT leidt tot 20-40% additionele besparing hier op; voor belichte teelten worden concepten uitgewerkt die een besparing van 30-50% moeten bereiken, ten opzichte van 2010).
 - Belichte teelt:
 - Het Nieuwe Belichten in tomaat (40% energiereductie met behulp van diffuus glas, tussenbelichting met led en alleen nuttig belichten);
 - De Perfecte Roos (20% besparing op elektriciteit, 40% op warmte).
 - Onbelichte teelt:
 - Nieuwe teeltconcepten met 70% besparing worden in demonstratieprojecten gehaald;
 - Venlow Energy kas (kas met dubbelglas dat licht diffuus maakt, in combinatie met luchtbehandeling en warmteterugwinning);
 - NGSGK (maximale isolatie met beweegbare schermen, mechanische ontvochtiging, luchtbehandeling en warmtepomp).
- Warmtepompen (eventueel in combinatie met WKO).
- Zeer Lage Temperatuur Verwarming (in combinatie met WKK) (besparing ongeveer 15% bij specifieke subsectoren).
- WKK met WKO (maximale besparing rond 50%).
- Toepassing absorptiewarmtepompen (besparing rond 50%, alleen van toepassing bij gekoelde teelten, tenzij inmiddels uitgerust met WKO).
- Gebruik van externe warmte.

Inschatting besparingen

Het besparingspotentieel in de sector is van vele factoren afhankelijk. Belangrijke factoren zijn het type gewas en teelt (belicht/onbelicht) en producteisen (zowel in kwaliteit als kwantiteit). Omdat deze factoren sterk kunnen wisselen over de jaren heen, kan enkel een globale inschatting van de besparingen voor 2020 worden gegeven.

- **Het Nieuwe Telen**
Afhankelijk van het type teelt kan tussen 30-50% energie worden bespaard. Als wordt aangenomen dat deze nieuwe manier van telen wordt toegepast op 25% van het totale areaal en energiegebruik (in 2010), dan betekent dat een besparingspotentieel van 8-14 PJ op de finale energievraag. Op een totale emissie voor de teelt van 5,5 Mton, betekent dat een reductie 0,4-0,7 Mton.
- **Maximaal toepassen WKK**
Uitbreiding van het aantal WKK's leidt tot een besparing bij de conversie die kan oplopen bij maximaal 17 PJ aan primaire energie (CE Delft, 2010). Hiermee wordt hoofdzakelijk de productie van elektriciteit uitgespaard, waarmee de besparing in CO₂ uitkomt rond 1,3 Mton.



- **Alternatieve warmtetechnieken**
Het toepassen van alternatieve warmtetechnieken, waaronder WKO, is niet op alle locaties mogelijk, maar als wordt aangenomen dat dit op 10% van het areaal kan en dit gemiddeld 25% op de warmtevraag bespaart, dan betekent dat een besparing van 2,2 PJ, ofwel 0,1 Mton CO₂.
- **Gebruik van externe warmte**
Warmtelevering uit de industrie of energiesector kan een aanzienlijke bijdrage leveren aan energiebesparing in de glastuinbouw. Deze besparing vindt primair plaats bij de bron, bij de productie van energiedragers conform de CBS-statistieken. De vraag kan zich voordoen of deze besparing moet worden toegerekend aan de glastuinbouw of aan de industrie waar de restwarmte vandaan komt. Dat er een besparing plaatsvindt en CO₂ wordt gereduceerd is evident. Bij deze optie moet wel rekening gehouden worden dat de voor de groei noodzakelijke CO₂ extern aangeleverd moet worden, want deze wordt dan niet meer geproduceerd door een WKK of ketel. Indien 10% van de warmtevraag wordt ingevuld met externe warmtelevering, dan levert dat een primaire besparing van ongeveer 9 PJ op. De CO₂-reductie door het minder stoken van aardgas bedraagt 0,5 Mton. Door gebruik te maken van zuivere CO₂ die vrijkomt bij de industrie kan in de behoefte aan CO₂ voor de groei worden voldaan.

B.3 Belemmeringen

De primaire belemmering van de sector is op dit moment de economie. Dit werpt belemmeringen op voor meerdere aspecten: de ontwikkeling van de energieprijzen, de prijzen van de producten, de prijzen van de hardware benodigd door een teler, et cetera. Als gevolg hiervan blijven op dit moment grootschalige vernieuwingen of uitbreidingen in de sector uit.

Andere belangrijke belemmeringen zijn:

- **Risicobeleving**
De perceptie van de risico's bij een tuinder zijn een belangrijke barrière voor het nemen van energiebesparende maatregelen. Hoewel het telen de laatste decennia steeds wetenschappelijker benaderd wordt, zijn veel inzichten nog gebaseerd op ervaring en '*trial and error*'. Het is op voorhand niet altijd duidelijk wat de effecten van een bepaald maatregel is op het teeltproces en de kwaliteit van het eindproduct. Een mislukte oogst kan desastreus zijn voor een tuinder, waardoor hij/zij zal proberen de risico's tot een minimum te beperken. Hierdoor is de kans dat grote aanpassingen, zoals forse energiebesparende maatregelen, niet, beperkt of in kleine, incrementele stappen worden genomen. In de beleving van een tuinder kan bijvoorbeeld de verder ontwikkelde versie van een maatregel goedkoper en bedrijfszekerder zijn, dus wachten ze met aanschaffen.
- **Kennisontwikkeling en -overdracht**
In de afgelopen decennia is er binnen en buiten (onderwijs- en onderzoeksinstellingen) de glastuinbouwsector een groot kennisnetwerk opgebouwd over telen. Zowel in de praktijk als in het onderwijs en onderzoek. Door bezuinigingen en veranderingen in de structuur van de sector (schaalvergroting, opheffen Productschap Tuinbouw), is er een risico dat dit kennisnetwerk verandert, verkleint of verdwijnt. Dit leidt tot een versnippering van de kennis en daarmee de kans op beperktere kwaliteit en tot een groep tuinders die wel en niet toegang hebben tot kennis.
- **Financiering**
De huidige financiële situatie is van invloed op de mogelijkheden van de tuinders voor financiering van maatregelen.



- **Beschikbaarheid CO₂**
Voor de productie in kassen is over het algemeen CO₂ nodig. Op dit moment is het gangbaar dat deze CO₂ wordt geproduceerd door de verbranding van aardgas in een WKK of ketel. Op 1/5 deel van het huidige areaal vindt op dit moment externe levering van CO₂ plaats, daar waar bijvoorbeeld de kassen zijn aangesloten op stadsverwarming of een geothermie. Bij toenemende besparing en daarmee een steeds lager gebruik van fossiele brandstoffen, ontstaat ook een steeds grotere noodzaak tot het extern leveren van CO₂. Op dit moment is de capaciteit voor zuivere en betaalbare CO₂ in Nederland een beperkende factor.
- **Regelgeving**
Er is een beperkt aantal regels dat leidt tot belemmeringen.

Een aantal specifiekere belemmeringen:

- Onrendabele top van de technieken.
- Te kleine spread aardgas- en elektriciteitsprijs (vooral bij WKK).
- Stap naar WKK's is recent gemaakt, komende decennium zitten veel bedrijven nog 'vast' aan de WKK en gaan geen ander systeem installeren (tijdelijke lock-in). Dit kan ook positief zijn. Een groot deel van de WKK's is tot en met 2010 geplaatst en met een levensduur van tien tot twaalf jaar, betekent dat, dat vlak voor 2020 de meeste vervangen moeten worden. Ofwel door een nieuwe WKK, dan wel door alternatieven en energiebesparing.
- Overige emissies van WKK (methaanslip en emissies via condenswater).
- De sector kent een natuurlijk cyclus, waardoor het ontwikkelen, testen en invoeren van maatregelen een vertraging kent. Voor het testen van een nieuwe techniek moet bijvoorbeeld een jaarlijkse cyclus van de teelt worden doorlopen en om het effect van aanpassingen te zien, moeten dit soort cycli vaak opnieuw worden doorlopen.

B.4 Beleidsinstrumenten

Uit gesprekken met de sector blijkt dat er op dit moment al veel instrumenten in werking zijn, die zijn gericht op de belemmeringen. Dit betreffen onder andere het programma Kas als Energiebron, de MEI-regeling en een CO₂-vereveningssysteem voor de sector. Deze instrumenten hebben de afgelopen jaren veel besparingen opgeleverd en zullen ook de komende jaren nog tot verbeteringen leiden. In de glastuinbouwsector wordt gepoogd de gehele 'transitieketen' vanaf fundamenteel onderzoek en innovatie tot en met uitrol op de bedrijven te organiseren. Hierbij werken bedrijfsleven, overheid en onderzoeks- en kennisinstellingen nauw samen, wat in de politiek de 'gouden driehoek' wordt genoemd.

Een recente trend brengt echter wel een risico met zich mee. Door veranderingen in de sector, is er een risico dat er vanuit de private partijen steeds minder gefinancierd gaat worden, waardoor er een risico is dat ook de overheid haar bijdrage terugbrengt, waarmee instrumenten die de afgelopen jaren hun werking hebben bewezen, worden stopgezet.

Over het algemeen kan dus worden gezegd dat er op dit moment geen aanvullend beleid nodig is voor de sector, vereist is wel dat het huidig ingezette beleid gecontinueerd wordt. Het beprijzen van CO₂, zoals dat nu plaats gaat vinden met het eigen CO₂-vereveningssysteem en de financiële regelingen (zoals de MEI) voor bedrijven van glastuinders zullen naar verwachting de komende jaren hun bijdrage gaan leveren aan energiebesparing in de sector.



Daarnaast is echter wel een aanscherping van enkele beleidsinstrumenten mogelijk. Het CO₂-vereveningssysteem, dat momenteel verder ontwikkeld wordt, kan een grotere bijdrage leveren aan energiebesparing door invoering van een systematiek met individuele bedrijfsnormen en verrekening van de CO₂-emissie met deze norm. Onderzoek van ECN heeft de effectiviteit aangetoond. Toepassing van een hogere CO₂-prijs is noodzakelijk om investeringen in energiebesparing te stimuleren. De terugsluis is zeer effectief omdat de opbrengsten en kosten via de verevening binnen de eigen sector blijven. Het bereiken van de energiebesparingsdoelen in 2020 vraagt een verdere ontwikkeling van fysieke en organisatorische netwerken en een mentaliteitsverandering. Een stevige positionering van duurzame producten kan een deel van de risico's wegnemen. Kennis en hulpmiddelen voor risicobeheersing vergemakkelijken het verduurzamingsproces verder. De focus binnen de GTB ligt op risicobeheersing. De te ontwikkelen strategieën voor energiebesparing dienen te differentiëren naar energiegebruik en combinaties van toepassingen beschouwen. Daardoor worden risico's gespreid en wordt rekening gehouden met mogelijkheden en beperkingen van specifieke bedrijfstypen en ondernemingsstrategieën.

- Behoud het systeem van kennisontwikkeling (de Gouden Driehoek) zoals dat vele decennia zeer productief heeft gewerkt.
- Besteed bij de ondersteuning van 'koplopers' en eerste volgers voldoende aandacht aan kinderziekten en bedrijfsspecifieke omstandigheden. Om het peloton mee te krijgen is vervolgens, naast goede communicatie over technische rendementen en 'proof of principle', ook openheid over risico's en het omgaan daarmee nodig.
- Blijf aandacht besteden aan de verbetering van kennis en vakmanschap van telers ten aanzien van teelttechniek en -strategie. Kennis is nodig om risico's goed te kunnen inschatten en beheersen. Dit vraagt een sterke kennisinfrastructuur in de sector, met meer wisselwerking met onderzoek en onderwijs.
- Maak nieuwe financieringsvormen en -constructies mogelijk waarbij risico's worden afgedekt voor alle partijen. Daarmee worden innovaties in een vroeg stadium gestimuleerd.



Deze bijlage gaat in op mogelijkheden voor energiebesparing in de sector industrie. Eerst geven we kort een beeld van het huidige energiegebruik, dan van besparingsopties, belemmeringen en beleidsopties.

C.1 Energiegebruik

Voor de omschrijving van de sector industrie wordt de definitie van het CBS gebruikt. De sector Industrie omvat:

- De mechanische, fysische of chemische verwerking van materialen, stoffen of onderdelen tot nieuwe producten. De verwerkte materialen, stoffen of onderdelen zijn grondstoffen uit de landbouw, bosbouw, visserij en mijnbouw, alsmede (half)fabricaten uit de industrie.
- Reparatie en installatie van machines, apparatuur en andere benodigheden voor bedrijven (geen consumentengoederen).

Deze definitie is dus inclusief de raffinaderijen, maar exclusief de elektriciteitsproductie. Een uitzondering hierop vormen industriële bedrijven met WKK-installaties die stroom leveren aan het openbare net.

Het energetisch finaal verbruik van de sector industrie staat in Tabel 14, uitgesplitst naar energiedrager (data over 2011). Het primaire energiegebruik van de sector (Tabel 15) is gelijk aan het finaal gebruik, met uitzondering van elektriciteit, die met een gemiddeld rendement van ca. 40% wordt opgewekt.

Tabel 14 Finaal Energieverbruik in de sector industrie in PJ in 2011

Finale energievraag	Energiewaarde (PJ)
Aardgas	165
Aardoliegrondstoffen en -producten	107
Afval en andere energiedragers	2
Elektriciteit	114
Hernieuwbare energie	3
Kernenergie	0
Steenkool en steenkoolproducten	18
Warmte	125
Eindtotaal	534

Bron: CBS Statline.

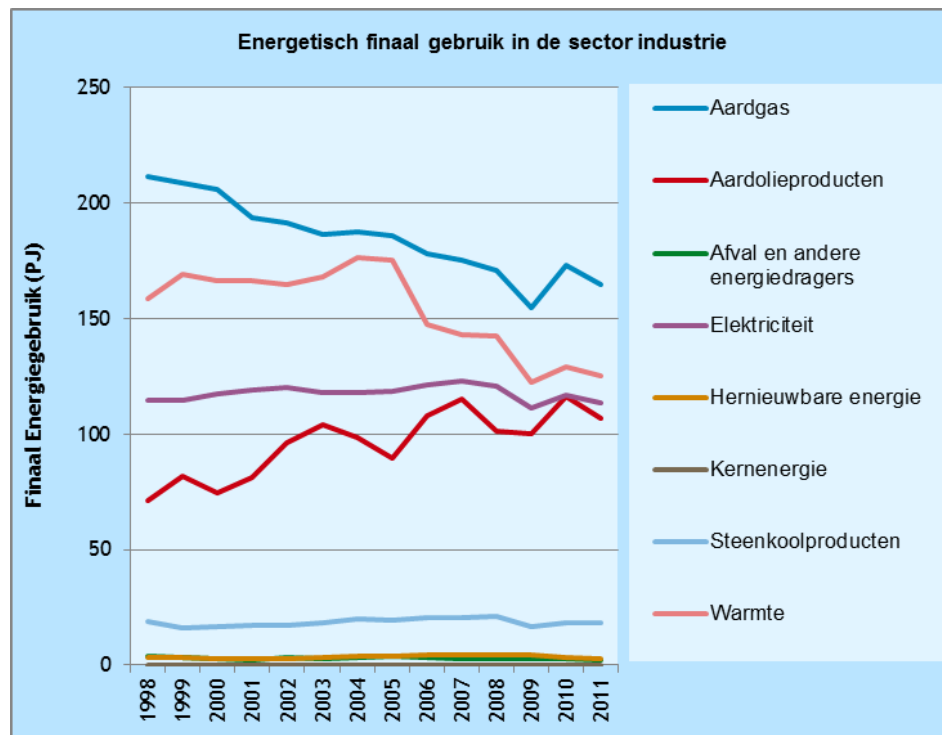
Tabel 15 Primair Energieverbruik in de sector industrie in PJ in 2011

Primaire energievraag	Energiewaarde (PJ)
Aardgas	165
Aardoliegrondstoffen en -producten	107
Afval en andere energiedragers	2
Elektriciteit	281
Hernieuwbare energie	3
Kernenergie	0
Steenkool en steenkoolproducten	18
Warmte	125
Eindtotaal	702

Bron: CBS Statline.

In Figuur 18 is de ontwikkeling in de tijd zichtbaar gemaakt voor de periode 1995-2011. Hieruit blijkt dat energie uit afval, kernenergie en hernieuwbare energie marginaal zijn, het gebruik van aardgas en warmte gestaag afnemen, het verbruik van elektriciteit en steenkool redelijk stabiel blijft, maar dat het aardoliegebruik over deze periode sterk is toegenomen. Terwijl in dezelfde periode de aardolieprijs toenam van minder dan 40 dollar per barrel tot meer dan 100 dollar per barrel (BP, 2012).

Figuur 18 Trends in finaal energiegebruik in PJ per energiedrager



Bron: CBS Statline.

NB1. Elektriciteit en warmte in deze tabel en figuur betreffen niet het primaire energieverbruik, maar finaal energiegebruik op de meter. De productie van deze energiestromen en besparingsopties in die ketens komen aan bod in Bijlage D.

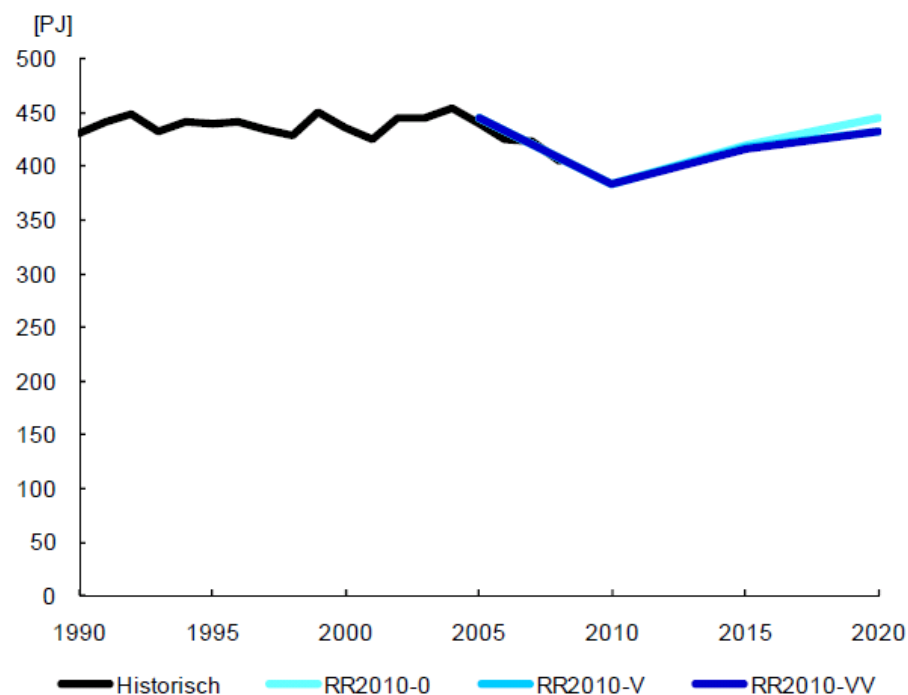
NB2. Het gebruik van aardolieproducten voor het energetisch gebruik betreft voornamelijk restgassen.

ECN heeft in 2006 een prognose opgesteld voor gebruik van warmte en elektriciteit in de industrie en heeft deze prognoses in 2010 hernieuwd (ECN, 2010). De cijfers die het CBS en ECN presenteren voor het finaal warmtegebruik wijken iets af.

Warmte

Volgens de hernieuwde ramingen is het finaal warmtegebruik in de industrie in 2020 circa 430 PJ, vergelijkbaar met het gebruik in 2005 (ECN, 2010).

Figuur 19 Referentieraming finaal warmtegebruik in de industrie in 2020 (PJ)

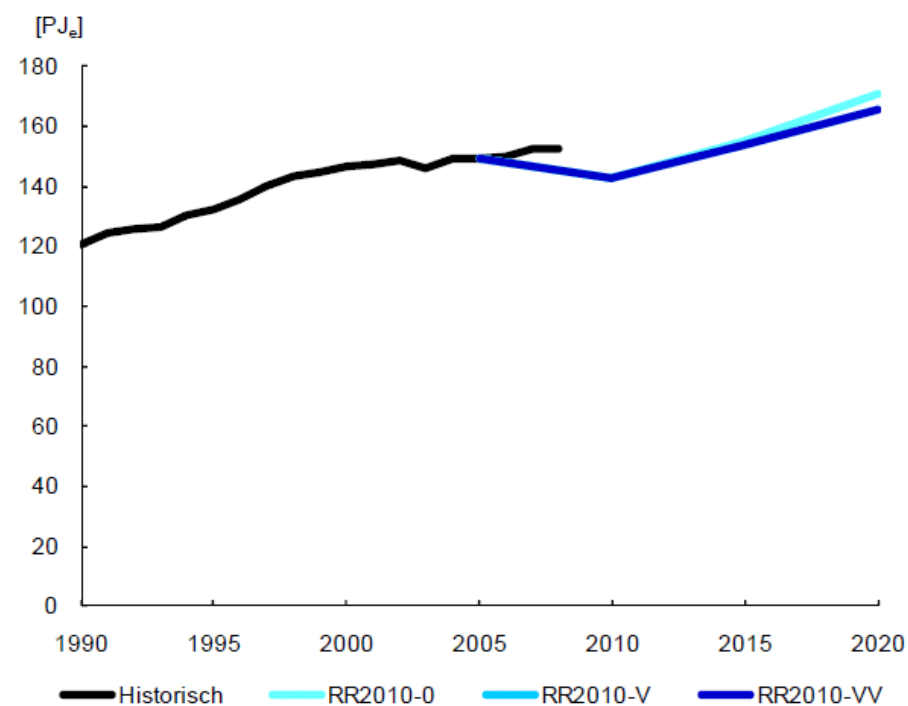


Bron: ECN (19).

Elektriciteit

Volgens de verwachting van ECN neemt het elektriciteitsgebruik na een lichte daling in de afgelopen jaren weer toe in de periode tot 2020 om in 2020 uit te komen op circa 170 PJ finaal elektrisch verbruik per jaar.

Figuur 20 Referentieraming finaal elektriciteitsgebruik in de industrie in 2020 (PJ)



Bron: ECN (19).

Voor het energiegebruik van de sectoren chemie, de aardolieraffinaderijen en de papier en karton industrie is een gedetailleerdere raming beschikbaar. Voor deze sub-sectoren is op basis van enquêtes circa 90% van het huidige energiegebruik van deze sectoren in kaart gebracht voor 2012 en 2020 (Davidse, 2012). Hieruit blijkt dat het huidige verbruik in deze sub-sectoren de komende jaren naar verwachting iets zal dalen, van de huidige 394 PJ/jaar tot 386 PJ/jaar in 2020. In absolute emissies verandert er naar verwachting weinig. Productiegegevens zijn niet bekend gemaakt, zodat geen uitspraken gedaan kunnen worden over relatief energieverbruik

C.2 Besparingsmaatregelen

Er is voor de Nederlandse industrie geen actueel totaaloverzicht beschikbaar van het potentieel aan besparingsmaatregelen in de industrie. Voor deze studie zijn de volgende informatiebronnen gebruikt:

- Het Optiedocument Energie en Emissies 2010-2020 (ECN, 2010) geeft ramingen van besparingspotentiëlen van maatregelen in de industrie. Het Optiedocument is een vervolg op het Optiedocument 2000-2010 uit 1995. Het is onduidelijk in hoeverre de onderliggende maatregelen zijn geactualiseerd, en nieuwe innovaties erin zijn verdisconteerd. Voor diverse concrete opties lijken besparingspotentiëlen aanzienlijk hoger dan volgens het Optiedocument. Dit wordt in navolgende paragrafen verder toegelicht.
- Voor de optie WKK is een gedetailleerde raming beschikbaar uit de studie van VNPI, VNCI en VNP.
- De Studie verbeteringen in de energie-efficiëntie van de petroleumketen (CE Delft, 2011), geeft zicht op opties voor energiebesparing in raffinaderijen, en in de ketens waar deze bedrijven deel van uitmaken. Deze studie komt uit op een inschatting van ca. 19% min of meer rendabel te besparen energiegebruik, deels in de bedrijven zelf, deels door uitbouw van WKK en deels door ketenmaatregelen, zoals levering van warmte aan de glastuinbouw.
- Enkele internationale studies geven een beeld van besparingspotentiëlen van concrete opties. Deze ramingen zijn geëxtrapoleerd naar de situatie in Nederland.

Op basis van de bovengenoemde bronnen hebben we een inventarisatie van besparingsmaatregelen gemaakt. Bij de besparingsmaatregelen maken we onderscheid tussen maatregelen die besparen op warmte en op elektriciteit zowel in de conversie als in het finaal eindgebruik.

WKK en warmtelevering zijn maatregelen die besparen op de conversie. De overige maatregelen besparen in het eindgebruik.

Voor de periode tot 2020 kunnen de grootste besparingen worden gerealiseerd door de volgende besparingsmaatregelen met tussen haakjes de orde grootte inschatting van de besparing die ermee gerealiseerd kan worden.

- WKK (129 PJ en 8,6 mln ton CO₂-eq./jaar);
- gebruik reststromen voor warmtelevering (57 PJ en 3,2 mln ton CO₂-eq./jaar);
- verbetering isolatie (29 PJ en 1,7 mln ton CO₂-eq./jaar)
- optimalisatie pompsystemen (4,4 PJ en 0,7 mln ton CO₂-eq./jaar).

Voor de langere termijn (de periode vanaf 2020) kunnen ook procesinnovaties in met name de chemie en raffinage en productontwikkelingen een bijdrage leveren. Zo kan een nieuwe generatie warmtepompen leiden tot flinke besparingen op termijn (80 PJ en 5,3 mln ton CO₂-eq./jaar), en zijn afhankelijk van het product besparingen tot 90% mogelijk door over te



schakelen op de productie van biobased chemicaliën ter vervanging van de productie op basis van aardolie¹⁰.

Besparingsopties in conversie:

Besparingen in de conversie zijn mogelijk door het realiseren van een hogere efficiency in de productie van gebruikte warmte of elektriciteit. Het grootste potentieel voor besparing van de conversie bij opwekking van elektriciteit ligt in het toepassen van Warmtekrachtkoppeling, WKK. Het grootste potentieel voor de conversie van warmte ligt in het toepassen van reststromen (is voorkomen van conversie voor warmte).

WKK

WKK is een technologie die de gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte optimaliseert. Het gecombineerde elektrische en thermische rendement van WKK's varieert volgens een overzicht studie van ECN (2009) tussen de 70 en 90% afhankelijk van het type installatie. Waarbij een grote STEG het laagste overall rendement kent en een grote gasmotor het hoogste. De elektriciteit die met een energiecentrale opgewekt kan worden heeft een gemiddeld rendement van 42%. Ervan uitgaande dat de elektriciteit in Tabel 16 nu uit energiecentrales komt met een gemiddeld opwekkingsrendement van 42%, terwijl het opgewekt zou kunnen worden met WKK met een gemiddeld rendement van 80% is het besparingspotentieel 48% op primaire energie. Dat komt voor het voorbeeld-jaar 2011 overeen met 129 PJ/jaar primair energiegebruik en scheelt 8,6 miljoen ton CO₂-emissies per jaar.

Tabel 16 Indicatie van het aantal WKK's per type in de verschillende sub-sectoren van de industrie

	Chemie	Overig	Papier	Raffinaderijen	Voedingsindustrie	Tot
Grote steg	5	0	0	0	0	5
Kleine steg	7	0	6	2	11	26
Grote gasturbine	6	1	0	4	0	11
Kleine gasturbine	3	6	14	5	23	51
Grote gasmotor	7	22	3	5	3	40
Kleine gasmotor	0	6	1	10	34	51

Bron: CBS Statline voor aantal WKKs per type, onderscheid groot en klein ingeschat door CE Delft.

Het potentieel is nog groter als naar een optimale vorm van warmteopwekking wordt gezocht. De verkenning van warmteopwekking en verbruik in de industrie zoals uitgevoerd door de VNCI, de VNP, de VNPI en Deltalinqs (Davidse, 2012) komt uit op een potentiële CO₂-reductie in de sectoren chemie, aardolie-verwerking en papier en kartonindustrie van 6,5 miljoen ton CO₂ per jaar bij optimale inzet van WKK's in de chemie, de raffinaderijen en de papier- en kartonindustrie (Davidse, 2012).

Aangezien deze sub-sectoren goed zijn voor circa 50% van het energiegebruik in de sector industrie zou extrapolatie betekenen dat het totale potentieel van optimale WKK inzet in de industrie 13 mln ton CO₂-reductie per jaar betekent.

¹⁰ Niet alle biobased processen zijn energie-efficiënter dan productieprocessen op basis van aardolie, maar er zijn wel een groot aantal processen waarvoor dit wel geldt doordat er onder veel mildere condities geproduceerd wordt.



In Tabel 16 staat het aantal WKK-installaties in de industrie per type installatie.

De rentabiliteit van WKK's is in sterke mate afhankelijk van de prijzen van gas en elektriciteit. De verhouding tussen deze twee wordt uitgedrukt in de zgn. 'spark-spread'. Uit een verkenning van CE Delft voor de Tweede Kamer in 2009 (CE Delft, 2009) volgt dat bij de toen geldende prijzen drie van de zes onderscheiden typen WKK's niet meer rendabel waren (kleine gasturbine, kleine en grote STEG). Sindsdien is de verhouding tussen gas en elektriciteitsprijzen verder ontwikkeld in een richting die nadelig is voor WKK, waardoor de concurrentiepositie van WKK verder is verslechterd. In Tabel 17 staan de onrendabele toppen per type WKK (CE Delft, 2009). Hieruit blijkt dat met name de STEGS en de kleine gasturbines zeer onrendabel zijn.

Tabel 17 Onrendabele top 2009 op basis van feitelijke energieprijzen + warmtekorting

Type installatie	ORT op basis van feitelijke energieprijzen 2009 (€ct/kWh)		Berekening ECN 2009-2020
	Met warmtekorting	Zonder warmtekorting	
Grote STEG	1,14	0,91	0,26
Kleine STEG	1,81	1,50	0,96
Grote gasturbine	-0,64	-1,46	-1,84
Kleine gasturbine	1,06	0,11	-0,29
Grote gasmotor	-1,88	-2,51	-2,03
Kleine gasmotor	-0,11	-0,92	-0,71

ORT staat voor Onrendabele top, de positieve getallen staan voor de hoeveelheid subsidie die nodig is om quitte te draaien.

Gebruik reststromen voor warmtelevering

Warmtelevering tussen bedrijven of van bedrijven aan de gebouwde omgeving in plaats van het wegkoelen naar lucht of water geeft een groot besparingspotentieel. Het potentieel van levering van restwarmte aan de gebouwde omgeving, is berekend voor heel Nederland in de IPO Nationale Routekaart Restwarmte (CE Delft, 2011), en bedraagt ca. 57 PJ of 3,2 miljoen ton CO₂. De verwachting is dat het potentieel nog veel groter is als de warmte lokaal bij andere bedrijven afgezet kan worden. Daar is nog weinig over bekend, maar voor de verkenning 'Industrie koppelen aan het warmtenet Rotterdam' (CE Delft, 2012) bleek dat bij de acht bedrijven die in de Botlek zijn benaderd zowel een aanbod als een vraag van circa 10 MW aan warmte bestond.

Besparingen in finaal gebruik elektriciteit

De besparingen in het eindgebruik gericht op reductie van de elektriciteitsvraag zijn vooral gericht op optimalisatie van de inzet van elektromotoren. Voor pompsystemen is het besparingspotentieel het grootst, maar er zijn ook significante besparingen mogelijk door de optimalisatie van het gebruik van elektromotoren in ventilatiesystemen, persluchtsystemen en koelsystemen.

Optimalisatie pompsystemen

Volgens onderzoek van het Fraunhofer-Institut in het kader van het EIE Programma (Fraunhofer, 2007) verbruiken pompsystemen 19% van de elektriciteit in de industrie. Studies hebben bewezen dat besparingen tot 40% van het energieverbruik mogelijk zijn door het optimaliseren van onderdelen van het pompsysteem (zowel de pomp dimensionering en frequentieregeling van de pomp als het weghalen van onnodige weerstand in het systeem).



Uitgaande van de aanname dat ook in Nederland 19% van het elektriciteitsgebruik in de industrie verbruikt wordt door pompsystemen, dan betekent dit dat in 2011 ca. 22 PJ is verbruikt door pompsystemen (zie Tabel 14). Bij een gemiddelde besparing van 40% is het besparingspotentieel dan 8,7 PJ elektriciteit per jaar. Ervan uitgaande dat bij een levensduur van 15-20 jaar circa 50% van de huidige pompsystemen tegen 2020 vervangen wordt is het besparingspotentieel in 2020 4,4 PJ per jaar (= 1,2 miljard kWh/jaar). Uitgaande van 0,57 kg CO₂ per kWh¹¹ komt dat overeen met 0,7 miljoen ton CO₂.

Optimalisatie ventilatiesystemen

Volgens het eerder genoemde (Fraunhofer, 2007) verbruiken ventilatiesystemen 9% van de elektriciteit in de industrie. Studies hebben bewezen dat besparingen tot 30% van het energieverbruik mogelijk zijn door het optimaliseren van onderdelen van het ventilatiesysteem.

Optimalisatie persluchtsystemen

Volgens hetzelfde onderzoek (Fraunhofer, 2007) verbruiken persluchtsystemen 6% van de elektriciteit in de industrie. Studies hebben bewezen dat besparingen van meer dan 30% van het energieverbruik mogelijk zijn door het optimaliseren van onderdelen van het persluchtsysteem.

Optimalisatie koelsystemen

Volgens (Fraunhofer, 2007) verbruiken koelsystemen 9% van de elektriciteit in de industrie. Studies hebben bewezen dat besparingen tot 20% van het energieverbruik mogelijk zijn door het optimaliseren van onderdelen van het koelsysteem.

Besparingen in finaal gebruik van warmte

De belangrijkste besparing in het eindegebruik van warmte is isolatie, dat wil zeggen voorkomen dat je onnodig warmte kwijtraakt. Andere manieren zijn innovatieve warmtepompen, en branche specifieke procesinnovaties.

Isolatie

In een recente studie schat Ecofys (2012) het totale kosteneffectieve¹² besparingspotentieel door verbetering van isolatie voor heel Europa op circa 480 PJ en 37 miljoen ton CO₂ per jaar voor de industrie wat overeenkomt met meer dan 4% van het totale energiegebruik en emissies van de industrie. Dit potentieel is onafhankelijk van regio en varieert alleen met het type industrie.

Circa 3% van het energiegebruik kan vermeden worden door de 10% van de oppervlakken in de industrie die niet geïsoleerd is of bedekt met beschadigde isolatie te isoleren dan wel de beschadigde isolatie te vervangen. Hiervoor is een SPP¹³ van 1 jaar berekend. Daarnaast kan nog ruim 1% van het totale energieverbruik verminderd worden door upgradering van bestaande isolatie te heroverwegen. Hiervoor is een SPP van zes jaar berekend exclusief de kosten voor het verwijderen van de bestaande isolatie.

¹¹ De waarde voor marginale energieconsumptie verandering volgens de 'referentiepark methode' in 2010 (AGNL, 2011).

¹² Maatregelen werden kosteneffectief genoemd als ze terugverdienden over een levensduur van 15 jaar bij een discount rate van 9%.

¹³ SPP staat voor simple payback period, het is de benodigde investering gedeeld door het verschil tussen de jaarlijkse baten en kosten.



Als we dit getal van 3% van het totale brandstofgebruik van de industrie vertalen naar de Nederlandse situatie dan is er een rendabel potentieel van 29 PJ in de Nederlandse industrie. De bijbehorende CO₂-emissie reductie bedraagt 1,7 mln ton CO₂-eq./jaar¹⁴.

Naast de directe besparing door minder warmteverlies kunnen deze maatregelen ook indirecte besparingen opleveren: door een betere isolatie van bijvoorbeeld olieopslag tanks wordt wellicht laagwaardige restwarmte voldoende voor het op temperatuur houden/brengen van opslagtanks, in plaats van hoogwaardige stoom.

Warmtepompen

Er wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om warmtepompen te gebruiken om aan de warmtevraag in de industrie te voldoen. Door de beperkte temperatuurlift wordt dit niet breed toegepast. Restwarmte kan met warmtepompen gewoonlijk tot circa 100 °C worden opgewaardeerd. ECN heeft in (ECN, 2012) een brede range van warmtepompsystemen geanalyseerd waaruit blijkt dat er twee typen warmtepompsystemen zijn die temperaturen tot 250 °C mogelijk zouden maken zonder daarbij bewegende delen nodig te hebben.

ECN schat in dat het volledige besparingspotentieel van gebruik van deze pompen een besparingspotentieel heeft van 80 PJ (5,3 miljoen ton CO₂-besparing).

Branche specifieke maatregelen

In het kader van de MJA en de MEE zijn er door de branches routekaarten opgesteld voor energiebesparing tot en met 2030. Hierin komen ook branche specifieke maatregelen naar voren. Daarbij kunnen we onderscheid maken tussen twee types verbeteringen:

1. Efficiencyverbetering van bestaande processen zoals bijvoorbeeld het optimaliseren van de droogsectie van de papiermachine in de papierindustrie.
2. Vervangen van een bestaand proces door een ander energie-efficiënter proces. Zo zijn er bijvoorbeeld in de chemie mogelijkheden om biobased energie-efficiënter te produceren dan in de bestaande processen op basis van fossiele grondstoffen. Andere voorbeelden zijn het Hisarna-proces voor staalfabricage, met ca. 50% lagere CO₂-emissies per ton staal en de HIDC (NMZH, 2012) voor destillatieprocessen (met besparingen in de range van 30%). ECN noemt voor het Hisarna-proces een besparingspotentieel van 7 PJ (CE Delft, 2010b).

Introductie van nieuwe productieprocessen gaat doorgaans gepaard met grote investeringen.

C.3 Belemmeringen

Er zijn verschillende typen belemmeringen:

1. Financieel.
2. Organisatorisch.
3. Technisch.
4. Gebrek aan urgentie.

¹⁴ Berekent op basis van een lineaire reductie per energiedrager in de industrie voor energieopwekking (CBS Statline, 2011) en CO₂-bijdrage per energiedrager kentallen genoemd in de stroometikettering 2012 (CE Delft, 2013).



Financieel

De belangrijkste belemmering voor het gebruik van WKK is van financiële aard. Volgens het inventarisatierapport van de ontwikkelingen in het gebruik en de opwekking van industriële warmte in opdracht van de VNCI, de VNP en de VNPI (Davidse, 2012) worden tussen nu en 2020 18 WKK installaties met een totaal vermogen van 915 MWe uit bedrijf genomen, terwijl er vanuit een (milieu)technisch oogpunt ruimte is voor uitbreiding van het WKK vermogen. Volgens hetzelfde rapport heeft de verminderde WKK inzet te maken met slechte economische omstandigheden waaronder deze installaties produceren, vanwege de relatief hoge brandstofprijzen en de lage opbrengst uit elektriciteitsproductie.

Daarnaast moeten maatregelen op het gebied van energiebesparing aan strenge eisen van rentabiliteit voldoen om boven de streep te belanden op de investeringslijstjes van bedrijven. Elk bedrijf maakt een strenge selectie van investeringen waar ook de energiebesparende maatregelen bij horen. Maatregelen met een terugverdientijd van 3 tot 5 jaar redden het vaak niet. Externe financiering is daar slechts in uitzonderlijke gevallen een oplossing voor, bijvoorbeeld als de besparende maatregel in zichzelf rendabel is en kan worden geleased.

Organisatorisch

In processen is de continuïteit van de bedrijfsvoering een cruciale factor. Maatregelen die het aantal vrijheidsgraden voor de productie beperken, bijvoorbeeld omdat er goede coördinatie en vergaande afstemming over de productie nodig is om het systeem als geheel te laten werken zijn daardoor vaak niet gewenst. Hierdoor komt de bilaterale warmtelevering tussen bedrijven vaak maar moeizaam van de grond.

Technisch

Sommige technieken zijn nog niet voldoende bewezen. Dit geldt bijvoorbeeld voor hoog temperatuur warmtepompen. Deze technologie moet nog in de praktijk bewezen worden (ECN, 2012). Ook branche specifieke technologieën zoals de HIDC(NMZH, 2012) en het Hisarna-proces (CE Delft, 2010b) zijn nog in ontwikkeling.

Gebrek aan urgentie

Een deel van de ook nu al rendabele maatregelen worden niet uitgevoerd. Mogelijke redenen zijn dat bedrijven het te druk hebben met andere aspecten van de bedrijfsvoering, de bedrijven het besparingspotentieel niet kennen of dat ze een maatregel alleen rendabel beschouwen als de investering binnen drie jaar terugverdiend kan worden bij een interne rente van 15% een andere reden is dat de onbekendheid met de maatregel ervoor zorgt dat de inschatting van het risico's zoals beschikbaarheid van reserve-onderdelen en storingsgevoeligheid relatief hoog worden ingeschat.



C.4 Beleidsinstrumenten

We onderscheiden twee typen beleidsinstrumenten:

1. Regulering.
2. Prijs- en fiscaalbeleid.

Hieronder worden de verschillende typen beleidsinstrumenten toegelicht. Uit de evaluatie van de effectiviteit van het Nederlandse milieubeleid tussen 1995 en 2008 (CE Delft, 2010a) bleek dat de combinatie van (dreiging) van strengere regulering in combinatie met ruimhartige financieel prijs en fiscaalbeleid het meest effectief is.

Tabel 18 Overzicht beleidsmaatregelen, belemmeringen, potentieel en beleidsinstrument

Beleids- maatregel	Belemmering	Potentieel Primair (PJ)	Finaal (PJ)	Miljoen ton CO ₂	Beleids- instrument
WKK	Financieel	129	0	8,6	CO ₂ -prijs verhogen
Gebruik reststromen voor warmtelevering	Financieel/ organisatorisch	53	0	3,2	Facilitering aanleg warmtenetten
Verbeteren isolatie	Gebrek aan urgentie	32	29	1,7	Wet milieubeheer
Optimalisatie pompsystemen	Gebrek aan urgentie	11	4,4	0,7	Wet milieubeheer
Warmtepompen	Technisch	80	32	5,3	Stimuleringsfonds
Totaal industrie		305	65	20	

90% rendement ketels, 40% rendement gemiddelde elektriciteitsopwekking.

Strengere naleving Wet milieubeheer (regulering).

Strengere naleving van de wetmilieubeheer heeft een groot potentieel voor energiebesparing, in die gevallen waar gebrek aan urgentie een belemmering is. De optimalisatie van pompsystemen of het juist aanbrengen van isolatie hoeft niet veel meer te kosten dan de huidige praktijk. Uit Duitse gegevens blijkt dat het vervangen van bestaande pompen in veel gevallen terugverdiend kan worden binnen vijf jaar (KSB, 2008).

Op dit moment is het effect van deze wet laag omdat de meeste bedrijven zijn vrijgesteld door deelname aan de MJA, doordat ze onder het ETS vallen of doordat er geen prioriteit aan handhaving wordt verleend (CE Delft, 2010a).

Faciliteren aanleg warmtenetten (prijsbeleid)

Warmtenetten zijn in opzet flexibeler dan bilaterale warmteleveringen. Dit heft de organisatorische belemmering van bilaterale warmteleveringen grotendeels op. Als overheden de aanleg van een ringleiding faciliteren zoals bijvoorbeeld het geval is in Rotterdam door de aanleg van het warmtenet beperkt dit ook een grote mate de kosten die aan warmte-uitwisseling verbonden kunnen zijn.

Dit maakt het voor bedrijven makkelijker om deel te nemen (CE Delft, 2012).

Verhoging van de CO₂-prijs (via heffing of binnen de EU ETS)

Hierdoor neemt de elektriciteitsprijs toe en kunnen WKK-installaties weer concurreren. Er zijn verschillende manieren om dit te realiseren. Zo is in het Verenigd Koninkrijk per 1 april van dit jaar een CO₂-bodemprijs (Carbon floor price) ingesteld van 16 €/ton CO₂ die oploopt tot 30 €/ton CO₂ in 2020. De opbrengsten worden geïnvesteerd in onder meer duurzame energie-



opwekking, om de lange termijn concurrentiekracht van het Verenigd Koninkrijk te versterken (HM Treasury, 2013).

Een andere manier is het verhogen van de CO₂-prijs door het verminderen van het aantal certificaten die binnen de EU-ETS beschikbaar zijn. De commissie Milieu van het Europees Parlement debatteert over de uitstel van de uitgifte van extra CO₂-certificaten die de CO₂-prijs verder zouden kunnen doen dalen (CMW, 2013).

Er is een voorstel van de NGO CCAP om de CO₂-prijs binnen de ETS te verhogen door geleidelijk een groot aantal certificaten uit de markt te halen in combinatie met uitgifte van een kleiner aantal nieuwe certificaten, waardoor er voldoende fondsen gegenereerd worden voor onderzoek en vooral voor implementatie van innovatieve duurzame technologie (CCAP, 2013).

Uit de evaluatie van het milieubeleid tussen 1995 en 2008 kwam de EU ETS als relatief effectief naar boven (CE Delft, 2010a).

Stimuleringsfonds nieuwe technologie

Opzetten fonds voor implementatie van innovatieve technologie met groot besparingspotentieel, zoals bijvoorbeeld warmtepompen.

Dit fonds zou bijvoorbeeld gefinancierd kunnen worden uit de verkoop van CO₂-rechten.

Ook een investeringsaftrek zou hiervoor gebruikt kunnen worden. De Energie-investeringsaftrek (EIA) regeling wordt gezien als één van de meest effectieve beleidsmaatregelen tussen 1995 en 2008 (CE Delft, 2010a).

C.5 Bronnen

1. CE Delft, 2012
Industrie koppelen aan het warmtenet Rotterdam Verkenning van kansen voor aansluiting van acht bedrijven in Botlek/Pernis op het warmtenet Rotterdam, Publicatie van CE Delft, Publicatienummer: 12 3463 70, Auteurs: A. (Ab) de Buck, M. (Marit) van Lieshout, M.R. (Maarten) Afman, H.(Hans) van Vliet (Trion Partners), C. (Chris) Jordan (Jordan Environmental Services) opgeleverd te Delft, oktober 2012 - 5 pag.
2. CE Delft, 2011
IPO Nationale Routekaart Restwarmte Een quickscan van de mogelijkheden, Publicatie van CE Delft, Publicatienummer: 11 3457 41. Auteurs: B.L. (Benno) Schepers, M. (Marit) van Lieshout opgeleverd te Delft, juni 2011 - 148 pag.
3. ECN, 2011
Beleidsstudie naar WKK- en warmtepomptechnologieën, Publicatie van ECN en Agentschap NL, Publicatienummer: ECN-E--10-096. Auteurs: W. Wetzels (ECN), I. Blezer (Agentschap NL), J.M. Sipma (ECN) opgeleverd op 21 juni 2011
4. CE Delft, 2010a
Evaluatie energiebesparingsbeleid in de industrie, Kosten en effecten in de periode 1995-2008, Publicatie van CE Delft, Publicatienummer: 10 3098 13. Auteurs: M.D. (Marc) Davidson, A. (Ab) de Buck, M.J. (Martijn) Blom, M.H. (Marisa) Korteland opgeleverd te Delft, april 2010 - 135 pag.
5. HM Treasury, 2013
Carbon price floor consultation: the Government response, Publicatie van HM Treasury, ISBN 978-1-84532-845-0. Beschikbaar via: www.hm-treasury.gov.uk/d/carbon_price_floor_consultation_govt_response.pdf.
6. CCAP, 2013
The NEW DEAL -An Enlightened Industrial Policy for the EU through Structural EU ETS Reform, publication by the Center for Clean Air Policy (CCAP) Europe, beschikbaar via <http://ccap.org/assets/The-New-Deal-An->



- Enlightened-Industrial-Policy-for-the-EU-through-Structural-EU-ETS-Reform_CCAP-Europe_Feb-2013.pdf.
7. Fraunhofer, 2007
Brochure Motor Challenge Programm: Technischer Leitfaden LÖSUNGEN ZUR VERBESSERUNG IHRER MOTOREN-SYSTEME, Publicatie van Fraunhofer ISI te Karlsruhe . Beschikbaar via www.motor-challenge.de vanaf 11 december 2007.
 8. AGNL, 2011
Berekening van de CO₂-emissies, het primair fossiel energiegebruik en het rendement van elektriciteit in Nederland een gezamenlijke publicatie van Agentschap NL, Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) ,Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) opgeleverd in september 2011.
Auteurs: Mirjam Harmelink (Harmelink consulting), Lex Bosselaar (Agentschap NL), Joost Gerdes, Piet Boonekamp (ECN), Reinoud Segers, Hans Pouwelse (CBS), Martijn Verdonk (PBL). Beschikbaar via: www.cbs.nl/NR/rdonlyres/C6171FC2-656F-4777-A4EC-1AF88FE66560/0/Notitie_EnergieCO2_effecten_elektriciteit_Sept_2012_FIN_AAL.pdf.
 9. KSB, 2008
Energieeffizienter Betrieb von Pumpen: die Symbiose von Umweltschutz und Kostensenkung, presentatie van KSB Industry tijdens de Technical Symposium op 8 en 9 oktober 2008.
 10. ECN, 2009
Onrendabele top berekeningen voor nieuw WKK vermogen, ECN publicatie uit februari 2009.
Auteurs: J.S. Hers, W. Wetzels, A.J. Seebregts, A.J. van der Welle
 11. CE Delft, 2009
Rentabiliteit van WKK - Second opinion op conclusies modelberekeningen ECN en Ministerie EZ, Publicatie van CE Delft.
Auteurs: A. (Ab) de Buck, M.J. (Martijn) Blom, B. (Benno) Schepers, F.J. (Frans) Rooijers opgeleverd te Delft, september 2009 - 55 pag.
 12. Davidse, 2012
Warmte-energie, *de* motor van de industrie- Ontwikkelingen in het gebruik en de opwekking van industriële warmte, publicatie van Davidse Consultancy in opdracht van de VNCI, de VNP, de VNPI en Deltalinqs opgeleverd in oktober 2012.
 13. ECN, 2012
Industrial heat pump developments at ECN, Auteur: S. Spoelstra gepubliceerd in Public Service Review (PublicService.co.uk),2012, Vol. Issue 24, p.224-..Beschikbaar via ECN onder rapportnummer: ECN-V--12-022.
 14. CMW, 2013
<http://carbonmarketwatch.org/press-statement-carbon-market-watch-view-on-backloading-proposal/>
 15. AGNL, 2010
Berekening van de standaard CO₂-emissiefactor aardgas t.b.v. kalenderjaar 2010 en emissiehandel 2011, publicatie van Agentschap NL van 20 december 2010.
 16. BP, 2012
Statistical Review of World Energy 2012 door BP, beschikbaar via www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481
 17. Ecofys, 2012
Climate protection with rapid payback, Energy and emissions savings potential of industrial insulation in EU27, Publicatie van Ecofys in opdracht van European Industrial Insulation Foundation, opgeleverd juni 2012.



Auteurs: Maarten Neelis, Paul Blinde, Martijn Overgaag and Yvonne Deng.
Beschikbaar via www.eiff.org.

18. CE Delft, 2013
Achtergrondgegevens Stroometikettering 2012, publicatie van CE Delft.
Auteurs: M. (Mart) Bles, L.M.L. (Lonneke) Wielders, Delft, maart 2013 - 27 pag.
19. ECN, 2010
Referentieraming energie en emissies 2010-2020, ECN publicatie in opdracht van het PBL gepubliceerd in april 2010, publicatienummer: ECN-E--10-004.
20. NMZH, 2012
Energievisie Haven en Industrie Complex Rijnmond van Natuur en Milieufederatie Zuid-Holland, beschikbaar via www.milieufederatie.nl/handlers/i.aspx?id=539
21. CE Delft, 2010b
Technological developments in Europe, A long-term view of CO₂ efficient manufacturing in the European region Publicatie van CE Delft uit juni 2010, Auteurs: Harry Croezen, Marisa Korteland.

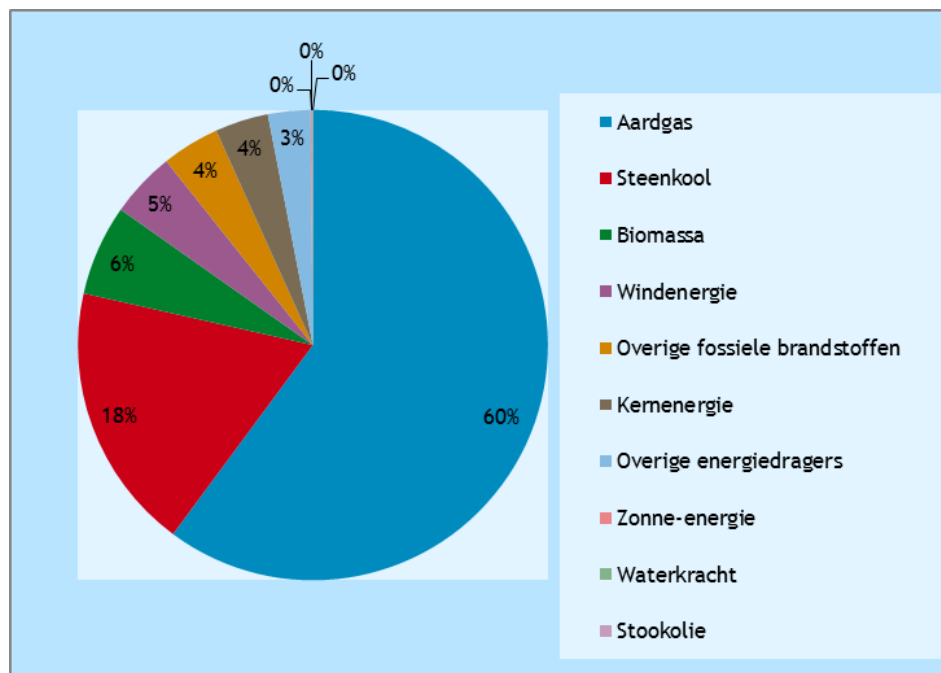


Bijlage D Elektriciteitsproductie

D.1 Energiegebruik

In Nederland werd in 2011 407 PJ (113 TWh) aan elektriciteit opgewekt uit een mix van bronnen (CBS, 2012a). Veruit het grootste deel van de Nederlandse elektriciteit wordt opgewekt uit aardgas (60%), gevolgd door steenkool (18%) en biomassa (6%) (zie Figuur 21).

Figuur 21 Bronnen in NL opgewekte elektriciteit



Brandstofinzet

In 2011 werd in totaal ruim 1.000 PJ aan brandstoffen ingezet voor de opwekking van elektriciteit (en warmte in dezelfde installaties). Tabel 19 bevat een overzicht van de in Nederland ingezette brandstoffen voor elektriciteitsproductie in 2011 (CBS, 2012a). De inzet van wind- en zonne-energie en waterkracht wordt in deze tabel niet meegenomen.

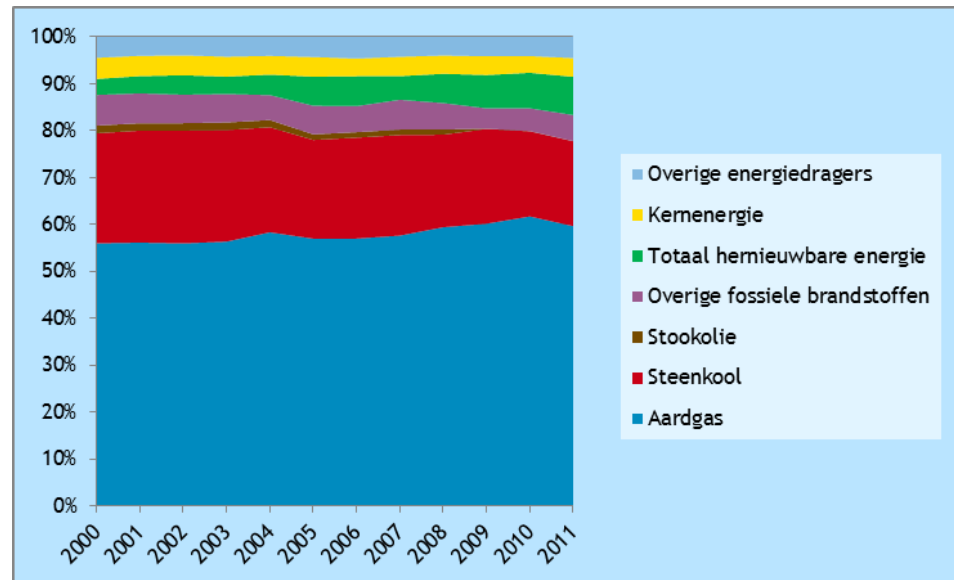
Tabel 19 Inzet energiedragers voor elektriciteit en warmte

Energiedrager	Inzet in 2011 (PJ)
Totaal energiedragers	1.006
Aardgas	601
Steenkool	182
Stookolie	0
Overige fossiele brandstoffen	56
Biomassa	84
Kernenergie	40
Overige energiedragers	44

Door de inzet van deze brandstoffen komt naar schatting 58 miljoen ton CO₂ vrij¹⁵. Daarvan kan 42,3 Mton CO₂ worden toegeschreven aan elektriciteitsproductie¹⁶, de rest aan warmteproductie.

Figuur 22 geeft een overzicht van de ontwikkeling van de inzet van primaire energiebronnen in de elektriciteitssector¹⁷. Het verbruik van fossiele brandstoffen neemt licht af, ten gunste van hernieuwbare energie. De rol van aardgas is sinds 2000 licht gestegen, maar in 2011 weer wat afgenomen.

Figuur 22 Verdeling primair energiegebruik elektriciteitssector



Opbouw elektriciteitsproductiepark

Het CBS maakt onderscheid tussen centrale en decentrale productiecapaciteit. Onder centrale productiecapaciteit vallen alle installaties die aan het landelijke hoogspanningsnet van TenneT zijn gekoppeld. De overige installaties worden geclassificeerd als decentrale productie.

In Nederland zijn ongeveer 8.500 productie-installaties aangesloten op het openbare net (CBS, 2012b, cijfers hebben betrekking op 2011). Ongeveer 50 zijn centrale productie-installaties, maar het merendeel is decentraal, vooral WKK-installaties. In totaal is ongeveer 28 GW aan elektrisch vermogen opgesteld en 19 GW aan thermisch vermogen (warmtelevering).

¹⁵ Dit is een schatting op basis van de emissiecijfers volgens de 'Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂-emissiefactoren' (Agentschap NL, 2011). Het is echter lastig om emissiefactoren toe te wijzen aan de categorieën 'overige fossiele brandstoffen' en 'overige energiedragers'; deze zijn geschat.

¹⁶ Gebaseerd op de Achtergrondgegevens voor de stroometikettering 2011 (CE Delft, 2012), waarin voor grijze stroom uit Nederland een emissiefactor van 434 gCO₂/kWh wordt berekend. In totaal werd in Nederland in 2011 97,4 TWh (350,5 PJ) aan grijze stroom opgewekt.

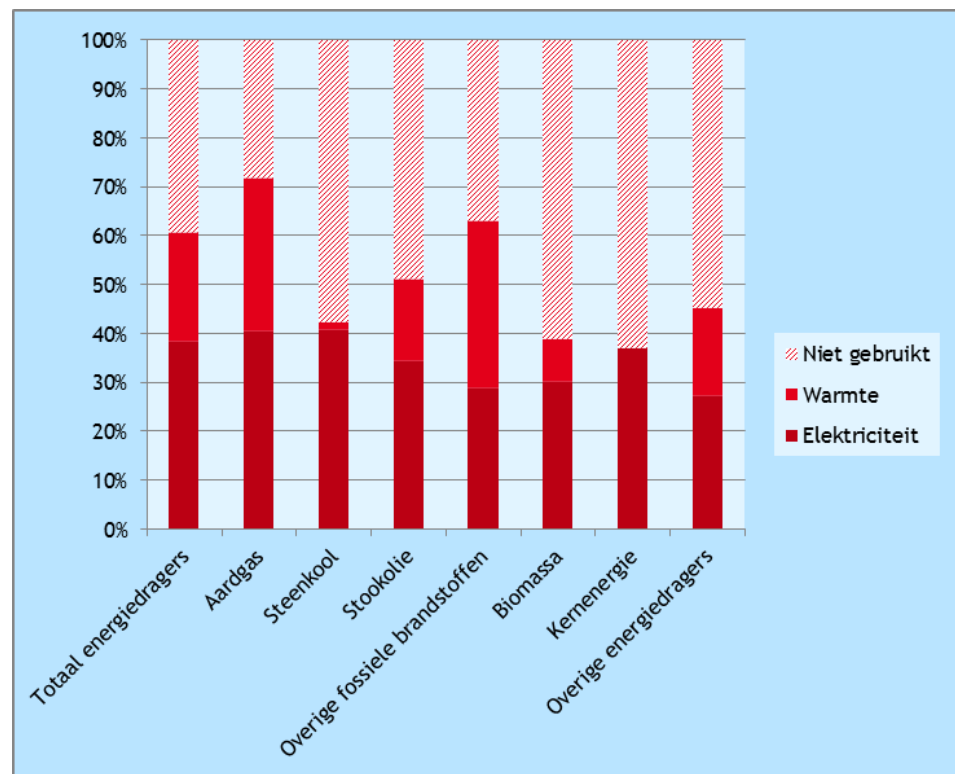
¹⁷ Een deel van de brandstofinzet is toe te schrijven aan warmteproductie in bijvoorbeeld WKK-installaties.

Centraal/decentraal	WKK/niet-WKK	Aantal	GWe	GWth
Centraal	WKK	20	5	3
Centraal	Niet-WKK	30	13	0
Decentraal	WKK	6.411	8	15
Decentraal	Niet-WKK	2.013	3	0
Totaal		8.474	28	19

Bij WKK-installaties wordt naast elektriciteit ook warmte geleverd die nuttig wordt ingezet. Ruim driekwart van de decentrale productiecapaciteit bestaat uit WKK-installaties.

Figuur 23 geeft een overzicht van de ingezette brandstoffen in thermische installaties en de respectievelijke omzettingsefficiëntie in 2011. In totaal wordt 61% van de ingezette brandstoffen nuttig gebruikt (CBS, 2012b). Bij aardgas wordt 72% van de energie-inhoud nuttig verbruikt, bij kolen 43%. Aardgas wordt vaak in WKK-installaties ingezet, kolen niet of nauwelijks.

Figuur 23 Overzicht inzet energiebronnen



D.2 Besparingsmaatregelen

Met verbeteringen van de efficiëntie van het elektriciteitssysteem bedoelen we hier: alle maatregelen die ervoor zorgen dat er minder primaire energie nodig is om aan dezelfde finale elektriciteitsvraag te voldoen. Deze definitie volgend, zien wij de volgende verbetermogelijkheden:

- verschuiving naar efficiëntere omzettingstechnieken (modernere centrales, WKK en restwarmtebenutting);
- verschuiving naar energiebronnen die efficiënter omgezet kunnen worden (aardgas en hernieuwbaar in plaats van kolen);

- verlaging van de netverliezen (m.n. door verschuiving van piekvraag naar andere momenten);
- betere benutting van de inzet van biomassa (zoals uit Figuur 23 blijkt wordt biomassa met het laagste rendement ingezet, terwijl het een schaarse duurzame brandstof is)

Tabel 20 geeft een overzicht van het geschatte besparingspotentieel en de bijbehorende CO₂-emissiereductie.

Tabel 20 Overzicht besparingsmaatregelen

Maatregel	Energie- besparing (PJ finaal)	Energie- besparing (PJ primair)	CO ₂ - besparing (Mton)
Efficiëntie centraal productiepark met 3% omhoog	0	17	1
Modernisering en uitbreiding WKK-park	0	30	2
Nuttig gebruik 10% restwarmte centrale productie	0	27	2
Verschuiving productie van kolen- naar aardgascentrales	0	40	8
Verlaging netverliezen door piekverschuiving	4	8	0,5

De maatregelen en de bijbehorende schattingen worden hieronder verder uitgewerkt.

Verschuiving naar efficiëntere omzettingstechnieken

De meest voor de hand liggende manier om de efficiëntie van de elektriciteitsproductie te verbeteren is om gebruik te maken van efficiëntere omzettingstechnieken. Daarbij kan gedacht worden aan modernere gas- en kolencentrales met hogere rendementen (verbetering van het rendement van individuele technologieën). Het gaat hierbij vaak om verbetering van rendementen van enkele procenten. Tabel 21 geeft de huidige park-efficiëntie weer van het **centrale** productiepark, alsmede de potentiële besparing als het gemiddelde conversierendement stijgt met 3%¹⁸. De totale besparing bedraagt dan **17 PJ** primair. De CO₂-uitstoot zou in dat geval met **1,1 Mton** dalen.

¹⁸ ECN (2011) gaat uit van een hoog-efficiënt, centraal productiepark met een rendement van 55%, een stijging van 3% ten opzichte van het rendement van 52% van het huidige centrale productiepark (elektrisch en warmte).



Tabel 21 Besparing door rendementsverbetering centraal productiepark

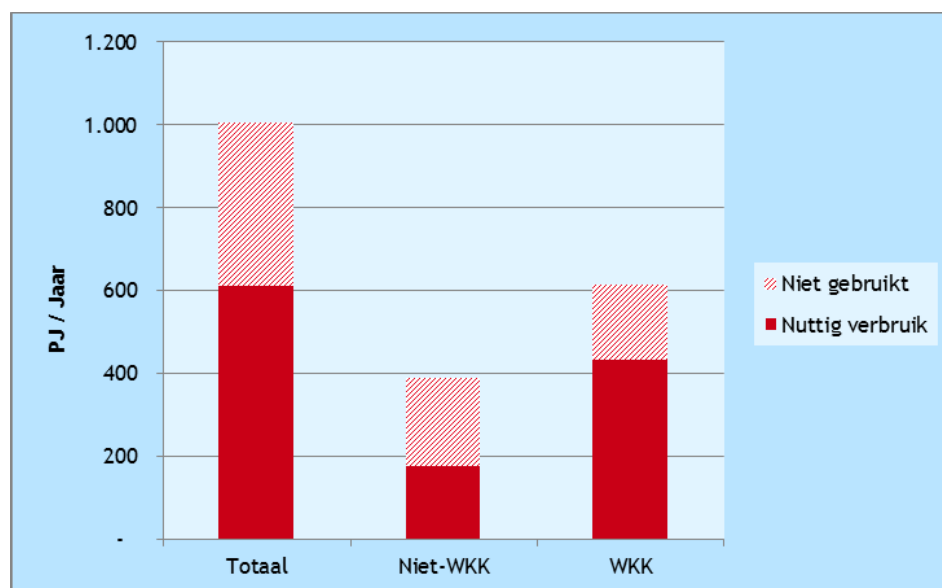
Brandstof	Huidige efficiëntie (%)	Inzet energie (PJ primair)	Potentieel rendementsverbetering (%)	Besparing energie (PJ)	Besparing CO ₂ (Mton)
Aardgas	62%	278	3%	8	0,5
Steenkool	43%	182	3%	5	0,5
Stookolie	42%	0,05	3%	0,001	0,0
Overige fossiele brandstoffen	42%	27	3%	1	0,1
Biomassa	44%	28	3%	1	-
Kernenergie	37%	40	3%	1	-
Overige energiedragers	60%	8	3%	0,2	0,0
Totaal				17	1,1

Een groter effect kan echter bereikt worden door een verschuiving naar technologieën met inherent hogere rendementen, zoals WKK-installaties, of door restwarmte van installaties nuttig in te zetten. Door de levering van nuttige warmte wordt een veel hoger rendement bereikt dan installaties die alleen elektriciteit leveren. Het gemiddelde rendement van installaties zonder warmtelevering in Nederland was in 2011 50%, terwijl het rendement van WKK-installaties (elektriciteit plus warmte) 71% bedroeg. Door de sterke band met warmteverbruik moet deze maatregel in breder perspectief gezien worden: het elektrisch rendement van WKK-installaties is vaak juist wat lager dan van conventionele centrales, maar dit wordt ruimschoots gecompenseerd door de nuttige inzet van warmte. Hiervoor is het wel noodzakelijk dat de geproduceerde warmte ook daadwerkelijk nuttig ingezet kan worden, bijvoorbeeld bij lokale industriële partijen of in lage-temperatuurwarmtenetten. Een verschuiving naar meer WKK kan worden versterkt door de invoering van intelligente netten, waardoor vraag en aanbod van zowel warmte als elektriciteit beter afgestemd kunnen worden.

Figuur 24 geeft een overzicht van de hoeveelheid nuttig gebruikte energie in 2011 in Nederland (effen rode vlakken), opgedeeld naar WKK en niet-WKK. De gestreepte vlakken geven de niet-gebruikte energie weer. In totaal wordt 61% van de ingezette brandstoffen nuttig gebruikt, de rest (394 PJ) wordt geloosd als warmte. Als hiervan de helft nuttig ingezet zou kunnen worden, bijvoorbeeld via warmtenetten, ontstaat een theoretisch besparingspotentieel van 197 PJ.



Figuur 24 Overzicht nuttig gebruikte en niet-gebruikte energie



Het economisch potentieel ligt echter, onder de huidige marktomstandigheden, waarschijnlijk stukken lager. ECN (2010) heeft het economisch potentieel berekend van modernisatie van bestaande en nieuwbouw van WKK-installaties tot 2020. Afhankelijk van de CO₂-prijs zou in Nederland additioneel 3 tot 3,4 GW_e aan WKK-vermogen gemoderniseerd kunnen worden in vergelijking met het referentiescenario, en 2,3 tot 3,4 GW_e aan nieuw WKK-vermogen¹⁹. Hiermee zou in 2020 **26 tot 39 PJ** aan primaire energie bespaard kunnen worden, en 1,5 tot 2,2 megaton CO₂ (zie Tabel 22). Dit is exclusief het potentieel van restwarmtelevering bij niet-WKK-installaties.

Tabel 22 Besparingspotentieel uitbreiding en modernisering WKK-park

CO ₂ -prijs (€/ton)	Potentieel primaire energiebesparing (PJ)	Potentieel CO ₂ -emissiereductie (Mt CO ₂)
15	26	1,5
25	30	1,7
50	39	2,2

Tabel 23 geeft de geschatte huidige kosten weer voor brandstof- en CO₂-besparing van WKK-installaties.

Tabel 23 Kosten brandstof- en CO₂-besparing WKK (bron: EZ, Agentschap NL, Cogen Nederland)

Type installatie	Kosten brandstofbesparing (€/GJ)	Kosten CO ₂ -besparing (€/ton CO ₂)
WKK gasmotor groot	1,34	15
WKK stoomturbine	1,86	21
WKK grote gasturbine	3,85	42
WKK grote STEG	3,97	42
Wind op land	4,78	66

¹⁹ Lage schattingen: CO₂-prijs van €15/ton in 2020, hoge schattingen: € 50/ton.

Naast uitbreiding en modernisatie van het WKK-park, zou ook een groter deel van de restwarmte van bestaande elektriciteitscentrales nuttig ingezet kunnen worden, bijvoorbeeld in lokale lage-temperatuur warmtenetten. Indien 10% van de niet-gebruikte restwarmte in 2020 alsnog nuttig ingezet kan worden, wordt daarmee **27 PJ** aardgas uitgespaard, wat overeenkomt met **1,5 Mton CO₂** (zie Tabel 24).

Tabel 24 Besparingspotentieel levering restwarmte

Post	Hoeveelheid
Hoeveelheid restwarmte centrale productie (PJ)	270
Potentieel nuttig verbruik (%)	10%
Vermeden aardgasinzet voor verwarming (PJ)	27
CO ₂ -besparing (Mton)	1,5

Verschuiving naar andere energiebronnen

Sommige energiebronnen kunnen efficiënter worden omgezet naar elektriciteit dan anderen. Een moderne kolencentrale heeft een rendement van ongeveer 46%, terwijl een moderne gascentrale een rendement tot 60% haalt. Een verschuiving naar energiebronnen die efficiënter kunnen worden omgezet heeft als gevolg dat minder primaire energie nodig is om dezelfde hoeveelheid finale energie te leveren.

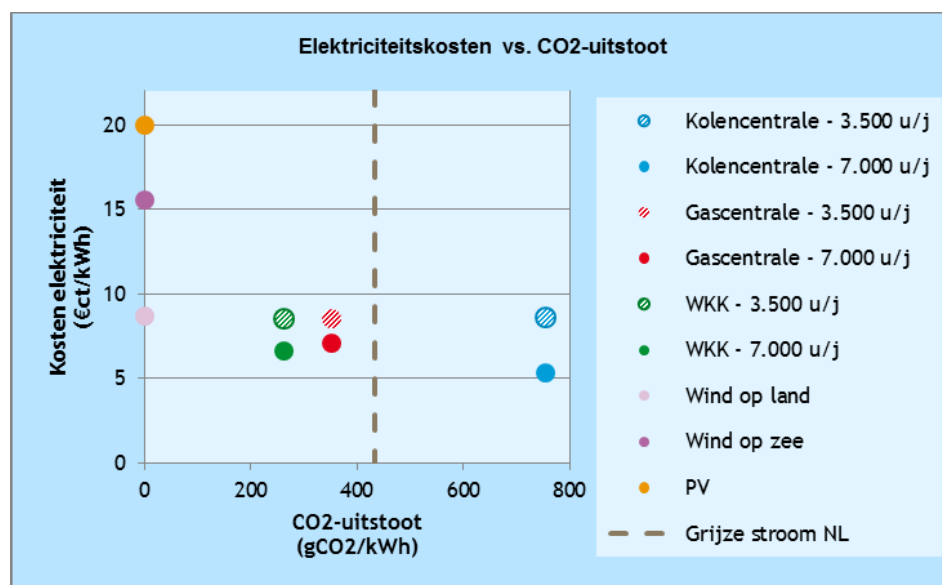
In 2011 draaiden kolencentrales in Nederland op een gemiddeld vollast-percentage van ongeveer 40%, aardgascentrales 48% (zie Tabel 25). Theoretisch zou de 52 PJ aan elektriciteitsproductie dus opgevangen kunnen worden door de aardgascentrales. In plaats van 133 PJ aan steenkool (rendement van 39%) zou hiervoor 94 PJ aan aardgas nodig zijn (rendement van 56%), een besparing van **40 PJ**. De CO₂-uitstoot voor het produceren van deze elektriciteit zou dalen van 13 naar 5 Mton, een besparing van **8 Mton CO₂**.

Tabel 25 Besparingspotentieel verschuiving van aardgas naar steenkool

Brandstof	Opgesteld vermogen (GW)	Max. e-productie (PJ/jaar)	Daadwerkelijk e-productie (PJ/jaar)	Vollast-percentage
Aardgas	5,2	162	79	48%
Steenkool	4,2	133	52	39%



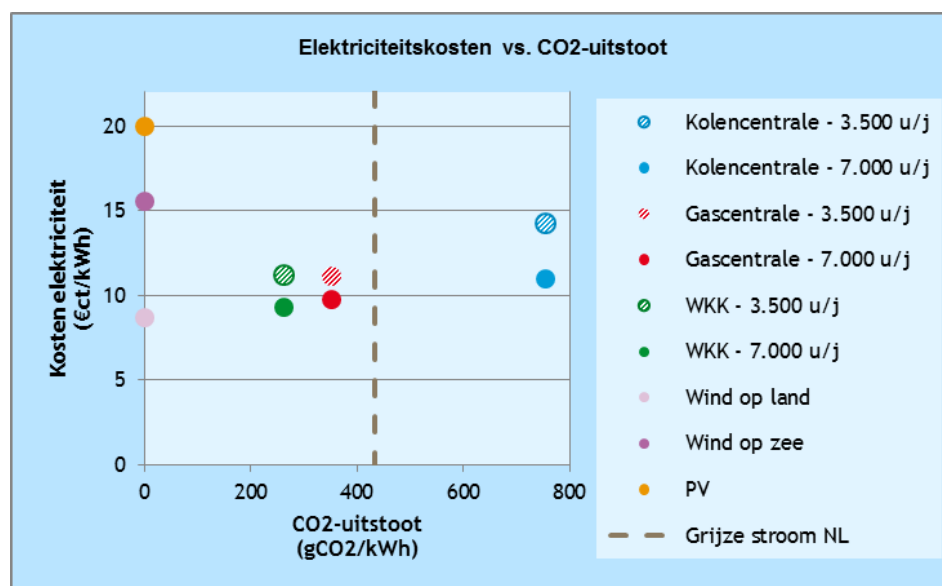
Figuur 25 Elektriciteitskosten vs. CO₂-uitstoot



Aannames: Gasprijs 9 €/GJ, kolenprijs 2 €/GJ (World Databank, 2013), CO₂-prijs 3 €/ton (Investing.com, 2013).

Figuur 25 zet de kostprijs van elektriciteit af tegen de CO₂-uitstoot per kWh voor een typische kolencentrale, gascentrale en een WKK-installatie en voor drie hernieuwbare technieken. Bij de huidige marktprijzen voor brandstof en CO₂ is kolenstroom het goedkoopst. Bij halvering van de vollasturen van fossiele centrales (gestreepte cirkels) stijgt de prijs van de opgewekte elektriciteit. Gascentrales en WKK's hebben een lagere CO₂-uitstoot dan het gemiddelde productiepark in Nederland (grijze stippellijn), kolencentrales een hogere. Bij een CO₂-prijs van € 80/ton is elektriciteit opgewekt uit aardgas goedkoper dan elektriciteit uit steenkool (zie Figuur 26).

Figuur 26 Elektriciteitskosten vs. CO₂-uitstoot



Aannames: Gasprijs 9 €/ GJ, kolenprijs 2 €/GJ, CO₂-prijs 80 €/ton.

Verlaging van de netverliezen

In Nederland gaat ongeveer 4% van de opgewekte elektriciteit verloren tijdens transport en distributie naar de eindgebruiker (CBS, 2012c). Het gaat dan zowel om fysieke als administratieve verliezen. Fysieke verliezen zijn een niet te vermijden onderdeel van elektriciteitstransport: door weerstand in elektriciteitskabels wordt een deel van de getransporteerde elektriciteit omgezet in omgevingswarmte. Deze verliezen nemen kwadratisch toe met het getransporteerde vermogen: hoe hoger het vermogen hoe hoger de verliezen (relatief en absoluut). Administratieve verliezen ontstaan doordat niet alle elektriciteit die aan het net geleverd wordt administratief aan een eindgebruiker kan worden toegerekend, bijvoorbeeld door storingen van meetapparatuur en fraude (illegaal aftappen van elektriciteit buiten de meter om). Beide vormen van verliezen kunnen verminderd worden door de inzet van intelligente netten. Door piekverschuiving daalt het maximum getransporteerde vermogen en daarmee (kwadratisch) ook de fysieke netverliezen. In de MKBA Intelligente Netten is berekend dat de vermeden netverliezen door invoering van intelligente netten een netto contante waarde vertegenwoordigen tot bijna 1 miljard euro in een scenario met veel hernieuwbare energie en gas (CE Delft en KEMA, 2012). Door de invoering van intelligente meetsystemen ontstaat beter inzicht in elektriciteitssystemen en kunnen storingen en fraude sneller worden opgespoord, waardoor ook de administratieve netverliezen afnemen. Echter, alleen vermindering van fysieke netverliezen leidt tot een verlaging van het primaire energieverbruik. Stel dat de netverliezen met een kwart verminderd kunnen worden (eigen berekening op basis van CE Delft en Kema, 2012), dan komt dat overeen met een besparing van 4 PJ (zie Tabel 26), of een 0,5 Mton CO₂.

Tabel 26 Besparingspotentieel verlaging netverliezen

Periode	Opgewekte elektriciteit (PJ)	Netverliezen (%)	Netverliezen (PJ/jaar)
Nu	407	4%	16
Straks	407	3%	12
Besparing			4 PJ finaal/8 PJ primair

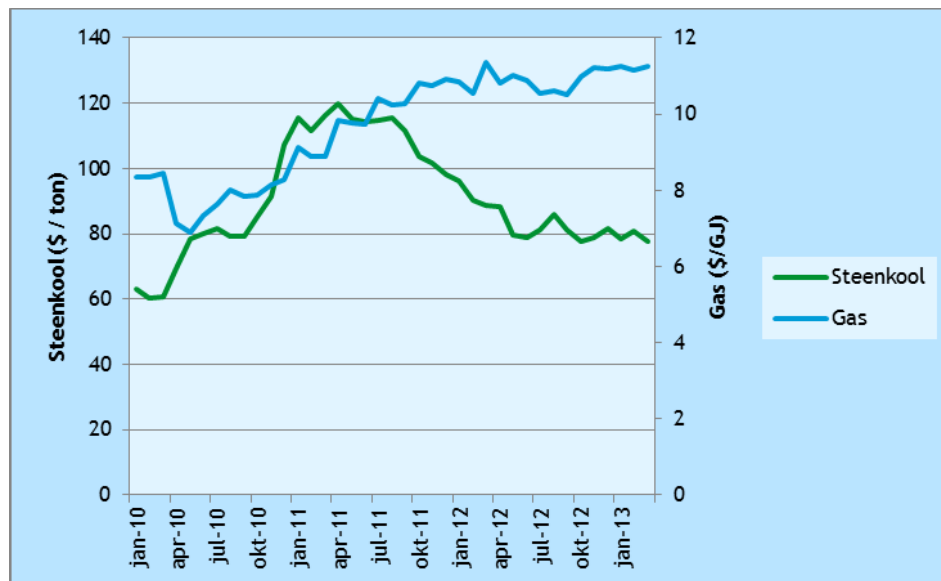
D.3 Belemmeringen

Hoge gasprijs/lage kolenprijs

Een belangrijk deel van de kosten voor elektriciteitsopwekking bestaan uit brandstofkosten. De zogenaamde 'spark spread' geeft de winstmarge van gascentrales weer, uitgedrukt als het verschil tussen de inkoopprijs van gas en de verkoopprijs van elektriciteit. Als de gasprijs stijgt en de elektriciteitsprijs gelijk blijft, daalt de spark spread, en daarmee dus de winstmarge van de producent. Momenteel zijn de gasprijen relatief hoog. Kolenprijzen dalen juist door een afnemende vraag naar kolen Noord Amerika door een omschakeling naar lokaal schaliegas (zie Figuur 27). Voor Europese producenten stijgt daardoor de 'dark spread', de winstmarge van een kolencentrale (het verschil tussen de kolenprijs en de elektriciteitsprijs), waardoor meer elektriciteit uit (inefficiënte) kolencentrales wordt opgewekt, en minder uit (efficiënte) gascentrales.



Figuur 27 Prijsontwikkeling steenkool en aardgas



Bron: World DataBank, 2013.

Lage CO₂-prijs

Eén van de belangrijkste belemmeringen van efficiëntieverbeteringen in de elektriciteitssector is de lage prijs van emissierechten onder het ETS (zie Figuur 28). Deze lage prijs remt op meerdere manieren de verbetering van efficiëntie in het productiepark.

Figuur 28 Prijsontwikkeling CO₂-rechten



Bron: Investing.com, 2013.

Ten eerste zorgt een lage CO₂-prijs voor een concurrentienadeel voor energiebronnen met een lage koolstofinhoud, zoals hernieuwbare energiebronnen, maar ook aardgas ten opzichte van steenkool. Deze energiebronnen zorgen voor een lagere CO₂-uitstoot en worden, zoals eerder beschreven, in de regel efficiënter omgezet naar elektriciteit dan bijvoorbeeld steenkool:

gascentrales zijn efficiënter dan kolencentrales. Een hogere CO₂-prijs stimuleert energiebronnen met een lagere koolstofinhoud, maar indirect dus ook energiebronnen die efficiënter kunnen worden omgezet. Ten tweede heeft een lage CO₂-prijs ook een direct nadelig effect op efficiënte technologieën. De CO₂-prijs beïnvloedt de ‘clean spark spread’: de winstmarge van centrales als ook de kosten voor emissierechten worden meegenomen. Door de lagere koolstofinhoud van gas en de efficiëntere omzetting in gascentrales en WKK’s is een hoge CO₂-prijs voordelig voor deze gastechnieken, maar dit voordeel blijft momenteel uit door de ETS-prijzen die veel lager zijn dan vooraf gedacht.

Afstemming vraag en aanbod in ruimte en tijd

WKK-installaties worden vaak geplaatst om te voorzien in een lokale warmtevraag, waarbij de opgewekte elektriciteit aan het net geleverd wordt. Een uitbreiding van WKK-capaciteit vereist dus een voldoende potentieel aan warmtevraag. Om in een groter aandeel van de bestaande warmtevraag te voorzien met WKK-installaties zijn soms grote investeringen nodig, zoals de aanleg van een lokaal warmtenet. Met name in de bestaande bouw is dit lastig, wat het potentieel aan WKK beperkt. Daarnaast moeten ook marktcondities voor de geleverde elektriciteit gunstig zijn. Hierbij kunnen intelligente netten helpen, bijvoorbeeld door de lokale elektriciteitsvraag beter af te stemmen op de warmtevraag en/of -aanbod (of vice versa). Hiervoor is het echter wel nodig dat gebruikers in voldoende mate reageren op prijssignalen. Onderzoek hiernaar staat nog in de kinderschoenen.

Afschrijvingstermijnen bestaand park

Een verschuiving naar een efficiënter productiepark wordt deels in de weg gestaan door de lange afschrijvingstermijnen van bestaande installaties. Een elektriciteitscentrale wordt gebouwd voor 30 jaar of meer. Wanneer de centrale er eenmaal staat, hebben eigenaren er baat bij deze zo lang en veel mogelijk te laten draaien. Tussentijdse verschuivingen naar efficiëntere technologieën vereisen sterke systeemshocks, zoals brandstof- of CO₂-prijsstijgingen.

D.4 Beleidsinstrumenten

Huidige beleidsinstrumenten

- ETS. Door de relatief lage CO₂-prijs, zijn gas en WKK minder interessant t.o.v. kolen.
- Proeftuinen en TKI Smart Grids. Ontwikkeling van intelligente energiesystemen. Ontbrekend: discussie over manieren om prijsprikkels effectief bij klanten te krijgen om betere aanbod vraag en aanbod te bewerkstelligen.

Nieuw instrumenten en aanpassingen huidig beleid

Hieronder geven we een overzicht van mogelijke nieuwe beleidsinstrumenten, of aanpassingen van bestaande instrumenten, gericht op het verbeteren van de efficiëntie van de Nederlandse elektriciteitsproductie. Voor een omschrijving van deze instrumenten: zie Bijlage F.

Regulering

- eisen vergunningverlening met minimumeisen voor efficiëntie van elektriciteitsopwekking;
- Europese doelstellingen post 2020 op basis van *primair* gebruik.



Financiële instrumenten

- verhoging CO₂-prijzen:
 - aanpassing van het ETS-systeem;
 - CO₂-heffing.
- heffing primair energiegebruik;
- fiscale stimulering of subsidie voor WKK.

Communicatie

- onderzoeks- en communicatieprogramma slimme netten;
- aanpassing tariefstructuur (real time pricing).

D.5 Bronnen

Agentschap NL, 2011

H.H.J. Vreuls, P.J. Zijlema

Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂-emissiefactoren, versie januari 2011

Utrecht : Agentschap NL, januari 2011

CBS, 2012a

Elektriciteit; productie naar energiebron

CBS Statline, 2012

CBS, 2012b

Elektriciteit; productie en productiemiddelen

CBS Statline, 2012

CBS, 2012c

Elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik

CBS Statline, 2012

CE Delft en KEMA, 2012

CE Delft: M.J. (Martijn) Blom, M. (Mart) Bles, C. (Cor) Leguijt,

F.J. (Frans) Rooijers

KEMA: R. (Rob) van Gerwen, D. (Daan) van Hameren, F. (Frits) Verheij

Maatschappelijke kosten en baten van Intelligente Netten

Delft : CE Delft, januari 2012

CE Delft, 2012

M. (Mart) Bles, L.M.L. (Lonneke) Wielders

Achtergrondgegevens stroometikettering 2011

Delft : CE Delft, maart 2012

ECN, 2010

S.J.G. Dijkstra

Potentieel voor hoogrenderende WKK in Nederland

ECN, maart 2010

ECN, 2012

Bert Daniëls, Wouter Wetzels, Michiel Hekkenberg, Koen Smekens,

Arjan Plomp

Energie-efficiëntie in de industrie: potentiëlen, barrières en beleid

ECN, november 2012



Investing.com, 2013

Carbon Emissions Futures, 2009-2013

<http://www.investing.com/commodities/carbon-emissions>

World DataBank, 2013

Global Economic Monitor (GEM) Commodities:

- Coal, Colombian, \$/mt, nominal prices
- Natural gas, Europe, \$/mmbtu, nominal prices

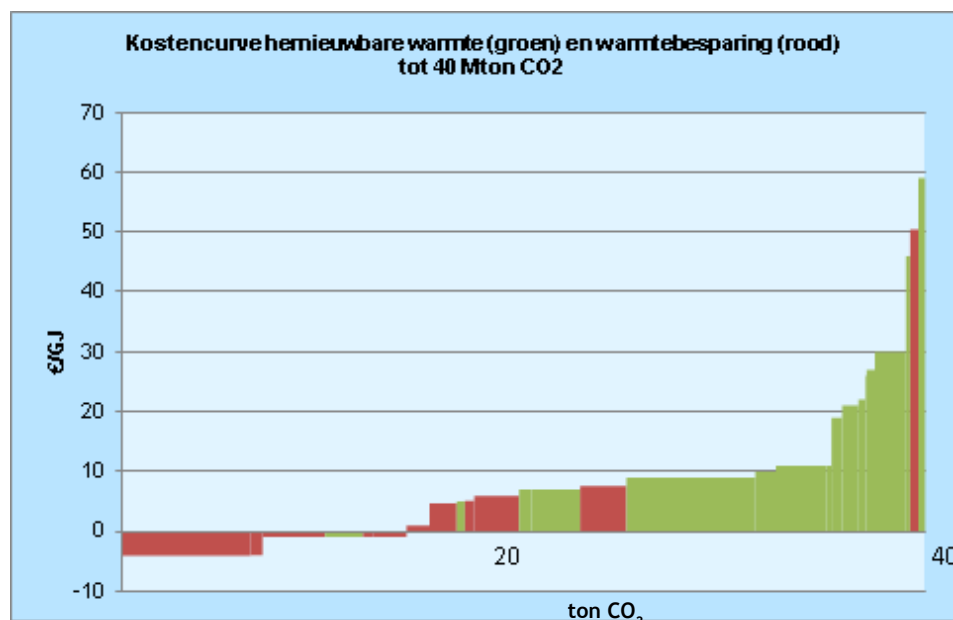
databank.worldbank.org



Bijlage E Overzicht besparings-maatregelen warmte

In deze bijlage zijn de achtergrondgegevens opgenomen van Figuur 7 uit de notitie, hieronder nogmaals weergegeven.

Figuur 29 Kostencurve CO₂-reductie warmte



In de figuur zijn de besparingsmaatregelen gegroepeerd langs de as van CO₂-reductie. De concrete maatregelen zijn benoemd in de bijgaande tabel. De totale warmtevraagreductie behelst circa 700 PJ oftewel 40 Mton CO₂, de helft hiervan betreft besparingen, de andere helft hernieuwbare bronnen.

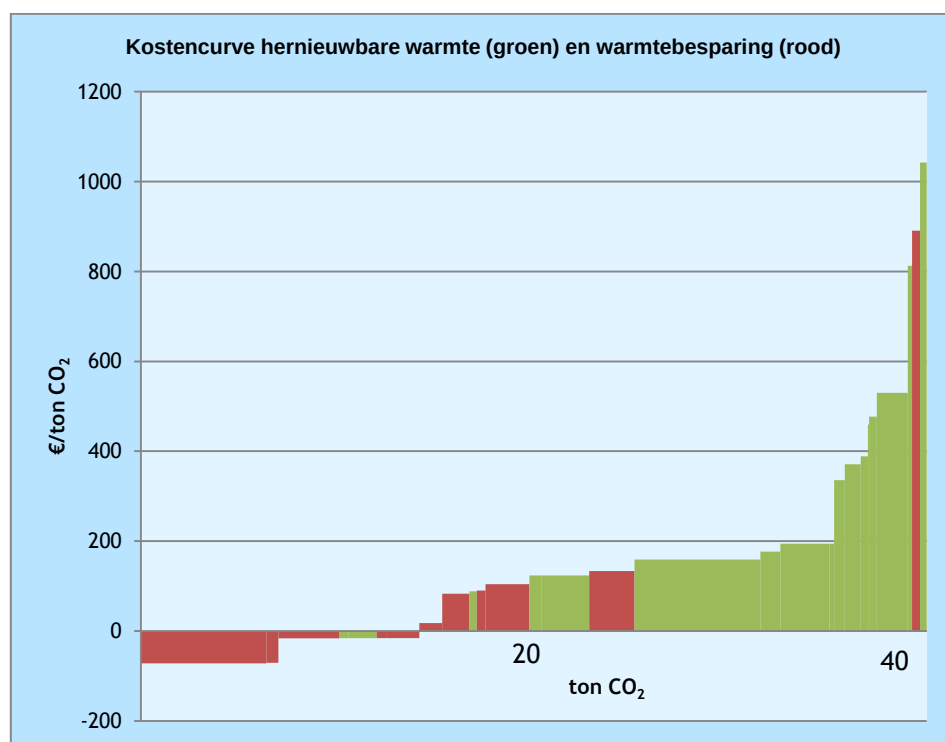
Tabel 27 Overzicht besparingsmaatregelen

	CO ₂ -emissiereductie	Gemiddelde prijs (€/ton CO ₂)
Isolatie	5.349	-72
Bouwnormen	509	-71
Procesverbetering	2.604	-16
Warmtelevering AVI (duurzaam)	391	-16
Warmtelevering EB (duurzaam)	1.189	-16
Warmtelevering AVI (niet-duurzaam)	402	-16
Warmtelevering EB (niet-duurzaam)	1.415	-16
WKK landbouw	974	18
Grootschalige WKK industrie	1.160	83
Diepe geothermie IND	311	88
WKK utiliteit	374	90
Vraagvermindering industrie	1.868	104
Diepe geothermie LB	526	124
Bio-ketel IND	2.021	124
Vraagvermindering GTB	1.930	133
Groen gas (co)vergisting mest	5.360	159

	CO ₂ - emissiereductie	Gemiddelde prijs (€/ton CO ₂)
Diepe geothermie HH	849	177
WKO utiliteit	2.094	194
Bio-ketel LB	198	194
Bio-WKK IND	453	336
Warmtepomp (zonder opslag) GTB	679	371
Bio-WKK (collectief) LB	306	389
Bio-WKK (collectief) UT	51	459
Bio-WKK (collectief) HH	328	477
Warmtepomp (zonder opslag) HH	1.319	530
Zon-thermisch UT	181	813
Micro-WKK huishoudens	340	891
Zon-thermisch HH	283	1.042

Dezelfde basisgegevens maar dan uitgedrukt in kosten per vermeden ton CO₂.

Figuur 30 Kostencurve CO₂-reductie warmte, kosten per ton CO₂ versus CO₂-reductie (ton CO₂)



Bron: CE Delft, Overzicht warmtepotentieel in Nederland, 2010.

Bijlage F

Overzicht beleidsinstrumenten

In deze bijlage worden de voorgestelde beleidsinstrumenten voor het realiseren van additionele energiebesparingen (energie efficiëntie en vraagreductie) besproken, die aan de orde komen in de verschillende sectorbijlagen bij dit rapport. De beleidsinstrumenten zijn gegroepeerd op basis van veertien categorieën, die op hun beurt weer in drie hoofdcategorieën kunnen worden ingedeeld:

Financiële instrumenten:

- verhoging CO₂-prijs;
- heffing primair energiegebruik;
- garantstelling investeringen in energiebesparende maatregelen;
- subsidie;
- fiscale stimulering;
- stimulering demand-side management (deels ook communicatie).

Regelgeving:

- eisen vergunningverlening;
- EU-doelstellingen post 2020;
- aanpassen Energy Efficiency Directive;
- faciliteren aanleg warmtenetten (deels ook financieel);
- efficiëntie-eisen;
- eisen energiedragers.

Communicatie:

- voorlichting.

Bij elk instrument wordt aangegeven voor welke sector(en) deze relevant is. Ook wordt een inschatting gegeven van de termijn waarop het instrument ingevoerd zou kunnen worden.

Het is goed om te benadrukken dat instrumenten elkaar beïnvloeden. Soms zijn bepaalde randvoorwaarden nodig om een beleidsinstrument effectief te laten zijn. Zo zal een energiebesparingsverplichting, voortvloeiend uit de Wet milieubeheer, pas effectief zijn als deze wordt gehandhaafd.

F.1 Verhoging CO₂-prijs

Doel: een hogere CO₂-prijs stimuleert energiebesparing (energie-efficiëntie en vraagreductie). Er zijn een groot aantal instrumenten denkbaar die dit bereiken, in het volgende een aantal voorbeelden ter illustratie. Voor zover alternatieven betrekking hebben op aanpassingen van het Europese instrumentarium (bijv. EU ETS) kunnen ze enkel op Europees niveau worden doorgevoerd.

Backloading EU ETS

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: korte termijn

Backloading van emissierechten is dat een deel van de rechten die in de derde fase op de markt gebracht zou worden (tijdelijk) achtergehouden wordt, wat een prijsopdrijvend effect zou moeten hebben.



Op dit moment is nog onzeker of 'backloading' inderdaad zal gaan plaatsvinden. Het Europese Parlement heeft het recent verworpen.

CO₂-bodemprijs binnen het EU ETS (CO₂ floor price)

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: korte - middellange termijn

Dit instrument is gericht op de introductie van een gegarandeerde minimum CO₂-prijs binnen het EU ETS. Een voorbeeld is de *CO₂ floor price* die op 1 april 2013 in het Verenigd Koninkrijk is ingesteld van £ 16/ton CO₂ die oploopt tot £ 30/ton CO₂ in 2020. De opbrengsten worden geïnvesteerd in onder meer duurzame energieopwekking, om de lange termijn concurrentiekracht van het Verenigd Koninkrijk te versterken.

Indexeren EU ETS o.b.v. BNP-ontwikkeling EU

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: (Middel)lange termijn

Bij dit instrument wordt het emissieplafond, zoals dat geldt binnen het EU ETS systeem, geïndexeerd op basis van de ontwikkeling van het Bruto Nationale Product (BNP) van de EU, eventueel met terugwerkende kracht tot 1990. Hierdoor wordt het emissieplafond gecorrigeerd voor conjunctuureffecten en wordt innovatie ook gestimuleerd in economisch slechtere tijden.

Correctie ETS-plafond voor hoeveelheid RES in het energiesysteem

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: Middellange termijn

In deze variant wordt het EU ETS plafond gecorrigeerd voor de hoeveelheid hernieuwbare energie in het systeem: hoe meer hernieuwbaar, hoe lager het plafond, waardoor de efficiëntie van elektriciteitsproductietechnieken waarbij CO₂ vrijkomt extra gestimuleerd wordt.

Afzonderlijk EU ETS voor elektriciteitsproductie

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: (Middel)lange termijn

Een alternatief is om elektriciteitsproductie in een eigen handelssysteem onder te brengen. Het voordeel hiervan is dat de hoeveelheid CO₂-rechten in dit systeem relatief snel naar beneden gebracht kan worden omdat er veel CO₂-reductiemogelijkheden zijn. Bovendien is de elektriciteitsproductiesector minder gevoelig voor 'carbon leakage' doordat het transporteren van elektriciteit over grote afstanden relatief duur is.

Alle sectoren onder het EU ETS

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening, Gebouwde omgeving

Termijn: (Middel)lange termijn

In deze variant worden alle sectoren, dus ook de gebouwde omgeving, de transportsector en de land- en tuinbouwsector ondergebracht in het EU ETS systeem.



CO₂-heffing op primaire brandstoffen (bonus - malus)

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening, Gebouwde omgeving, Industrie

Termijn: Korte termijn

Nederland kan ook zelf, dus aanvullend op het EU ETS systeem, invloed uitoefenen op de CO₂-prijs waarmee marktpartijen rekenen.

De maatschappelijke kosten van CO₂ bedragen meer dan de huidige CO₂-prijzen. Dit verschil kan op worden overbrugd door een CO₂-heffing op gebruikte primaire brandstoffen in te voeren (CO₂-heffing o.b.v. CO₂-inhoud van de energiedrager). De CO₂-heffing komt bovenop de energiebelasting of wordt er mee geïntegreerd. Een CO₂-heffing leidt tot een gelijk speelveld voor alle energiebronnen als deze heffing aan de randen van de economie (daar waar de energiebronnen de economie betreden) wordt opgelegd. Een dergelijke ingrijpende heffing is waarschijnlijk alleen mogelijk als dit Europees gebeurt, anders verhuizen partijen hun productie naar andere landen. Vooruitlopend hierop kan een beperkte heffing op Nederlandse schaal worden geïnd. De inkomsten worden volledig teruggestuurd naar de sectoren die concurrentienadeel zouden ondervinden. De benchmark van energiekosten mondiaal per eenheid product is daarbij de verdeelsleutel.

Aanvullend hierop kan worden overwogen om de hoogte van de CO₂-heffing afhankelijk te maken van het al dan niet halen van de klimaatdoelen. Het niet-halen van het doel in het ene jaar dan leidt automatisch tot verhogen van de CO₂-heffing voor het jaar erop. Ook kan worden overwogen om het huidige systeem van vrijstelling van/korting op de energiebelasting voor grootverbruikers (industrie) pas toe te kennen op het moment dat een bedrijf aantoonbaar energiebesparingen heeft doorgevoerd die in bilaterale overeenkomsten zijn vastgelegd (individuele, bedrijfsspecifieke, convenanten).

CO₂-heffing op de inkoop door elektriciteitsleveranciers

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: Korte termijn

Een andere manier om, op nationale schaal, invloed uit te oefenen op de CO₂-prijs waarmee marktpartijen rekenen, is door een CO₂-heffing in te voeren op de inkoop van brandstoffen door elektriciteitsleveranciers. Daarbij wordt industrie, voor zover die gevoelig is voor 'carbon leakage', gecompenseerd. Dit instrument voorkomt de import van onbelaste kolenstroom die het hanteren van een nationale bodemprijs voor CO₂ in de weg zou staan. Naar verwachting leidt de invoering van een dergelijke nationale bodemprijs, zonder aanvullende maatregelen, namelijk tot import van elektriciteit uit buurlanden.

Aanpassing energiebelasting

Type instrument: Financieel

Sector(en): MKB

Termijn: Korte termijn

Dit voorstel is gericht op de middelkleine energiegebruikers met een verbruik tot 50.000 kWh elektriciteit. Voorgesteld wordt de energiebelasting voor de 2de schijf gelijk te maken aan de 1ste schijf.

Het maximum van de belastingverhoging is € 3.700. Dit is niet onoverkomelijk voor (middel)grote energiegebruikers, dat zou wel het geval zijn als ook aanpassing van de belasting in de 3de schijf zou worden gelijk getrokken met die van de 1ste schijf.



De extra inkomsten van € 650 miljoen worden besteed aan een verhoging van de EIA zodat energiebesparende en decentrale productie extra worden gestimuleerd.

Met de huidige mix voor elektriciteitsproductie worden hiermee de maatschappelijke kosten ook door de gebruikers in schijf 2 betaald.

Omdat elke energiegebruiker alle schijven van de energiebelasting doorloopt, betalen ook grootgebruikers extra belasting. Voor energiegebruikers met een verbruik in de 3e of hogere schijf, is de belastingverhoging € 3700 voor elektriciteit. Door deze belastingverhoging ontvangt de Nederlandse Staat € 1 miljard in plaats van € 375 miljoen voor deze schijf, oftewel € 650 miljoen meer inkomsten per jaar.

Beoogde effecten: energiebesparing en decentrale productie

Door de hogere prijs zal enerzijds een besparend effect optreden en anderzijds een groter gebruik van hernieuwbare energie (achter de meter) ontstaan.

De prijselasticiteit bedraagt voor deze groep energiegebruikers gemiddeld 0,2, oftewel een verhoging van de eindgebruikersprijs van 10% geeft een besparing van 2%. De kostprijsverhoging van het marginale tarief bedraagt voor deze groep kleingebruikers 65% voor elektriciteit en 6% voor aardgas. De invloed op de totale energiekosten is daardoor veel beperkter en sterk afhankelijk van het gebruik.

Daarnaast zullen de inkomsten worden gebruikt voor energiebesparende investeringen zodat gemiddeld met een besparing van 5% voor de middengebruikers kan worden gerekend. Ten gevolge hiervan zullen de extra inkomsten uit de verhoogde energiebelasting ook iets lager worden. We gaan uit van € 600 miljoen omdat de grootgebruikers ook meer gaan betalen en nauwelijks een besparingsprikkel hiervan ondervinden.

Varianten

1. De belastingverhoging van € 600 miljoen geeft een stevige impuls voor de middengebruikers om energie te besparen. Het is geen groot deel van hun totale omzet, maar de gebruikers moet ook de mogelijkheid gegeven worden om hun verbruik aan te passen. Een splitsing in twee stappen zou daarom te overwegen zijn. Meerdere stappen heeft het nadeel dat de gebruiker er langzaam aan went en in de praktijk niet wordt geprikkeld om iets te doen.
2. Voor de aanwending van de extra belastinginkomsten zijn naast de EIA ook andere mogelijkheden denkbaar, zoals:
 - a Het verhogen van de heffingvrije voet (verdunding door vele huishoudens).
 - b Een noodfonds voor ondernemers die aantoonbaar in de problemen komen door de extra belasting en geen mogelijkheden hebben tot besparing.

Heffing primair energiegebruik

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening, Industrie

Termijn: Middellange termijn

Een heffing gebaseerd op de omvang van het primaire energiegebruik stimuleert efficiëntie en geeft bijvoorbeeld een WKK-installatie een voordeel ten opzichte van andere technologieën doordat gelijktijdig (nuttige) elektriciteit en warmte wordt opgewekt. Bescherming van industrie op Europees niveau.



Garantstelling (derden-)investeringen in energiebesparende maatregelen

Type instrument: Financieel

Sector(en): Industrie

Energiebesparingsmogelijkheden in de Nederlandse industrie blijven vaak nog onbenut. Oorzaak: kapitaalschaarste m.b.t. financiële middelen die nodig zijn voor energiebesparende investeringen. Dit zou kunnen worden opgelost door een systeem in te voeren waarbij een partij (bijv. de overheid) garant staat voor de financiering van deze investeringen door het betreffende bedrijf zelf of door derden (kredietgaranties).

F.2 Subsidie

Doel van deze instrumentengroep is het financieren van de onrendabele top van investeringen in WKK-installaties.

WKK onderbrengen onder SDE+ of EIA

Type instrument: Financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: Korte - middellange termijn

In deze variant worden investeringen in bijvoorbeeld hoog efficiënte WKK (zoals gedefinieerd in de EED), draaiend op fossiele brandstoffen, ondergebracht in de SDE+ regeling, de Energie Investeringsaftrek-regeling (EIA) of andere subsidieprogramma's.

Subsidies voor *first users* van innovatieve energie efficiënte technologie

Type instrument: Financieel

Sector(en): Industrie

De eerste gebruikers van innovatieve technologie nemen een aanzienlijk risico omdat zij mogelijk met kinderziektes van nieuwe technologie te maken krijgen. Voor succesvolle invoering van nieuwe technologie zijn eerste gebruikers (*first users*), die hun nek uit durven steken, noodzakelijk. Daarom dient er een beloning te staan tegenover de eerste implementaties in de praktijk.

Subsidie voor efficiëntiemaatregelen/hernieuwbare energie in gebouwen

Type instrument: Financieel

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Dit instrument bestaat uit subsidies van de overheid om burgers en bedrijven te verleiden te investeren in energie-efficiëntie en/of hernieuwbare energie in/aan hun gebouw. Gedacht kan worden aan (uitbreiding van) de SDE+ regeling of het uitbreiden van de lijst met investeringen die in aanmerking komen voor de VAMIL/MIA-regeling (vervroegde aftrek milieu-investeringen).



F.3 Fiscale stimulering

Investeringsaftrek voor investeringen in energie-efficiënte technologie

Type instrument: Financieel

Sector(en): Industrie

Het mes van de investeringsaftrek snijdt aan twee kanten. Enerzijds maakt dit instrument de stap om te investeren kleiner. Anderzijds maakt het het aantal maatregelen dat gerealiseerd moet worden volgens de Wet milieubeheer groter, doordat meer energiebesparende investeringen binnen 5 jaar zullen zijn terugverdiend.

Fiscale stimulering voor efficiëntiemaatregelen/duurzame energie in gebouwen

Type instrument: Financieel

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Dit beleidsinstrument is erop gericht om burgers en bedrijven te verleiden om te investeren in energie-efficiëntie en/of duurzame energie in/aan hun gebouw (fiscale stimulering door de overheid). Gedacht kan worden aan een lagere OZB, toekenning van EIA of een lagere overdrachtsbelasting bij verkoop van de woning.

F.4 Stimulering demand side management (DSM)

Deze groep instrumenten is erop gericht om de piekvraag naar beneden te brengen (*peak shaving*) waardoor lagere netverliezen optreden, vraag en aanbod beter op elkaar kunnen worden afgestemd en (overbodige) investeringen in de energie-infrastructuur kunnen worden voorkomen.

Onderzoeksprogramma's DSM

Type instrument: Communicatie, financieel

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: middellange termijn

Eén van de mogelijkheden om netverliezen te minimaliseren is door de piekvraag te verminderen door energiebesparing (vraagreductie) of verschuiving van deze vraag naar dalmomenten. Daarvoor is een vorm van vraagsturing (demand-side management) nodig, die op dit moment niet of nauwelijks plaatsvindt. De overheid kan onderzoek naar, en de maatschappelijke discussie over, vraagsturing stimuleren en onderzoeksprogramma's opzetten om de effecten van prijsprikkels op de energievraag te onderzoeken.



F.5 Eisen vergunningverlening

Doel van deze groep instrumenten is het voorkomen van warmtelozingen bij nieuwe installaties.

Verplichte marktverkenning WKK of restwarmtelevering bij vergunningstrajecten

Type instrument: Regulering

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: (Middel)lange termijn

Overwogen kan worden om bij de vergunningverlening van nieuwe installaties eisen te stellen aan de efficiëntie daarvan. Dit kan bijvoorbeeld door best-beschikbare technologieën te verplichten of door het eisen van een marktverkenning naar de mogelijkheden om restwarmte lokaal in te zetten. Hierdoor kan WKK interessanter worden.

F.6 EU-doelstellingen post 2020

Doel van deze groep instrumenten is om verbeteringen in de conversie-efficiëntie van installaties actief te stimuleren door te kiezen voor de ‘juiste’ (daarop aangrijpende) doelstellingen. Voor zover alternatieven betrekking hebben op aanpassingen van het Europese instrumentarium (bijv. richtlijnen) kunnen ze enkel op Europees niveau worden doorgevoerd.

Europese doelstellingen op basis van primair gebruik

Type instrument: Regulering

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: Lange termijn

In de huidige EU-richtlijn voor hernieuwbare energie (RED) heeft een verbeterde conversie-efficiëntie van een WKK-installatie geen invloed op de berekening van het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik. Dat komt doordat het aandeel hernieuwbare energie wordt berekend door te kijken naar het *finale* energieverbruik; enkel energiebesparingen achter de meter tellen mee. Het zou goed zijn als de Europese doelstelling na 2020 zouden aangrijpen op het aandeel hernieuwbare energie in het *primaire* energieverbruik. Op die manier gaat er een veel sterkere prikkel tot energie efficiency, en daarmee totale energiebesparing, vanuit. Bovendien past het in de gedachte dat de Europese Commissie ‘resource efficiency’ steeds hoger op de agenda heeft staan.

F.7 Aanpassen Energy Efficiency Directive

Doel van deze instrumentengroep is het verhogen van de conversie-efficiëntie van de verschillende vormen van elektriciteitsproductie. Voor zover alternatieven betrekking hebben op aanpassingen van het Europese instrumentarium (bijv. richtlijnen) kunnen ze enkel op Europees niveau worden doorgevoerd.

Minimumeisen aan efficiëntie elektriciteitsopwekking

Type instrument: Regulering

Sector(en): Elektriciteitsvoorziening

Termijn: (Middel)lange termijn

Dit beleidsinstrument is erop gericht om een aanscherping van de Energy Efficiency Directive (EED) te bewerkstelligen door daarin minimumeisen op te



laten nemen voor de conversie-efficiëntie van elektriciteitsopwektechnieken. Als deze minimumeisen scherp genoeg worden vastgesteld, zal dit ertoe leiden dat naar een nuttige besteding van de warmte, die vrijkomt bij de elektriciteitsopwekking, moet worden gezocht.

F.8 Faciliteren aanleg warmtenetten

Opzet van een warmtebedrijf

Type instrument: Regulering, financieel

Sector(en): Industrie

Warmtenetten zijn in opzet flexibeler dan bilaterale warmteleveringen. Als overheden (netbeheerders) de aanleg van een ringleiding faciliteren, zoals bijvoorbeeld het geval is in Rotterdam (aanleg van het warmtenet en stroomnet), beperkt dit ook in grote mate de risico's die voor bedrijven aan warmte-uitwisseling verbonden kunnen zijn. Dit maakt het voor bedrijven makkelijker om deel te nemen.

F.9 Efficiëntie-eisen

Handhaving/aanscherping Wet milieubeheer

Type instrument: Regulering

Sector(en): Industrie, Gebouwde Omgeving

De Wet milieubeheer verplicht bedrijven en instellingen om energiebesparende maatregelen te treffen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder. Het gaat zowel om besparing op gasgebruik als op elektriciteitsgebruik. De handhaving is een taak van de gemeenten. De landelijke ervaring is dat een groot deel van dit besparingspotentieel blijft liggen. Belemmeringen voor het realiseren ervan worden met name veroorzaakt doordat bedrijven en/of gemeenten zich niet bewust zijn van de mogelijkheden, andere prioriteiten hebben of de relevante expertise niet in huis hebben.

Het opheffen van vrijstellingen die voortvloeien uit toepassing van de Wet milieubeheer, en een strengere naleving van de verplichting om maatregelen met een korte terugverdientijd te implementeren, hebben een positief effect op de energie efficiency bij bedrijven.

Verplichting energieprestatie gebouwen

Type instrument: Regulering

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Dit instrument introduceert voor alle bestaande en nieuwe gebouwen een minimale energie-efficiëntienorm voor gebouwgebonden energiegebruik (EPC voor nieuwbouw en verplicht label B/C voor bestaande bouw). Dit betreft de combinatie van de gebouwschil plus de gebouwgebonden installaties.

Verplichting energieprestatie installaties

Type instrument: Regulering

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Dit beleidsinstrument introduceert een minimale energie-efficiëntienorm voor verwarmings- en koelingsinstallaties. De minimum energie-efficiëntie-eis richt zich tot de leveranciers van de gebouwgebonden installaties en vormt daarmee onderdeel van het gebied dat bestreken wordt door een 'verplichting gebouw'.



Witte certificaten

Type instrument: Regulering

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Energieleveranciers krijgen de verplichting om specifieke maatregelen te laten treffen door hun klanten. De energiebedrijven moeten de klanten verleiden om zuinige producten/installaties aan te schaffen. De energiebesparingsverplichtingen van energieleveranciers zijn onderling verhandelbaar, in de vorm van witte certificaten, zodat besparingen daar plaatsvinden waar dat het goedkoopste kan.

Klimaatneutraal bouwen

Type instrument: Regulering

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Met dit instrument wordt beoogd dat gemeenten kunnen in principe kunnen eisen dat alle nieuwbouw klimaatneutraal moet zijn. Gemeenten hanteren een dergelijke eis per 2015, met een geleidelijk oplopend percentage in de jaren tot 2015. De eis geldt zowel voor woningen als voor utiliteitsbouw.

Het Rijk is voornemens om dit (pas) per 2020 in te voeren, conform de Energy Performance Directive (EPBD). Nederland kan er echter voor kiezen om een koploperpositie in te nemen en daarop vooruit te lopen door als land al in 2015 deze eis te gaan hanteren. De EPC fungeert immers als wettelijke minimumeis.

Duurzame bedrijventerreinen

Type instrument: Regulering

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Gemeenten kunnen inzetten op het ontwikkelen van duurzame bedrijventerreinen, waar bijvoorbeeld energiestromen (warmte- en koudevraag) op elkaar worden afgestemd of waarbij bedrijven gebruik maken van elkaars reststromen.

F.10 Eisen energiedragers

Verplichting CO₂-prestatie energiedragers

Type instrument: Regulering

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Bij toepassing van dit beleidsinstrument wordt een maximale CO₂-emissie (over de keten) per energiedrager, of een minimaal percentage hernieuwbaar per energiedrager, vastgesteld. Elk jaar loopt dit minimumpercentage op en de energieleverancier krijgt een (voldoende substantiële) boete als hieraan niet wordt voldaan.

Persoonlijk klimaatbudget

Type instrument: Regulering, communicatie

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Dit instrument introduceert een CO₂-emissiebudget per persoon dat wordt afgeschreven bij gebruik van gas, warmte, elektriciteit en verhandelbaar is zodat zuinige gebruikers hun rechten kunnen verkopen. Naast Euro's moeten klanten ook hun budget laten afboeken (en registreren) als ze energie gebruiken.



Algemeen klimaatbudget

Type instrument: Regulering, communicatie

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Energieleveranciers moeten over CO₂-rechten beschikken, voor de CO₂-inhoud van hun energiedragers (gas, warmte, elektriciteit), die ze verkopen aan de energiegebruikers in de gebouwde omgeving. Het budget neemt elk jaar af.

F.11 Voorlichting**Campagnes, demonstratieprojecten**

Type instrument: Communicatie

Sector(en): Gebouwde Omgeving

Dit instrument is gericht op voorlichtingscampagnes, demonstratieprojecten, et cetera. Ook m.b.t. slimme meters (pilots).



Bijlage G Relevante richtlijnen en doelstellingen

In 2009 is door de Europese Commissie de Renewable Energy Directive (RED) en in 2011 de Energy Efficiency Directive (EED) van kracht geworden. In de RED is vastgelegd dat in 2020 20% van het totale EU energieverbruik afkomstig moet zijn uit hernieuwbare bronnen. De EED moet eraan bijdragen dat in 2020 20% energiebesparing is gerealiseerd ten opzichte van 1990. Naast doelstellingen voor hernieuwbare energie en energiebesparing heeft de EU, en ook Nederland, zich ten doel gesteld om in 2020 20% minder broeikasgassen (voornamelijk CO₂) uit te stoten in vergelijking met het jaar 1990²⁰. Mocht er overeenstemming komen over een wereldwijd klimaatverdrag dan zal de EU deze doelstelling verhogen naar 30% reductie in 2020. Het belangrijkste instrument voor het realiseren van deze reductiedoelstelling is het EU ETS systeem. Voor de niet-EU ETS sectoren dient Nederland de uitstoot van broeikasgassen tussen 2005 en 2020 met 16% te verminderen.

Wat moet de Nederlandse overheid ten minste aanvullend op de autonome ontwikkelingen doen om de doelen geformuleerd in de EED tot stand brengen? Wat kan de bijdrage van meer energiebesparing zijn aan het realiseren van de nationale 16% hernieuwbare energiedoelstelling in 2020?

In deze bijlage wordt beschreven in hoeverre energiebesparing (verbetering energie efficiency en/of vraagreductie) een rol kunnen spelen bij het vergroten van het aandeel hernieuwbare energie zoals berekend in de EU-richtlijn hernieuwbare energie (RED). Ook komen consequenties van het EU-beleid, gericht op het realiseren van 20% CO₂-reductie in 2020, aan bod.

G.1 Hoe wordt het aandeel hernieuwbare energie berekend?

De RED geeft een doelstelling voor het aandeel hernieuwbare energie voor Nederland van 16% in 2020 (en 10% in transport alleen) en beschrijft in detail op welke manier dit aandeel moet worden berekend. Globaal komt dit erop neer dat het bruto-eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen moet worden gedeeld door het totale bruto-eindverbruik van energie. Er wordt hierbij niet teruggerekend naar de hoeveelheid fossiele primaire energie²¹. Artikel 5 van de RED beschrijft dat het bruto-eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen (*de teller van de breuk*) wordt berekend door de som te nemen van:

- a Het bruto-eindverbruik van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen. Dit wordt berekend als de hoeveelheid elektriciteit geproduceerd uit hernieuwbare bronnen, met uitzondering van elektriciteitsproductie d.m.v. pompaccumulatie van water dat eerder omhoog is gepompt. In installaties die zowel hernieuwbare als conventionele bronnen als brandstof gebruiken, wordt alleen rekening gehouden met de hoeveelheid elektriciteit die uit hernieuwbare bronnen is geproduceerd.

²⁰ De doelstelling voor 2050 is zelfs 80 - 95% broeikasgasreductie. Nederland pleit in dat verband voor een Europese doelstelling van 40% in 2030, onder voorbehoud van voldoende 'adequate mondiale actie' en borging van concurrentiebelangen van het bedrijfsleven (I&M, 2012).

²¹ Deze berekeningsmethode wijkt af van de zogenoemde 'substitutiemethode' die wordt/werd gebruikt om de voortgang t.a.v. de Nederlandse doelstelling te berekenen in het kader van het Schoon en Zuinig programma. In de substitutiemethode wordt de bijdrage van een hernieuwbare bron teruggerekend naar de theoretische energie-inhoud van de vervangen conventionele bron (= het vermeden verbruik van fossiele primaire energie).



De bijdrage van elke energiebron wordt berekend o.b.v. energie-inhoud. Elektriciteitsproductie uit windenergie en waterkracht wordt genormaliseerd om te corrigeren voor jaren met veel of weinig wind of neerslag (Bijlage II bij de RED).

- b Het bruto-eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen voor verwarming en koeling
Dit wordt berekend als de hoeveelheid stadsverwarming en - koeling die in een lidstaat wordt geproduceerd uit hernieuwbare bronnen, plus het verbruik van andere energie (= elders afgezette warmte/koude) uit hernieuwbare bronnen in de verschillende eindverbruikerssectoren voor verwarmings-, koelings- en verwerkingsdoeleinden. In installaties die zowel hernieuwbare als conventionele bronnen als brandstof gebruiken, wordt alleen rekening gehouden met de hoeveelheid verwarming of koeling die uit hernieuwbare bronnen is geproduceerd. De bijdrage van elke energie-bron wordt berekend o.b.v. energie-inhoud. Voor hernieuwbare energie uit warmtepompen is in bijlage VII bij de RED vastgelegd hoe deze wordt meegenomen. Thermische energie uit passieve energiesystemen, die bijdraagt aan een lager energieverbruik, wordt niet meegerekend.
- c Het eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen in het vervoer
Het gaat hier om zowel biobrandstoffen als ook elektriciteit en waterstof uit hernieuwbare bronnen die geleverd zijn op de nationale markt, ongeacht de transportmodaliteit²². In Artikel 3(4) van de RED is beschreven hoe het aandeel hernieuwbare energie in transport moet worden vastgesteld. Hernieuwbare elektriciteit, die wordt ingezet voor elektrisch vervoer, telt 2,5 keer mee voor de transportdoelstelling. De veronderstelde energie-inhoud van transportbrandstoffen is vastgelegd in Bijlage III bij de RED.

Bij het bepalen van het totale bruto-eindverbruik (*de noemer van de breuk*) wordt meegenomen alle energie die geleverd wordt aan de eindverbruikssectoren: industrie (exclusief raffinaderijen), diensten, huishoudens, transport en landbouw²³. Uit de Engelse versie van de RED wordt duidelijk dat het moet gaan om '*energy commodities delivered for energy purposes*'. Hieruit kunnen we afleiden dat alleen energetisch verbruik relevant is; niet-energetische verbruik (feedstocks) wordt buiten beschouwing gelaten. Wel worden de transportverliezen van elektriciteit en warmte meegeteld, evenals het eigen verbruik van elektriciteit en warmte die nodig is voor het elektriciteitsproductieproces (vandaar dat gesproken wordt over *bruto-eindverbruik*). Transportverliezen kunnen worden teruggedrongen met technische oplossingen (hogere voltages van transportleidingen, etc.), maar bijvoorbeeld ook doordat netbeheerders actiever werk maken van diefstal van elektriciteit (oprollen wietplantages, etc.)²⁴.

Omzettingsverliezen bij elektriciteitsproductie worden niet meegenomen bij het vaststellen van het totale bruto-eindverbruik; het gaat om het finale energetische energieverbruik. De tekst uit de RED levert in dit verband verwarring op, omdat er wordt gesproken over 'energiegrondstoffen' (Nederlandse versie) of '*energy commodities delivered for energy purposes*' (officiële, Engelse, versie) geleverd aan de industrie etc. Daar zou je

²² Daarbij tellen leveringen aan vliegtuigen tellen wel mee, maar leveringen aan internationale scheepvaart niet.

²³ Hierbij vindt een correctie plaats voor landen met een groot aandeel energieverbruik voor vliegverkeer.

²⁴ Dit wordt bereikt doordat netbeheerders enkel de over alle netbeheerders uitgemiddelde kosten voor netverliezen terugkrijgen via de gereguleerde tarieven.



bijvoorbeeld (bio)gas, geleverd aan een WKK t.b.v. opwek van elektriciteit en warmte, onder kunnen verstaan. Dit lijkt echter niet bedoeld. Er wordt nadrukkelijk gesproken over bruto *eind*verbruik van eindverbruikssectoren. Bovendien wordt het brandstoffenverbruik van andere elektriciteits-opwekopties eveneens buiten beschouwing gelaten, enkel het eigen verbruik van elektriciteit en warmte die nodig is voor het elektriciteitsproductieproces en transport van energie, worden meegeteld.

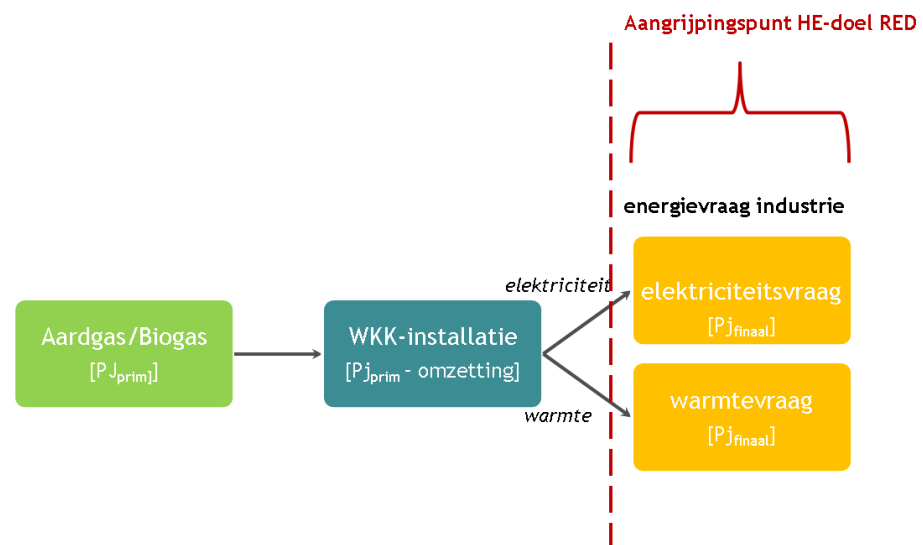
G.2 Wanneer neemt het aandeel hernieuwbare energie toe?

Het aandeel hernieuwbare energie neemt toe als:

1. De totale hoeveelheid hernieuwbaar opgewekte energie in het totale bruto-eindverbruik toeneemt (teller).
2. Het totale bruto-eindverbruik (noemer) afneemt, bij een tenminste gelijkblijvende hoeveelheid hernieuwbaar opgewekte energie.

Hieronder wordt besproken in hoeverre verbeteringen in energie efficiency (conversierendementen installaties) of energiebesparing (vraagreductie) van invloed kunnen zijn op de ontwikkeling van het aandeel hernieuwbare energie. In onderstaande figuur is, met WKK als voorbeeld, geïllustreerd dat de finale vraag het aangrijpingspunt vormt de berekening van de voortgang ten aanzien van het doel voor hernieuwbare energie uit de RED.

Figuur 31 Aangrijpingspunt HE-doel RED



In het Protocol Monitoring Duurzame Energie (update 2010, Agentschap NL) is beschreven op welke wijze elke hernieuwbare energietechniek meetelt voor de doelstelling, bij toepassing van de bruto-eindverbruik-methode. Bij de bruto-eindverbruik-methode wordt, afhankelijk van de energie-opwektechniek, gebruik gemaakt van de inputmethode of outputmethode. Bij een biomassavergistingsinstallatie, gekoppeld met een WKK, is de eindverbruiker degene die na de WKK zit (zie Figuur 31). Hier is het bruto-eindverbruik de warmte en elektriciteit door de WKK geleverd om te kunnen voorzien in deze finale energievraag (outputmethode). Bij bijstook van biomassa in een kolencentrale telt, bij een omzettingsrendement van bijv.

40%, een inzet van 20 PJ aan houtpellets als 8 PJ hernieuwbare energie. Het finale eindverbruik vindt immers plaats bij de gebruiker van de elektriciteit. Wordt daarentegen rechtstreeks in een warmtevraag voorzien m.b.v. een houtkachel, dan vindt het finale eindverbruik plaats bij het verstoken van het hout in deze kachel. In dat geval wordt de energie-inhoud van het hout meegenomen (input) voor het vaststellen van het aandeel hernieuwbare energie.

Een verbeterde omzettingsefficiëntie van een WKK heeft (dus) geen invloed op de finale energievraag. Enkel een verandering in deze finale energievraag (bijv. energiebesparing achter de meter; verbetering industriële productie-processen) zal voor de noemer van de breuk verschil uitmaken. Verbeteringen in de WKK-installatie, die ertoe leiden dat minder elektriciteit en/of warmte nodig is voor de opwek van elektriciteit en warmte, werken WEL door doordat deze leiden tot een daling van het bruto-eindverbruik als gedefinieerd in de RED. Het zou goed zijn als de RED (ook) zou aangrijpen op het aandeel hernieuwbare energie in het primaire energieverbruik. Op die manier gaat van de RED een veel sterkere prikkel tot energie efficiency, en daarmee totale energiebesparing, uit. Bovendien past het in de gedachte dat de Europese Commissie 'resource efficiency' steeds hoger op de agenda heeft staan.

Een verandering van de WKK-brandstofmix ten gunste van hernieuwbare bronnen (bijv. een switch van aardgas naar biogas), en/of een verbeterd conversierendement van reeds op biogas gestookte WKK-installaties, leidt wel tot een toename van de totale hoeveelheid hernieuwbaar opgewekte energie (de teller van de breuk) en daarmee tot een toename in het aandeel hernieuwbare energie bij een gelijkblijvend bruto-eindverbruik.

Analoog hieraan zal bij de transportsector een vermindering van de energievraag doorwerken in het aandeel hernieuwbare energie, energiebesparing in de fossiele brandstofketen zelf heeft echter geen effect.

G.3 Energy Efficiency Directive (EED): wat is nodig?

In dit onderdeel wordt ingegaan op wat de Nederlandse overheid ten minste aanvullend op de autonome ontwikkelingen moet doen om de doelen geformuleerd in de EED tot stand te brengen.

Uit de EED vloeien onder meer de volgende verplichtingen voort:

1. Er moet een indicatief streefcijfer worden vastgesteld voor energiebesparing (Artikel 3 EED; door lidstaten zelf vast te stellen).
2. Er moet een lange-termijn-strategie voor energiebesparende investeringen in de nationale woningvoorraad worden opgesteld (Artikel 4 EED; eerste versie moet uiterlijk 30 april 2014 zijn gepubliceerd).
3. Jaarlijks moet 3% van het totale vloeroppervlak van verwarmd en/of gekoelde Rijksoverheidsgebouwen gerenoveerd worden zodat deze aan de minimum energieprestatie-eisen voldoen (Artikel 5 EED; vanaf 1 januari 2014).
4. Jaarlijkse, additionele, energiebesparingen van tenminste 1,5% op het door energieleveranciers aan eindverbruikers verkochte energievolume, vergeleken met het gemiddelde verkochte energievolume over de jaren 2010-2012. Energie- en netverliezen blijven buiten de berekening (Artikel 7 EED; vanaf 1 januari 2014).
5. Verplichte energie-audits voor grote ondernemingen (Artikel 8 EED; nationale wetgeving moet per 5 December 2015 van kracht zijn).



6. In de EED wordt het belang van hoogrenderende warmtekrachtkoppeling, als belangrijke optie om energiebesparingen te realiseren, benadrukt. Zo moeten lidstaten, in situaties waarin de baten van toepassing van hoogrenderende warmtekrachtkoppeling en/of efficiënte stadsverwarming en -koeling groter zijn dan de kosten, geschikte maatregelen nemen zodat deze voordelen te gelde kunnen worden gemaakt (bijv. ontwikkelen noodzakelijke energie-infrastructuur en voorrang bij toegang tot het net).
7. Onderzoek naar hoog rendement WKK potentieel en uitvoeren van een kosten/baten analyse o.b.v. maatschappelijke kosten (art 14.1).
8. Beleid ontwikkelen om hoogrendement WKK met een positief resultaat uit de KBA te realiseren (art. 14.2).

Lidstaten hebben tot juni 2014 tijd tot om de richtlijn in nationale wetgeving om te zetten. Op 30 juni 2014 zal de Europese Commissie deze omzetting en implementatie beoordelen en 'indien nodig' komen met voorstellen voor verdere maatregelen.

De Nederlandse overheid actualiseert en inventariseert momenteel het energiebesparingspotentieel. Op basis daarvan zal het indicatieve nationale doel voor energiebesparing worden vastgesteld. De EED laat aan lidstaten de ruimte om deze doelstelling aan te laten grijpen op (1) primair of finaal energieverbruik, (2) primaire of finale energiebesparingen, of (3) energie-intensiteit. Het zou goed zijn als het nog vast te stellen streefcijfer aangrijpt op het primaire energieverbruik/-besparingen of energie-intensiteit. Op die manier gaat van dit streefcijfer een sterkere prikkel tot energie efficiency uit dan wanneer deze aangrijpt op finaal energieverbruik/-besparing: bij een doelstelling gericht op het primair verbruik telt bijvoorbeeld ook het realiseren van verbeteringen in de omzettingsefficiënties, zoals d.m.v. WKK-installaties mee.²⁵

De EED schrijft voor dat lidstaten een 'verplichtingsregeling voor energie-efficiëntie' introduceren (Artikel 7 EED) óf alternatieve maatregelen treffen die voldoen aan de eisen gesteld in Artikel 7(10) en 7(11) van de EED.

Om iets te kunnen zeggen over de (extra) inspanning die nodig is om een jaarlijkse energiebesparing van 1,5% per jaar (door energieleveranciers) te realiseren, is gekeken naar de gerealiseerde jaarlijkse energiebesparingen over de afgelopen jaren. Het energiebesparingstempo in Nederland bedroeg in de periode 2000-2008 gemiddeld 1,0% per jaar (Compendium voor de Leefomgeving). Per sector lopen de gerealiseerde energiebesparingen over deze periode behoorlijk uiteen. Voor huishoudens bedroeg de gemiddelde energiebesparing over de periode 2000-2008 bijvoorbeeld 1,6% per jaar; in de industrie was deze 1,1%. In de land- en tuinbouw schommelt het besparings-tempo vanaf 2000 rond de 3%. Het is niet op voorhand te zeggen of jaarlijkse, additionele, energiebesparingen van tenminste 1,5% op het door energieleveranciers aan eindverbruikers verkochte energievolume makkelijk haalbaar zullen zijn. Gezien de referentie (vergeleken met het gemiddelde verkochte energievolume over de jaren 2010-2012), kan dit zonder aanvullende maatregelen nog lastig worden. Immers, er mag worden verwacht dat energiebesparingen als gevolg van de teruggang in de economie al voor een substantieel deel in de referentie tot uitdrukking komen.

²⁵ Bij lidstaten die hun doelstelling uitdrukken in finaal gebruik wordt speciaal gelet op de ontwikkeling in de conversie-efficiëntie, zie art. 3.3 van de EED.



G.4 CO₂-reductie: relevante (EU) doelen

In dit onderdeel wordt ingegaan op wat het EU-beleid op het gebied van CO₂-reductie betekent voor Nederland. Ook heeft Nederland zich in de periode 2008-2012 verbonden aan het Kyoto Protocol. Op grond van in dat kader gemaakte afspraken moest de EU haar uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 met 8% hebben verlaagd (t.o.v. 1990). De nationale doelstelling voor Nederland bedroeg 6%. Dit staat gelijk aan een uitstoot van 200 Mton CO₂-equivalenten per jaar (www.pbl.nl). In de 'Referentieraming energie en emissies: actualisatie 2012 (PBL/ECN, augustus 2012)' is becijferd dat dit doel waarschijnlijk is gehaald. Helemaal zeker is dit nog niet omdat de Nederlandse emissieautoriteit pas in mei 2013 met de definitieve realisatiecijfers van emissies over 2012 komt. Vooralsnog komt de door PBL/ECN geraamde uitstoot van broeikasgassen in de Kyoto-periode 2008-2012 hoger uit dan de beschikbaar gestelde emissieruimte. Echter, doordat Nederland is uitgegaan van de noodzaak tot aankoop van buitenlandse emissierechten, zal Nederland naar verwachting over voldoende emissierechten beschikken.

Voor sectoren die niet onder het EU ETS vallen, geldt een afzonderlijk Europees doel voor broeikasgasemissies. Volgens deze doelstelling dient Nederland de niet-ETS-uitstoot tussen 2005 en 2020 met 16% te verminderen. De betrokken ministeries hebben in dit kader onderling afspraken gemaakt over de te behalen emissiereducties in de verschillende sectoren.

EU ETS

Het voornaamste EU instrument voor het realiseren van de CO₂-reductiedoelstelling is het EU ETS-systeem²⁶. De juridische basis voor het systeem is te vinden in EU-richtlijn 2003/87/EC²⁷. Het EU ETS-systeem introduceert een jaarlijks dalend EU plafond voor broeikasgasemissies (voornamelijk CO₂) van energiebedrijven, oliaffinaderijen, hoogovens, en de sectoren staal, ijzer, cement, glas, keramiek, papier, en pulp. Tot aan dit plafond ontvangen of kopen bedrijven emissierechten die ze vrij kunnen verhandelen ('cap-and-trade'). Doel van het systeem is om broeikasgasemissiereducties te laten plaatsvinden daar waar dat het goedkoopste kan.

De handel in emissierechten vindt plaats in verschillende handelsperiodes. De eerste vond plaats van 2005-2008 en de tweede van 2008-2012. De eerste periode was vooral een kennismaking voor marktpartijen met het systeem. In de tweede periode werd er een aantal wijzigingen doorgevoerd. Zo kwam de luchtvaartsector onder het systeem te vallen²⁸. Ook de niet-EU-landen Kroatië, IJsland, Liechtenstein en Noorwegen gingen meedoen. In de eerste twee handelsperiodes bepaalden nationale overheden hun lidstaat-specifieke emissieplafond. Ook de toewijzing van emissierechten aan verschillende partijen vond op nationaal niveau plaats.

²⁶ 1 emissierecht staat de houder ervan toe om 1 ton CO₂, of een daaraan gelijk te stellen hoeveelheid andere broeikasgassen, uit te stoten.

²⁷ Deze richtlijn is inmiddels op een aantal punten gewijzigd, zie: EU Richtlijn 2004/101/EC, EU Richtlijn 2008/101/EC en EU Richtlijn 2009/29/EC.

²⁸ Op dit moment vallen enkel vluchten binnen Europa onder het EU ETS; voor vluchten van en naar Europa is verplichte deelname aan het EU ETS uitgesteld tot eind 2013.



De beschikbaar gestelde emissie-ruimte voor Nederlandse ETS-bedrijven bedroeg in de tweede handelsperiode 437 megaton CO₂-equivalenten (PBL/ECN 2012)²⁹. De totale CO₂-uitstoot van de 364 deelnemende bedrijven bedroeg in 2012 76,3 megaton; een daling met 4,6% ten opzichte van 2011 (www.emissieautoriteit.nl). In de derde handelsperiode, die in 2013 van start is gegaan en loopt tot 2020, geldt een *EU-breed* emissieplafond en vindt toewijzing van emissierechten eveneens op EU niveau plaats. De elektriciteits-sector krijgt in de meeste EU-lidstaten geen gratis emissierechten meer³⁰. Voor andere sectoren geldt dat alleen bedrijven die onder druk van internationale concurrentie gedwongen worden hun productie te verplaatsen naar landen buiten de EU ('carbon leakage') gratis rechten krijgen. De Europese Commissie heeft bepaald dat het emissieplafond gedurende de derde handelsperiode jaarlijks daalt met 1,74%.

Door de economische crisis is de vraag naar emissierechten sinds 2011 met maar liefst 70% afgenomen. Dit heeft een neerwaarts effect op prijs van emissierechten, en daarmee op de prikkel die er van uitgaat om te investeren in CO₂-besparende technieken. Een voorstel van Eurocommissaris Hedegaard, om tot 2015 900 miljoen ton CO₂-rechten minder te veilen en deze pas later op de markt te brengen, kwam niet voorbij het Europees Parlement. Daardoor is de prijs van CO₂ gedaald naar een historisch dieptepunt van minder dan € 3/ton CO₂, terwijl het EU ETS-systeem is ontworpen op een CO₂-prijs van (minimaal) € 30/ton CO₂. De lage CO₂-prijs zorgt ervoor dat bedrijven niet worden gestimuleerd om te investeren in hernieuwbare energie

Niet-EU ETS

Voor de overige uitstoot van broeikasgassen onderscheidt Nederland vijf sectoren (niet-ETS sectoren) met elk hun eigen ambitie waar individuele ministeries verantwoordelijk voor zijn. Voor deze sectoren bedroeg de onder het Kyoto Protocol beschikbaar gestelde emissieruimte 564 megaton CO₂-equivalenten (periode 2008-2012). In de meest recente referentieraming is beschreven dat de uitstoot van niet-ETS-sectoren waarschijnlijk uitkomt rond de 600 megaton CO₂-equivalenten (PBL/ECN 2012)³¹. De verwachting is dat de uiteindelijk overschrijding (grotendeels) gedekt kan worden door de aankoop van buitenlandse emissierechten. Definitieve realisatiecijfers over 2012 worden in mei 2013 verwacht (www.emissieautoriteit.nl).

Nederland dient in het kader van de Europese *Effort Sharing Decision* (ESD) tussen 2005 en 2020 de uitstoot van bronnen die niet onder het ETS vallen met 16% te reduceren.

²⁹ In de meest recente referentieraming (ECN/PBL 2012) is beschreven dat de ETS-bedrijven in de periode 2008-2012 met het vastgestelde beleid tezamen 412 (397 tot 427) megaton CO₂-equivalenten zouden uitgestoten. Dit betekent dat de bedrijven in totaal waarschijnlijk 25 (10 tot 40) miljoen emissierechten hebben overhouden (hoewel individuele bedrijven mogelijk emissierechten tekort komen). Bedrijven mochten een eventueel overschot verkopen of opsparen voor de derde handelsperiode die in 2013 van start is gegaan.

³⁰ Alleen energiebedrijven in Bulgarije, Cyprus, Estland, Hongarije, Letland, Litouwen, Malta, Polen, Roemenië en Tsjechië komen in aanmerking voor gratis toewijzing van emissierechten.

³¹ En waarschijnlijk zelfs iets hoger vanwege de koude winter van 2012. Voor het Kyoto-protocol geldt namelijk de feitelijke uitstoot, zonder dat er wordt gecorrigeerd voor koude (of warme) winters.



Dit betekent dat in 2020 de uitstoot van niet-ETS sectoren nog maar 106 Mton CO₂-equivalenten mag bedragen³². Wanneer rekening gehouden wordt met effecten van het huidige in Nederland vastgestelde beleid, zal de uitstoot van broeikasgassen van de niet-ETS-sectoren in 2020 waarschijnlijk uitkomen op 100 Mton CO₂-equivalenten. Als daarnaast ook rekening wordt gehouden met voorgenoemen beleid, waaronder de invoering van een ambitieuzere Europese CO₂-norm voor personen- en bestelauto's, het invoeren van een CO₂-vereveningssysteem voor de glastuinbouw, en het (negatieve) effect van verhoging van de maximumsnelheid op sommige snelwegen naar 130 kilometer per uur, daalt de uitstoot per saldo met 1 megaton CO₂ extra in 2020 (PBL/ECN 2012).

G.5 Overzichtstabel energie- en klimaatdoelen tot 2020

Thema	EU-doelstelling(en)	Nederlandse doelstelling(en)
Hernieuwbare energie	20% in 2020 (10% in transport)	16% in 2020 (10% in transport)
Energiebesparing	-20% in 2020 (t.o.v. 1990)	
Broeikasgassen (o.a. CO ₂)	-20% in 2020 (t.o.v. 1990)	-20% in 2020 (t.o.v. 1990)
<i>Kyoto (2008-2012)</i>	-8% in 2012 (t.o.v. 1990)	-6% in 2012 (t.o.v. 1990)
<i>EU ETS</i>	-21% in 2020 (t.o.v. 2005) ³³	
<i>Non-EU ETS</i>		-16% (t.o.v. 2005)

G.6 Bronnen

- EU Richtlijn hernieuwbare energie (RED) 2009/28/EC.
- EU Richtlijn energiebesparing (EED) 2012/27/EU.
- EU Richtlijn EU ETS 2003/87/EC (en amenderingen daarvan: EU Richtlijn 2004/101/EC, EU Richtlijn 2008/101/EC en EU Richtlijn 2009/29/EC).
- Commission Decision of 26 March 2013, C(2013) 1708 final (national annual emission caps non-ETS).
- Hernieuwbare energie in Nederland 2011, CBS 2012.
- Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2010 (Agentschap NL, 2010).
- Referentieraming energie en emissies: actualisatie 2012, PBL/ECN, 2012.
- Klimaatbrief 2050 - Uitdagingen voor Nederland bij het streven naar een concurrerend, klimaatneutraal Europa (I&M, 2012).
- Website Compendium voor de Leefomgeving:
<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0435-Energiebesparing-in-Nederland.html?i=9-53>.
- Website Planbureau voor de Leefomgeving (PBL): www.pbl.nl.
- Website Europese Commissie:
http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/factsheet_ets_2013_en.pdf
http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm
- Website Point Carbon: www.pointcarbon.com/.
- Website Nederlandse Emissieautoriteit: <https://www.emissieautoriteit.nl/>.

³² In maart 2013 heeft de Europese Commissie de nationale totale emissieplafonds voor niet-ETS-sectoren vastgesteld voor de periode 2013 tot en met 2020 (Commission Decision of 26 March 2013, C(2013) 1708 final). In Nederland zijn voor 2020 verschillende sectorplafonds (Mton CO₂-equivalenten) bepaald: CO₂-industrie en energie 10,7; CO₂ verkeer en vervoer 35,5; CO₂ gebouwde omgeving 22,5; land- en tuinbouw 21,75 (waarvan ongeveer 25% CO₂); niet-CO₂ overige sectoren 8,8 (PBL/ECN 2012).

³³ Zie: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm.



Bijlage H

Energiebesparing gaat niet vanzelf

Waarom worden er weinig besparingsmaatregelen getroffen, ondanks dat er vaak wel geld aan te verdienen is. Met name het model van Green en Kneuter (1999) heeft hierbij een grote rol gespeeld. Dit model, en de andere gebruikte modellen staan beknopt beschreven in onderstaand tekstkader.

Uit de analyses bleek in grote lijnen dat energiebesparing vaak geen rol speelt bij investeringen en/of de aanschaf van apparaten. Gewoontegedrag en imitatie zijn veel meer voorkomend dan zorgvuldig afgewogen keuzes waarbij ook rekening is gehouden met energiegebruik. Maar zelfs bij afgewogen keuzes blijkt dat energiebesparing niet een eenvoudige kosten/baten-afweging is. Naast de directe kosten en baten spelen blijkbaar andere factoren een rol bij het al dan niet veranderen van het gedrag dat leidt tot de besparingsmaatregelen.

H.1 Begrensde rationaliteit

De meeste bestaande gedragsmodellen gaan uit van een intentie die ten grondslag ligt aan het uiteindelijke gedrag. Het overgrote deel van het menselijk gedrag bestaat echter uit automatische handelingen die plaatsvinden door imitatie en routine. Mensen leven in een complexe wereld waarin zij continu beslissingen moeten nemen. De mentale capaciteit om die beslissingen te nemen is beperkt. Het is daarom onmogelijk om bij alles wat je doet de consequenties ervan volledig te beredeneren om zo de beste keuzes te maken. Dat kost te veel tijd en vraagt te veel van het brein.

Om de complexiteit beheersbaar te houden maken mensen gebruik van simplificaties. Deze simplificaties zijn bijvoorbeeld het toepassen van routines, vuistregels en imitatie. Het resulterende gedrag wordt bestempeld als gedrag met begrensde rationaliteit. Het omgaan met energie (investeringen, gebruiksgedrag, etc.) maakt veelal deel uit van gedrag met een begrensde rationaliteit. Dit leidt tot beslissingen die niet optimaal, maar voldoende zijn. De oorzaak is dat sommige kosten- en baten niet worden beschouwd bij een investeringsbeslissing. Dit geldt bijvoorbeeld voor de uitgespaarde energiekosten en daardoor vormen zij vaak geen argument voor het treffen van energiebesparende maatregelen. Een tweede fenomeen dat de rationaliteit vertroebelt is de *perceptie* van kosten en baten. Mensen gebruiken informatie in hun redeneringen, d.w.z. de subjectieve perceptie van data. De perceptie van kosten en baten kan anders uitvallen dan de werkelijke objectieve kosten en baten. Hierdoor liggen menselijke beslissingen vaak niet in lijn met objectieve rentabiliteitsberekeningen.

H.2 Weerstand

Een netto financieel voordeel van directe kosten en directe baten is niet voldoende om de eigenaar over de streep te trekken om de maatregel te treffen. Naast begrensde rationaliteit zullen bij veel maatregelen allerlei praktische zaken het energiebesparingsgedrag belemmeren, zoals verbouwingsoverlast, subsidieaanvragen doen, aannemers selecteren, etc. Al deze niet financiële belemmeringen worden door CE Delft samengevat onder de term 'weerstand'. Voor beleidsmakers is het interessant om gevoel te krijgen hoe zwaar de niet-financiële aspecten een rol spelen bij verandering van gedrag ten opzichte van de financiële kosten en baten.



Eén van de manieren om ook de invloed van niet-financiële belemmeringen op het gedrag en uiteindelijk het nemen van energiebesparingsmaatregelen uit te drukken in een kosten baten afweging is door middel van de integrale kostenbenadering.

Bij de integrale kostenbenadering worden alle kosten rond het treffen van de besparingsmaatregelen in de beschouwing meegenomen. De totale kosten van energiebesparende maatregelen binnen een specifieke context bestaan een deel technische kosten en een deel weerstandskosten. De baten bestaan uit een deel directe baten en een deel immateriële baten. De directe baten bestaan uit de door de maatregel uitgespaarde energiekosten. Immateriële baten beslaan zaken als verhoogd comfort bij isolatie, of een goed gevoel iets te kunnen bijdragen aan het energievraagstuk. Technische kosten zijn de kosten voor goederen en diensten die voor het nemen van een maatregel moeten worden gemaakt. De weerstandskosten zijn de extra kosten die moeten worden gemaakt om de gebruikers er toe aan te zetten de beoogde besparingsmaatregel daadwerkelijk te treffen. Energiegebruikers ervaren diverse belemmerende factoren, die overwonnen moeten worden om te komen tot energiebesparingen. Deze kosten blijken in de praktijk minstens zo hoog te zijn als het verschil van de opbrengst uit energiebesparing en de technische en uitvoeringskosten van de maatregelen (zie bijv. Verbruggen, 2000; Hofkes, 2002 en 2004). In formulevorm bedragen de weerstandskosten:

$$W = f \cdot E + IM - K$$

Hierbij staat W voor de weerstandskosten uitgedrukt in € per uit te sparen kg CO₂. De factor f is op basis van expertise vastgesteld. E is de energieprijis in € per GJ. De factor IM representeert de immateriële baten van de maatregel en K zijn de technische kosten. De factoren f, IM en K zijn per maatregel en energiegebruiker verschillend. Ter illustratie is voor de bestaande woningen in de sociale verhuur een integrale kostencurve opgesteld. Door CE Delft is in 2006 gezocht naar studies die meer onderbouwing geven voor de weerstandskosten. In de internationale studies die zijn gevonden zijn geen kwantitatieve waarden gevonden zodat slechts volstaan kon worden met expertbeoordeling van CE Delft. Daarbij is gekeken naar de subsidiebedragen die via de MAP en EPR zijn betaald om burgers over de streep te halen. Daarnaast is rekening gehouden met de penetratie van bepaald energiebesparingsgedrag. Figuur 32 laat zien dat bij veel type maatregelen de totale kosten hoog zijn ten opzichte van de baten, door de hoge weerstandskosten. Daarom worden er weinig energiebesparingsmaatregelen getroffen.



Figuur 32 Grove schatting van weerstandskosten in relatie tot werkelijke kosten

