

Herziening EED - gevolgen voor Nederland

Michiel Hekkenberg
Casper Tigchelaar
Bert Daniëls
Cees Volkers

April 2017
ECN-E--17-003



'Although the information contained in this report is derived from reliable sources and reasonable care has been taken in the compiling of this report, ECN cannot be held responsible by the user for any errors, inaccuracies and/or omissions contained therein, regardless of the cause, nor can ECN be held responsible for any damages that may result therefrom. Any use that is made of the information contained in this report and decisions made by the user on the basis of this information are for the account and risk of the user. In no event shall ECN, its managers, directors and/or employees have any liability for indirect, non-material or consequential damages, including loss of profit or revenue and loss of contracts or orders.'

Verantwoording

Dit rapport is geschreven in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. Naast op de voorzijde genoemde hoofdauteurs hebben de volgende collega's van ECN Beleidsstudies bijdragen geleverd: Ton van Dril, Joost Gerdes, Marijke Menkveld, Koen Smekens en Paul Vethman. Het rapport maakt gebruik van gegevens die zijn verzameld in samenwerking met het Planbureau voor de Leefomgeving, mede ten behoeve van de studie naar de gevolgen van het voorstel voor Effort Sharing Regulation (Daniëls, Hekkenberg en Koelemeijer (2016)).

Het project staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 54179. Het rapport heeft rapportnummer ECN-E--17-003.

Contactpersoon voor dit project is Michiel Hekkenberg

Het rapport is gereviewd door Paul Koutstaal. De opmaak is verzorgd door Kim Stutvoet-Mulder en Manuela Loos.

De auteurs willen de volgende personen danken voor hun feedback: Reinoud Segers (CBS), Sophie van Eck (EZ), Jan Hendriks (EZ), en de (overige) leden van de interdepartementale begeleidingscommissie.

Abstract

This report assesses the energy efficiency targets for the Netherlands resulting from the recent European proposal to recast the Energy Efficiency Directive (EED). It focuses on the targets for energy savings (Article 7) and energy consumption (Article 3) towards 2030. It assesses the direct costs related to meeting the targets from a societal perspective, taking into account possible different levels of policy intensity. A higher policy intensity can reduce the overall costs to society by unlocking more cost-effective potential, but is more difficult to pass politically and will generally have more negative consequences for stakeholders.

The report concludes that the Netherlands can only achieve the Article 7 target by significantly increasing the policy intensity. The costs depend to a large extent on successfully unlocking cost-effective savings potential in industry. If successful, the target can be achieved against net gains. If unsuccessful, the target may lead to significant costs. The target for Article 3 cannot be meaningfully translated to a national contribution. Assessment of the possibilities in the Netherlands to reduce final energy consumption shows that a hypothetical national reduction target of 30% - the average required from Member States - cannot be achieved in practice.

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
1 Inleiding en leeswijzer	15
1.1 Aanleiding en achtergronden studie	15
1.2 Leeswijzer	16
2 Welke opgave stelt de herziening van de EED voor Nederland?	18
2.1 Waarover gaat de herziening van EED?	18
2.2 Doelstelling Artikel 7	22
2.3 Doelstelling Artikel 3	26
3 Ontsluiting van besparingsmaatregelen: potentiëlen, beleid en kostenbegrip	30
3.1 Methode	30
3.2 Potentiëlen	34
3.3 Beleid	37
4 Welke consequenties heeft de EED opgave voor Nederland?	46
4.1 Welke consequenties heeft Artikel 7 voor Nederland?	47
4.2 Welke consequenties heeft Artikel 3 voor Nederland?	58
5 Hoe verhoudt een energiebesparingsdoel zich met CO₂-reductie?	61
5.1 Welke maatregelen dragen bij aan welke doelen?	61
5.2 Sturen op CO ₂ : Welke energiebesparingsopties hebben de grootste bijdrage aan CO ₂ -reductie?	62
5.3 Hoe verhoudt zicht het energiebesparingsdoel voor 2030 in de EED met de lange termijn emissiereductieopgave?	64
5.4 Energiebesparing versus overige emissiereductie-opties in de industrie	66

Bijlage A.	Kosten-methodiek	70
Bijlage B.	Berekenings-methodiek pakketten en status resultaten	75
Bijlage C.	Samenstelling en kentallen maatregelenpakketten t.b.v. Artikel 7	78
Bijlage D.	Toelichting analyse Artikel 7 in primaire termen in plaats van finale termen	83
Bijlage E.	Vergelijking doelstellingen EED en ESR	87
Bijlage F.	Van finaal verbruik volgens CBS naar het finaal verbruik volgens Eurostat	90
Bijlage G.	Kosten en potentieel van energiebesparingsmaat-regelen	92
	Huishoudens	93
	Dienstensector	101
	Landbouw	107
	Industrie	109
	Verkeer en vervoer	114

Samenvatting

S.1. Synopsis

Het voorstel tot herziening van de EED breidt de bestaande EED doelen uit naar 2030 en daarna. De Commissie stelt voor de periode 2021-2030 een nationaal bindende verplichting tot energiebesparing voor van jaarlijks 1,5% (Artikel 7). Bovendien stelt de commissie voor Europa als geheel een bindende maximering voor van zowel het finale als het primaire energiegebruik in 2030 (Artikel 3). Deze studie analyseert de mogelijke consequenties van dit voorstel voor Nederland. Belangrijke bevindingen zijn:

- Het huidige voorgenomen beleid in Nederland is onvoldoende om aan de voorgestelde verplichting van Artikel 7 te voldoen. Om het doel te halen is voor Nederland substantiële intensivering van het besparingsbeleid nodig.
- Nederland heeft ruim voldoende technisch besparingspotentieel om aan de verplichting van Artikel 7 te voldoen. De nationale kosten voor energiebesparingsmaatregelen lopen sterk uiteen. De ontsluiting van dit additionele potentieel en de totale nationale kosten om het doel te bereiken hangen af van de beleidsintensiteit.
 - Bij aanvullend beleid dat qua intensiteit vergelijkbaar is met het huidige voorgenomen beleid kan Nederland het doel niet halen. De maximaal haalbare energiebesparing met dergelijk beleid komt slechts in de buurt van het doel en de nationale kosten die daar mee verbonden zijn zijn hoog (circa 1,5 miljard euro in 2030).
 - Bij intensiever beleid kan Nederland een groter deel van het potentieel ontsluiten, waaronder van het potentieel met de laagste nationale kosten. Nederland kan dan het doel wel halen. Bij kostenoptimale invulling kan het doel dan bereikt worden met netto negatieve kosten, dus baten, van enkele honderden miljoenen euro in 2030. In werkelijkheid zullen kosten overigens hoger liggen dan bij kostenoptimale invulling, omdat beleid meestal niet in staat is om de goedkoopste opties selectief te ontsluiten, en er vaak redenen zijn om af te wijken van de op korte termijn goedkoopste invulling. Welke

precieze vormgeving van het beleid nodig is, valt buiten de scope van deze studie.

- De industrie heeft een relatief groot potentieel van maatregelen met negatieve nationale kosten, dus baten. Als het beleid dit goedkope potentieel selectief kan ontsluiten, zijn minder (duurdere) maatregelen in andere sectoren nodig om aan de Artikel 7 verplichting te voldoen. Het daarvoor vereiste zwaardere beleid, zoals normeringen, verplichtingen, belastingen of subsidiering, doet in de regel wel in andere opzichten een beroep op politiek of maatschappelijk draagvlak. Er is dus een afruil tussen kosten enerzijds en allerlei andere ongewenste gevolgen van beleid anderzijds, zoals gevolgen voor overheidsbegroting, lastenverdeling, administratieve lasten, keuzevrijheid, gevolgen voor bedrijfsprocessen, etc .
- Op dit moment is niet vast stellen welke bijdrage Nederland moet leveren aan de vermindering van het energieverbruik in Europa met 30%, zoals voorgesteld in Artikel 3. Dat komt omdat het voorstel niet aangeeft hoe de Europese inspanning verdeeld moet worden naar de afzonderlijke lidstaten. Voor Nederland geldt dat een eventuele een-op een- doorvertaling – 30% reductie op het finale energieverbruik in Nederland – in de praktijk niet haalbaar is met de door ons geïnventariseerde opties. Alleen in de zwaarste beleidsvariant en tegen nationale kosten van ruim 10 miljard euro in 2030 komt die reductie in zicht. Economische structuur- en volumeveranderingen zijn in de analyse niet in ogenschouw genomen. Voor een 30% plafond op het primaire verbruik is een breder palet aan maatregelen beschikbaar - zoals inzet van hernieuwbare elektriciteit en efficiëntere omzetting van energie in de energiesector, maar dit heeft de studie niet onderzocht. De haalbaarheid van een absoluut verbruiksplafond is bijzonder gevoelig voor ontwikkelingen waarop het energiebeleid geen greep heeft, zoals economische groei.
- Energiebesparing leidt tot broeikasgasreductie en vormt een essentieel onderdeel van een lange termijn broeikasgasreductiestrategie. Veel energiebesparingsmaatregelen kunnen worden gerealiseerd met nationale baten. Deze maatregelen met baten, die een belangrijk deel van het kostenoptimale pakket voor Artikel 7 vormen, passen goed in een strategie die stuurt op CO₂-reductie tegen lage kosten. Besparingsmaatregelen die wel netto nationale kosten hebben, zijn in een lange termijn broeikasgasreductiestrategie ook nodig, maar welke maatregelen passen en hoe die zich verhouden met bijvoorbeeld hernieuwbare energieopties, vereist een integrale analyse van het gehele transitievraagstuk. In hoeverre het vereiste beleid om besparingsmaatregelen te ontsluiten een claim doet op het maatschappelijk draagvlak, en of die claim in balans is met de claim van overige noodzakelijke stappen ten behoeve van de energietransitie, is in de studie niet onderzocht.

S.2 Samenvatting

Op 30 november 2016 heeft de Europese Commissie een voorstel uitgebracht voor een herziening van de energie-efficiëntie richtlijn (EED). Het omvat een herziening van een aantal artikelen, inclusief een uitbreiding van die artikelen naar 2030 n.a.v. de doelen die Europa voor 2030 heeft afgesproken. Deze studie richt zich op de gevolgen van de uitbreiding van de EED naar 2030. Het gaat daarbij in de eerste plaats om Artikel 7, dat lidstaten verplicht met nationaal beleid jaarlijks 1,5% energiebesparing te realiseren. Daarnaast bespreekt de studie de mogelijke gevolgen voor Nederland van de herziening van Artikel 3, dat het energiegebruik in de EU als geheel maximeert, ten behoeve van een EU energie-efficiëntie doel van 30% in 2030.

Artikel 7

Artikel 7 voor 2030 is in veel opzichten vergelijkbaar met de huidige opgave voor 2020. Het gaat om een cumulatieve besparingsopgave – 2021 tot en met 2030 -, ter grootte van een jaarlijkse efficiencyverbetering op het finaal verbruik van 1,5%. Alleen besparingen door een energiebesparingsverplichting of ander nationaal beleid tellen mee voor de doelstelling. Evenals voor 2020 hoeft de transportsector niet mee te tellen in de grondslag van het doel, en is er maximaal 25% ruimte voor alternatieve invulling of verdere verkleining van de grondslag. Er zijn ook verschillen die beperkingen opleveren voor het besparingseffect dat mag worden opgevoerd: ‘hernieuwbare energie achter de meter’ kan alleen meetellen als onderdeel van de 25% alternatieve invulling. Ook is het voorstel explicieter over de manier waarop lidstaten het effect van beleid voor het doel moeten bepalen. Het voorstel impliceert dat deze beperkingen ook van toepassing zijn op de verplichting voor het jaar 2020 (zie hoofdstuk 2 voor verdere details).

Artikel 3

Artikel 3 maximeert het energieverbruik in de EU in 2030 tot 1321 Mtoe¹ primaire energie en 987 Mtoe finale energie, een reductie van 30% ten opzichte van het Primes 2007 referentiescenario. Het voorstel bevat geen verbruiksplafonds op lidstaatniveau, maar de doelstelling is wel bindend voor de EU als totaal. Lidstaten moeten hun ambities voor 2030 kenbaar maken, en de Europese Commissie gaat vervolgens met lidstaten in gesprek als Europa daarmee haar doel niet haalt. Het voorstel biedt geen houvast om tot een logische doorvertaling naar individuele plafonds per lidstaat te komen.

Vraagstelling ministeries

Het ministerie van Economische Zaken heeft ECN gevraagd om de Nederlandse opgaven te bepalen die voortkomen uit de voorgestelde uitbreiding van Artikel 7 en Artikel 3, en de gevolgen ervan in kaart te brengen. Onderdeel daarvan zijn de kosten, er van uitgaande dat Nederland tegen minimale nationale kosten aan de opgave voldoet, rekening houdend met verschillende beleidsintensiteiten. Ook heeft het ministerie gevraagd te verkennen in hoeverre de energiebesparingsverplichting uit Artikel 7 van de EED aansluit bij een lange termijn strategie voor broeikasgasemissies en bij het principe

¹ 1 Mtoe komt overeen met 41,9 PJ.

‘sturen op CO₂’. Startpunt voor de studie is dat Nederland op kostenoptimale wijze aan het ESR voorstel voldoet, conform de analyse van ECN en PBL uit december 2016.

De resultaten zijn bedoeld voor de oordeelsvorming over het voorstel door het Nederlandse parlement en het kabinet, en bieden een handvat voor de Nederlandse inbreng in het onderhandelingstraject over het voorstel in de Europese Unie.

Nationale kostenbegrip en kosten in 2030

De studie brengt de Nationale Kosten uit de methodiek milieukosten in kaart: de directe kosten en baten van de betrokken maatregelen. Deze omvatten de geannualiseerde (meer)investeringen, de jaarlijkse energiebaten en overige lopende kosten of baten in 2030. De studie kijkt naar de minimale kosten die nodig zijn om het doel te halen, waarbij beleidsinstrumenten selectief de meest kosteneffectieve opties ontsluiten. In werkelijkheid is dit niet mogelijk en praktisch; de werkelijke kosten zullen daarom hoger liggen.

Opgave Artikel 7 voor Nederland

De opbouw van de opgave voor Artikel 7 is complex. Op basis van het verwachte finale verbruik minus transport in de periode 2016-2018 is over de periode 2021-2030 de totale Nederlandse cumulatieve besparingsverplichting 1208 PJ. De opgave gaat vervolgens nog maximaal 25% omlaag door verkleining van de grondslag of alternatieve invulling, waarna 906 PJ overblijft die Nederland met finale energiebesparing moet invullen. Volgens de NEV 2016 realiseert Nederland met het vastgestelde en voorgenomen nationale beleid 429 PJ finale energiebesparing. Dat betekent dat Nederland bij het huidige beleid niet voldoet aan de doelstelling in Artikel 7 en dat extra beleid nodig is. De aanvullende beleidsopgave voor 2021 tot en met 2030 bedraagt dan nog 476 PJ.

Als Nederland op kostenefficiënte wijze aan het ESR voorstel voldoet, draagt dat 134PJ bij aan het doel. Daarna resteert nog een aanvullende opgave van 342 PJ cumulatieve finale energiebesparing. Tabel S-1 geeft de berekeningsstappen weer.

Tabel S-1: Doelopgave en referentiesituatie EED Artikel 7 voor Nederland

	Cumulatieve energiebesparing van 2021 tot en met 2030 (petajoule)
Opgave energiebesparing NL Artikel 7 (1,5% per jaar)	1208
Alternatieve invulling 25%	302
Opgave EED Art. 7 middels besparingsmaatregelen	906
Art. 7 besparing die reeds wordt gerealiseerd bij voorgenomen beleid (NEV 2016)	429
Opgave Art. 7 t.o.v NEV	476
Art. 7 besparing als gevolg van maatregelen om te voldoen aan het voorstel voor Effort Sharing Regulation (ESR)	134
Resterende opgave Art. 7 voor Nederland	342

Ruim voldoende potentieel voor Artikel 7; realisatie ervan vraagt afweging tussen nationale kosten en andere effecten

Er is in Nederland ruim voldoende technisch potentieel om de Artikel 7 opgave te halen, maar de ontsluiting van dit aanvullende potentieel hangt af van de beleidsintensiteit. Minder ingrijpend beleid, qua intensiteit vergelijkbaar is met het huidige voorgenomen beleid, ontsluit slechts een relatief klein deel van elke optie – waaronder de goedkope opties. Dat betekent dat het beleid zich op een bredere range van opties – waaronder ook duurdere – moet richten om toch een bepaald doel te halen. Zwaarder beleid, zoals (scherpere) normeringen, (verdergaande) verplichtingen, hogere belastingen of meer subsidiering, kan een groter deel van de goedkopere potentiële ontsluiten, en maakt het dus mogelijk om eenzelfde doel tegen lagere kosten te halen. In verschillende opzichten doet zulk zwaarder beleid echter een beroep op politiek of maatschappelijk draagvlak, door bijvoorbeeld gevolgen voor overheidsbegroting, lastenverdeling, administratieve lasten, keuzevrijheid, gevolgen voor bedrijfsprocessen, etc. Er bestaat dus een afruil tussen kosten enerzijds en andere ongunstige gevolgen van beleid anderzijds.

Deze studie is niet bedoeld om concrete beleidsinstrumenten te analyseren. Tegelijkertijd is het niet reëel om in de berekeningen te veronderstellen dat het volledige technische potentieel gerealiseerd kan worden. Er is daarom gekozen voor drie beleidsintensiteiten die in abstracte vorm laten zien wat de kosten en baten zijn om aan de resterende opgave te voldoen bij verschillende beleidsdruk. In variant A gaat het om aanvullend beleid met een vergelijkbare intensiteit als het huidige en voorgenomen beleid zoals dat in de NEV 2016 is meegenomen. In variant B gaat het om verdergaand beleid, maar in lijn met bestaande ideeën voor aanvullend beleid. Denk daarbij aan bijvoorbeeld verplichtingen voor besparing in de industrie, voor energiebedrijven en/of woningcorporaties.. Variant C gaat uit van nieuwe zware instrumenten die politiek of maatschappelijk controversieel kunnen zijn en/of zich op deelsectoren richten die eerder grotendeels buiten schot bleven. De varianten A, B, C zijn geen uitgewerkte beleidsbeelden, maar eerder oplopende niveaus van beleidsintensiteit. Van A naar B naar C zullen er steeds sterkere prikkels en dwingende elementen nodig zijn en wordt beleid minder vrijblijvend.

Opgave Artikel 7 niet mogelijk bij huidige beleidsintensiteit

Uit de analyses blijkt dat bij aanvullend beleid met vergelijkbare intensiteit als het huidige besparingsbeleid (variant A) onvoldoende besparingspotentieel ontsluit - maximaal 309 PJ - om de restopgave van 342 PJ in te vullen. Om het doel wel te halen is dus tenminste voor een deel van het potentieel beleid met een hogere intensiteit nodig. Omdat bij variant A ook opties met zeer hoge kosten moeten worden aangesproken, zijn de totale nationale kosten met circa 1,5 miljard in 2030 relatief hoog.

Bij intensiever beleid kan Artikel 7 met nationale baten worden voldaan

Intensiever beleid kan meer besparingspotentieel ontsluiten. Met name in de industrie bestaat een aanzienlijk besparingspotentieel met negatieve nationale kosten. Door ontsluiting van een groter deel van dat potentieel kan Nederland de opgave van Artikel 7 met nationale baten halen. Bij inzet op minimale kosten kan Nederland in beleidsvariant B het doel halen met nationale baten van circa 380 miljoen euro in 2030, bij de intensievere variant C zijn de baten circa 500 miljoen euro (zie Tabel S-2).

Tabel S-2: Kosten en kostencomponenten om te voldoen aan de EED Art. 7 verplichting

	Nationale kosten (mln euro in 2030)	Kosten marginale optie (euro / GJ in 2030)	Investeringskosten totaal (mld euro 2021-2030)	Energie- en overige kosten / baten (mln euro per jaar in 2030)
Beleidsvariant A*	1500	900	23	550
Beleidsvariant B	-380	6	3	760
Beleidsvariant C	-500	0	2	760

* In beleidsvariant A bestaat onvoldoende potentieel om aan de EED Art 7 verplichting te voldoen. De getoonde waarden zijn de resultaten bij inzet van het maximale pakket.

Belangrijke rol voor besparing in de industrie

Het pakket met minimale nationale kosten in variant B bestaat voor circa 75% uit maatregelen in de industrie, in variant C is dat circa 90%. Berekening op basis van eindgebruikersprijzen en sectorspecifieke discontovoet leert dat deze maatregelen ook voor de sector economische baten oplevert. Er zijn dus andere redenen dat de sector deze maatregelen bij het huidige beleid niet toepast. Dat kan onder andere komen door diverse barrières zoals verborgen kosten, gebrek aan kennis en beschikbaarheid van kapitaal, split incentives, en het relatieve kleine belang van energie in de totale kosten. Ondersteunend beleid of beleid met een meer verplichtend karakter kan helpen de barrières te overkomen.

Als het niet lukt voldoende goedkoop potentieel in de industrie te ontsluiten, is duurder potentieel in de gebouwde omgeving, landbouw en/of transport nodig om de doelstelling voor Artikel 7 te kunnen halen. Dit zal dan leiden tot lagere nationale baten of zelfs kosten.

Ondanks onzekerheden is het beeld vrij robuust

Er zijn verschillende onzekerheden die gevolgen kunnen hebben voor haalbaarheid en kosten van het doel, zoals de ontwikkeling van het energiegebruik, het effect van nationaal beleid, de precieze uitwerking van de EED, het effect van Europees beleid en de energieprijzen. Deze onzekerheden kunnen tot relatief grote afwijkingen van de resterende opgave leiden, maar desondanks is het beeld voor Artikel 7 vrij robuust: bij de huidige beleidsintensiteit is de doelstelling niet of slechts tegen bij hoge nationale kosten haalbaar, bij aanscherping van de beleidsintensiteit is de doelstelling haalbaar tegen negatieve kosten of zijn de kosten gering.

Consequenties van Artikel 3 voor Nederland nog onduidelijk

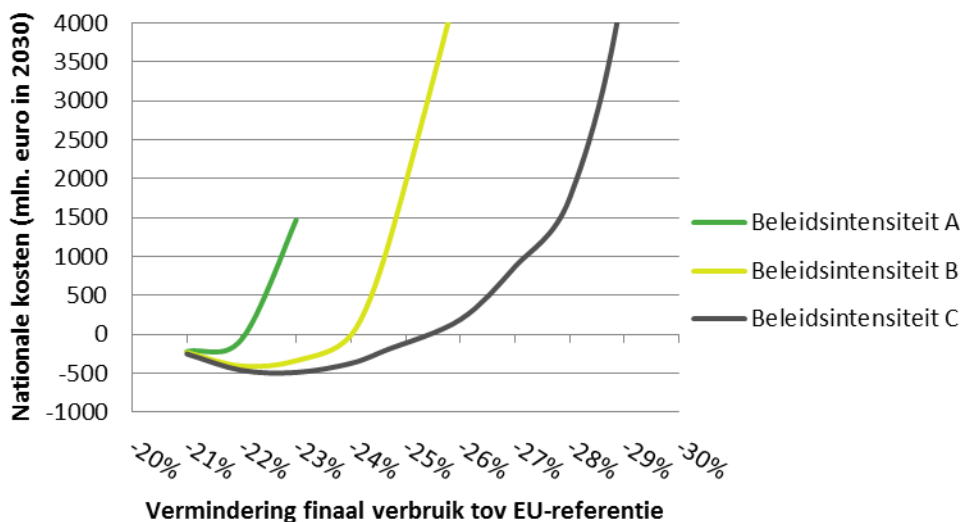
Artikel 3 maximeert het energieverbruik in de EU in 2030 tot 1321 Mtoe² primaire energie en 987 Mtoe finale energie, een reductie van 30% ten opzichte van het Primes 2007 referentiescenario. Het voorstel bevat geen doelstellingen op lidstaatniveau, maar maakt de doelstelling wel bindend voor de EU als totaal. Het voorstel biedt geen aangrijpingspunten om de Nederlandse bijdrage aan het Europese doel te bepalen. De studie heeft daarom alleen gekeken hoe het besparingspotentieel in Nederland kan bijdragen aan de doelstelling, en wat de kostenconsequenties daarbij zijn. Daarbij kijkt de studie alleen naar het finale energiegebruik en naar de bijdrage van nationaal ontsluitbare energiebesparingsmaatregelen. Hernieuwbare elektriciteit en

² 1 Mtoe komt overeen met 41,9 PJ.

energiebesparing door efficiëntere opwekking – die het primaire energiegebruik verlagen – en Europees beleid vallen dus buiten de scope. Nederland kan het absolute energiegebruik in principe ook beperken door veranderingen in economische structuur of volume, maar ook dergelijke opties zijn buiten beschouwing gebleven.

In de NEV 2016 ligt het finale energiegebruik in Nederland in 2030 ongeveer 19% lager dan de in Europa gebruikte referentie (Primes 2007). Bij voldoen aan de opgave uit het ESR voorstel komt de reductie op ongeveer 20%. Een hypothetische een-op-een-doorvertaling van het Europese doel naar lidstaten – 30% reductie op het finale energieverbruik – is voor Nederland in de praktijk niet haalbaar met de geïnterpreteerde opties.

Zoals figuur S-1 laat zien, lopen de kosten voor het terugdringen van het energiegebruik meer dan evenredig op bij verdergaande reductie. Dit gegeven is van groot belang bij een eventuele bindende doorvertaling van het Europese doel naar doelen op lidstaatniveau. Bovendien is het absolute verbruik bijzonder gevoelig voor ontwikkelingen die buiten het bereik van het energiebeleid liggen, zoals (economische) groei of krimp van bepaalde activiteiten. Een absoluut verbruiksdoel heeft daarmee een veel groter kostenrisico dan een relatief besparingsdoel zoals bij Artikel 7, waarbij de besparingsopgave niet af hangt van economische factoren.



Figuur S-1: Minimale nationale kosten bij het verminderen van het finaal verbruik in Nederland bij verschillende beleidsintensiteiten. Omwille van leesbaarheid zijn de getoonde kosten begrensd op 4 miljard euro

Energiebesparing binnen energietransitiebeleid en 'sturen op CO₂'

In het energierapport heeft het kabinet aangegeven dat de overheid in het toekomstige energietransitiebeleid wil 'sturen op CO₂'. CO₂ reductie is het hoofddoel van de energietransitie; energiebesparing en hernieuwbare energie zullen daar aan bijdragen, maar zijn middel en geen doel op zich.

Besparing van fossiele energie leidt tot broeikasgasreductie en vormt een essentieel onderdeel van een lange termijn broeikasgasreductiestrategie. Veel energiebesparingsmaatregelen kunnen worden gerealiseerd met nationale baten. Deze

maatregelen met baten, die een belangrijk deel van een kostenoptimaal pakket voor Artikel 7 kunnen vormen, passen goed in een strategie die stuurt op CO₂-reductie tegen lage kosten. Besparingsmaatregelen die wel netto nationale kosten hebben, zijn in een lange termijn broeikasgasreductiestrategie ook nodig, maar welke besparingsmaatregelen passen en hoe die zich verhouden met bijvoorbeeld hernieuwbare energieopties, vereist een integrale analyse van het gehele transitievraagstuk.

Voor de transitie op langere termijn zijn meer aspecten van belang, zoals voldoende draagvlak voor alle elementen van de transitiestrategie en het tijdig voorbereiden van nieuwe opties. Of zware inzet op de goedkoopste besparingsopties ook op deze aspecten beter scoort dan inzet op andere opties, heeft deze studie niet onderzocht.

1

Inleiding en leeswijzer

1.1 Aanleiding en achtergronden studie

Op 30 november heeft de Europese Commissie een voorstel uitgebracht voor een herziening van de energie-efficiëntie richtlijn (EED). De herziening maximeert het energieverbruik in de EU (Artikel 3) voor 2030 en verlengt de verplichting van lidstaten om jaarlijks een bepaalde hoeveelheid energiebesparing te realiseren (Artikel 7) naar de periode 2021-2030.

Vraag ministerie

Het ministerie van Economische Zaken heeft ECN gevraagd om te bepalen welke consequenties dit voorstel voor Nederland kan hebben (bovenop de in juli voorgestelde Nederlandse reductieopgave voor niet-ETS broeikasgassen). De vraag is opgedeeld in verschillende onderdelen. Ten eerste is gevraagd te bepalen welke opgave het voorstel voor Nederland betekent in termen van de energievraag en energiebesparing. Vervolgens is gevraagd hoe Nederland deze opgave tegen minimale kosten kan halen, waarbij rekening dient te worden gehouden met verschillende varianten van beleidsintensiteit. Tenslotte is gevraagd hoe de opgave aansluit bij de energietransitie op de langere termijn, en het Nederlandse sturingsprincipe 'sturen op CO₂'.

De resultaten zijn bedoeld voor de oordeelsvorming over het voorstel door het Nederlandse parlement en het kabinet, en bieden een handvat voor de Nederlandse inbreng in het onderhandelingstraject over het voorstel in Europa. De studie richt zich uitsluitend op Artikel 3 en Artikel 7 van de richtlijn, die betrekking hebben op algemene besparingsopgaven.

Aanpak

Om de vraag van het ministerie te beantwoorden is in deze studie de volgende aanpak gevolgd. Ten eerste is onderzocht welke fysieke opgaven voor Nederland volgen uit het voorstel. Deze opgave is vergeleken met het verwachte verbruik (voor artikel 3) en de verwachte energiebesparing (voor artikel 7) in het basispad, waarmee de resterende (nog in te vullen) opgave is geïdentificeerd. Vervolgens zijn de verschillende

mogelijkheden geïnventariseerd die Nederland heeft om de opgave in te vullen (het potentieel aan energiebesparingsmaatregelen) en is ingeschat welke beleidsintensiteit nodig is om dit potentieel (deels) te ontsluiten. Met behulp van een rekenmodel is vervolgens bepaald met welke mix van maatregelen de opgave, bij een bepaalde beleidsintensiteit, tegen de laagste kosten kan worden voldaan. De resulterende maatregelpakketten zijn vervolgens geduid, en tenslotte in perspectief van de energietransitie op langere termijn geplaatst.

Basispad: Nationale Energieverkenning 2016 plus pakket maatregelen ESR

Als uitgangspunt voor deze studie is een specifieke referentie opgesteld. De basis van die referentie wordt gevormd door de verwachte ontwikkelingen volgens de Nationale Energieverkenning 2016, bij voorgenomen beleid. In aanvulling op dat beeld is aangenomen dat een pakket aanvullende maatregelen wordt gerealiseerd dat tegen minimale kosten de Nederlandse beleidsopgave van het recente Europese voorstel voor een Effort Sharing Regulation³ (ESR) bereikt. Het maatregelenpakket dat hiervoor wordt gebruikt is het 'centrale' pakket⁴ zoals beschreven in Daniëls, Hekkenberg en Koelemeijer (2016) .

Zowel de opgaven volgend uit de EED, de mogelijkheden om aan de opgave te voldoen, als de kosten zijn ten opzichte van deze referentie bepaald.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2: Welke opgave stelt de herziening van de EED voor Nederland?

Het rapport start in hoofdstuk 2 met een beschrijving van de scope van het herzieningsvoorstel voor Artikel 7 en Artikel 3 van de EED en een analyse van de opgaven die volgen uit de herziening. Het hoofdstuk beschrijft aan de hand van de gebruikte referentie welke opgave kan worden afgeleid en beschrijft daarna welke factoren kunnen leiden tot afwijkingen van dit centrale beeld.

Hoofdstuk 3: Ontsluiting van besparingsmaatregelen: potentiële, beleid en kostenbegrip

Hoofdstuk 3 beschrijft de in deze studie gehanteerde methodieken en definieert begrippen. In paragraaf 3.1 wordt het gebruikte rekenmodel toegelicht. Paragraaf 3.2 bespreekt het technische besparingspotentieel dat in deze studie is geïdentificeerd waarmee de Europese doelen ingevuld kunnen worden. Omdat in de praktijk niet al het technisch potentieel gerealiseerd kan worden, wordt in paragraaf 3.3. ingegaan op het beleid dat nodig is om het potentieel te ontsluiten. Ook wordt hier ingegaan op de barrières die hiervoor overwonnen moeten worden bij eindverbruikers.

Hoofdstuk 4: Welke consequenties heeft de EED opgave voor Nederland?

³ Dit voorstel betreft de reductie van broeikasgassen buiten het emissiehandelssysteem (ETS) in de periode 2021-2030.

⁴ Genoemde studie analyseert de consequenties van het ESR voorstel voor Nederland. Het 'centrale' pakket is het pakket behorend bij een cumulatieve emissiereductieopgave van 20 megaton, bij de middenvariant voor beleidsintensiteit (variant 'B'), zonder gebruik van flexibiliteitsopties

Hoofdstuk 4 laat zien tegen welke minimale Nationale Kosten, dat wil zeggen het saldo van de directe kosten en baten vanuit maatschappelijk perspectief, Nederland de beleidsopgaven kan realiseren. Het hoofdstuk toont kostencurves die de opties op basis van oplopende kosten per hoeveelheid vermeden energiegebruik of energiebesparing rangschikken. Selectie van de goedkoopste opties die samen tot de benodigde besparing kunnen leiden, geeft het pakket van opties waarmee Nederland het doel tegen minimale kosten kan bereiken. Omdat beleidsintensiteit hierbij van groot belang is, worden hierbij verschillende **beleidsvarianten** vergeleken. In paragraaf 4.1 wordt ingegaan op de consequenties voor Nederland van de doelstelling uit Artikel 7 in de EED. Paragraaf 4.2 bespreekt de mogelijke gevolgen voor Nederland van het Europese energieverbruiksdoel in Artikel 3 van de EED. Naast effecten op energieverbruik en besparing laat hoofdstuk 4 ook zien wat het effect van het maatregelenpakket is op de broeikasgasemissies in 2030.

Hoofdstuk 4 geeft ook een gevoeligheidsanalyse van de resultaten en analyseert de consequenties bij eventuele afwijkende uitgangspunten die kunnen volgen uit de onderhandelingen rond het voorstel.

Hoofdstuk 5: Hoe verhoudt een energiebesparingsdoel zich met CO2 reductie?

In het energierapport heeft het kabinet aangegeven dat de overheid in het toekomstige energietransitiebeleid wil 'sturen op CO2'. CO2 reductie is dus het hoofddoel van de energietransitie; energiebesparing en hernieuwbare energie zullen daar aan bijdragen, maar zijn een middel en geen doel op zich. Hoofdstuk 5 bespreekt of en hoe energiebesparingsmaatregelen en de door de Europese Commissie voorgestelde besparingsdoelen passen binnen dit Nederlandse uitgangspunt en de energietransitie in het algemeen. Daarbij wordt ook een vergelijking gemaakt met andere emissiereductie opties.

2

Welke opgave stelt de herziening van de EED voor Nederland?

2.1 Waarover gaat de herziening van EED?

De EED omvat regulering van een verzameling onderwerpen op het gebied van energiegebruik, energiebemetering en energiebesparing. De voorgestelde herziening betreft een aantal onderdelen van de EED. Deze studie gaat uitsluitend in op de voorgestelde herziening van Artikel 3 en Artikel 7 van de EED, en dan met name de uitbreiding naar 2030. Artikel 3 gaat over het absolute energieverbruik van lidstaten en de EU. Artikel 7 gaat over energiebesparing.

De bestaande EED omvat verplichtingen voor de periode tot en met 2020. De verplichtingen in o.a. Artikel 7 hierin zijn complex en multi-interpretabel gedefinieerd. Hierdoor worden er door EC en lidstaten verschillende interpretaties aan gegeven. Het herzieningsvoorstel stelt aanpassingen voor om de looptijd van de EED te verlengen – inclusief nieuwe verplichtingen voor de periode tot en met 2030 - en verheldert de afbakening van de scope van verplichtingen en hun verificatiemethode. Dit kan consequenties hebben voor de maatregelen die al dan niet mogen meetellen voor het doelbereik.

Paragraaf 2.2 en 2.3 gaan in kwantitatieve termen in op de opgaves in Artikel 7 en Artikel 3. In deze paragraaf wordt eerst de afbakening van de Artikelen kwalitatief beschreven. Omdat Artikel 3 een gezamenlijk EU doel betreft en geen nationaal bindende verplichtingen oplegt, ligt de primaire focus in het rapport op de verplichting volgens Artikel 7 (die wel nationaal bindend is). De mogelijke implicaties van Artikel 3 voor Nederland komen daarna aan bod.

Artikel 7

Artikel 7 van het herzieningsvoorstel legt iedere lidstaat de verplichting op om in de periode van 2021 tot en met 2030 jaarlijks een bepaalde hoeveelheid additionele energiebesparing te realiseren. Onderstaande tekstbox 'Wat is energiebesparing volgens de EED?' beschrijft wat volgens de EED onder energiebesparing wordt verstaan. Alleen de extra energiebesparing die aantoonbaar door nationale beleidsmaatregelen wordt gerealiseerd telt mee voor de verplichting in Artikel 7. Energiebesparing die autonoom tot stand komt, of door Europees beleid wordt gerealiseerd draagt dus niet bij aan Artikel 7. Artikel 7 heeft uitsluitend betrekking op het eindverbruik van energie. De doelstelling kan daarbij naar keuze van de lidstaat worden weergegeven in finale of in primaire termen (zie tekstbox 'Primair energieverbruik versus eindverbruik').

Omdat Artikel 7 een jaarlijkse verplichting betreft, heeft dit Artikel betrekking op de gehele periode 2021-2030. Doordat verevening tussen jaren is toegestaan betreft Artikel 7 de facto een cumulatieve opgave voor de periode 2021-2030. Veel besparingsmaatregelen hebben een lange werkingsduur en kunnen daarom meerdere jaren meetellen voor de opgave van Artikel 7. Maatregelen die eerder in de periode 2021-2030 worden genomen dragen daardoor in de regel meer bij aan het doelbereik voor Artikel 7 dan maatregelen die later worden gerealiseerd.

De herziening van artikel 7 heeft ook implicaties tot 2020. Zo geeft de tekst van de herziening veel duidelijker aan dat de besparingen die lidstaten mogen opvoeren het effect moeten zijn van nationaal beleid. Lidstaten moeten namelijk voor iedere beleidsmaatregel een baseline opleveren zonder dat beleid, en het verschil tussen het verbruik met en zonder maatregel telt dan mee voor artikel 7.

Artikel 3

Het herzieningsvoorstel geeft in Artikel 3 een maximaal energiegebruiksniveau voor de EU in 2030. Het doel betreft zowel het primaire energieverbruik als het eindverbruik (zie tekstbox 'Primair energieverbruik versus eindverbruik'). Het voorstel stelt echter geen bindende doelstelling per lidstaat. Indien het verwachte, gezamenlijke, verbruik van de lidstaten hoger is dan het doel zullen maatregelen moeten worden genomen om het verbruik te verminderen. Die maatregelen zullen dan tussen commissie en lidstaten nader overeengekomen moeten worden. Het commissie voorstel voor 'Governance of the Energy Union' beschrijft hoe dit zal worden gereguleerd.

Artikel 3 gaat over het momentane energiegebruik in 2030. Het energiegebruik in de jaren voor 2030 is daarbij niet van belang.

Relatie tussen Artikel 7 en Artikel 3

Energiebesparing is één van de manieren om het energieverbruik te verminderen en omvat veel verschillende soorten maatregelen. De maatregelen die meetellen voor de verplichting in Artikel 7, zullen daarmee meestal ook bijdragen aan het omlaag brengen van het energieverbruik ten behoeve van Artikel 3. Het energieverbruik wordt echter ook beïnvloed door andere maatregelen en factoren. Naast energiebesparing kunnen ook bijvoorbeeld verschuivingen in de economische structuur naar minder energie-intensieve activiteiten, en veranderingen in demografische en economische omvang het energieverbruik beïnvloeden. Ook efficiëntie verbetering in de energie- en conversiesectoren en toepassing van hernieuwbare energie kunnen leiden tot een lager

energieverbruik. Deze laatste groep maatregelen hebben in het algemeen geen invloed op het eindverbruik van energie, maar wel op het primaire energieverbruik.

Gegeven het langdurige effect dragen besparingsmaatregelen die bijdragen aan het doelbereik voor Artikel 7 in de regel ook bij aan het doelbereik van Artikel 3. Alleen maatregelen waarvan het effect niet tot 2030 voortduurt vormen daarop een uitzondering. Gegeven de scope-verschillen dragen omgekeerd niet alle ontwikkelingen die bijdragen aan vermindering van het energiegebruik volgens Artikel 3 bij aan het doel voor Artikel 7.

Wat is energiebesparing volgens de EED?

Het begrip energiebesparing is niet eenduidig. Soms worden onder energiebesparing alle ontwikkelingen beschouwd die leiden tot verminderd energiegebruik. Deze studie gaat er van uit dat voor de EED de definitie uit de Europese 'Richtlijn energiediensten' (2006/32/EG) geldt. In de EED is energiebesparing niet opnieuw gedefinieerd.

Energiebesparing is in die definitie een "hoeveelheid bespaarde energie die wordt vastgesteld door meting en/of raming van het verbruik [bij eindverbruikers] voor en na de uitvoering van één of meer maatregelen ter verbetering van de energie-efficiëntie". Die maatregelen kunnen van technologische, gedrags- en/of economische aard zijn. Daarbij moeten "de externe omstandigheden die het energieverbruik beïnvloeden, genormaliseerd worden". Dat betekent dat bijvoorbeeld "toevallige" of trendmatige afname van een activiteitsniveau (zoals minder productie of een lager comfortniveau), of lager energiegebruik door weersinvloeden niet gelden als energiebesparing. Wanneer de afname van een activiteitsniveau echter door aanwijsbare (beleids-) maatregelen wordt bewerkstelligd zou de energieverbruiksvermindering wel als energiebesparing gelden.

Energiebesparing bestaat volgens deze definitie dus alleen in eindverbruikerssectoren. Verbetering van de efficiëntie in energie- en omzettingssectoren, en daarmee het vermijden van conversie- of energietransportverliezen door (lokale) toepassing van hernieuwbare energie tellen daarom niet als energiebesparing. WKK geldt volgens Europese energiestatistiek per definitie niet als eindverbruik en dus ook niet als eindverbruiksbesparing. Ook de toepassing van hernieuwbare energiebronnen als zodanig geldt niet als energiebesparing, wanneer het finale energiegebruik er niet door verandert. Hernieuwbare energie 'achter de meter' is in het nieuwe EED voorstel expliciet buiten de meetellende besparingsmaatregelen gesteld. In de bestaande EED was dat niet het geval. Een verdere uitzondering wordt gevormd door conversieverliezen direct bij eindgebruikers. Deze verliezen tellen mee met het eindverbruik, waardoor het vermijden van deze verliezen wel als besparing kan worden beschouwd. Dat geldt bijvoorbeeld bij het overschakelen op andere energiedragers in de eindverbruikssectoren (zoals van motorbrandstof of aardgas op (hernieuwbare) elektriciteit of warmte).

Energiebesparingsdoelstellingen stellen naast algemene definities soms extra voorwaarden aan welke besparingen mee mogen tellen. In de EED is voor Artikel 7 de

specifieke voorwaarde dat de besparing door nieuwe nationale beleidsinstrumenten moet zijn bewerkstelligd. De besparing moet daarmee bovenop een baseline zonder de specifieke beleidsinstrumentatie plaatsvinden.

In het Energieakkoord is de gehanteerde definitie van besparing anders dan hierboven beschreven. Bij de besparing in het energieakkoord gaat het specifiek om de effecten van maatregelen die in het akkoord zijn afgesproken. Omdat dat niet allemaal aanvullende of nationale maatregelen betreft, tellen niet alle energieakkoordmaatregelen mee voor het doelbereik voor Artikel 7 van de EED.

Primair energiegebruik versus eindverbruik

Voor het bepalen van het energiegebruik bestaan verschillende, (internationaal) afgestemde methoden. Het belangrijkste onderscheid is dat tussen primair energiegebruik en eindgebruik (ofwel finaal energiegebruik). Tussen de winning van energie en de nuttige toepassing van energie vinden in de regel omzettingen en verliezen plaats. Daardoor is er verschil in de hoeveelheid energie die gemeten kan worden op verschillende plekken in de energie-keten tussen winning en eindverbruik. Primaire energie is de eerst meetbare en bruikbare vorm van energie, terwijl eindgebruik juist kijkt naar de laatste vorm van energie voordat deze nuttig wordt toegepast. Het eindverbruik heeft per definitie alleen betrekking op eindverbruikssectoren (te weten gebouwde omgeving, landbouw, transport en industrie). Het verbruik van energiesector en conversiesectoren (zoals raffinaderijen) maakt dus geen deel uit van het eindverbruik.

Artikel 3 van de EED heeft betrekking op zowel het primaire als het eindverbruik. Daarbij gaat dit artikel over het *energetisch* verbruik, dat wil zeggen het energiegebruik exclusief de energiedragers die als grondstof voor producten worden gebruikt.

Primaire versus finale termen

Artikel 7 van de EED gaat over energiebesparing bij eindverbruikers en heeft daarmee alleen betrekking op het maatregelen met effect op het eindverbruik (zie tekstbox 'Wat is energiebesparing?'). De effecten kunnen evenwel worden weergegeven in zowel finale als primaire termen. Bij het gebruik van finale termen wordt het effect van de maatregel op het eindverbruik als zodanig weergegeven. Bij gebruik van primaire termen wordt het effect op het eindgebruik omgerekend naar het effect op het primaire energiegebruik, door middel van vastgestelde omrekeningsfactoren.

Europese versus Nederlandse energiestatistiek

Voor de bepaling van de opgaven uit de EED is de Europese statistiek van toepassing. Door definitieverschillen bestaan tussen de nationale en Europese energiestatistieken verschillen, onder andere in de omvang van het finaal energiegebruik.

Bruto eindverbruik

Het finaal energiegebruik dat als basis dient voor de EED moet niet verwart worden met het bruto finaal verbruik, dat als grondslag van de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie wordt gehanteerd. De basis van deze bruto eindverbruiksmethode is het energetisch eindverbruik in eindverbruikssectoren, echter vinden daarop enkele aanpassingen plaats. Het bruto finaal verbruik omvat naast het finaal energieverbruik ook distributieverliezen en het eigen verbruik van energiecentrales. Daarnaast is juist het verbruik in de internationale luchtvaartbunkers in de bruto eindverbruiksmethode gemaximeerd. Het verschil tussen beide is per saldo voor Nederland beperkt.

2.2 Doelstelling Artikel 7

2.2.1 Wat vraagt Artikel 7?

Artikel 7 in het kort

Artikel 7 legt lidstaten de verplichting op om een cumulatieve energiebesparing te realiseren tussen 2021 en 2030 ter grootte van 1,5% efficiencyverbetering per jaar in die periode. Voor het berekenen van de te bereiken cumulatieve besparingen gelden hele specifieke voorschriften, evenals voor de manier waarop besparingen mee mogen tellen. Het voorstel van de commissie voor Artikel 7 zou Nederland verplichten tot cumulatieve besparingen van circa 906 PJ tussen 2021 en 2030.

Opbouw opgave

- Als grondslag voor de besparingsopgave geldt de gemiddelde levering van energie aan eindverbruikers in de periode 2016-2018, waarbij lidstaten transport uit de grondslag weg mogen laten. Er van uitgaande dat Nederland inderdaad transport weglaat uit de grondslag, bedraagt de grondslag 1464 PJ, uitgaande van de projectie voor die periode in de NEV 2016 bij voorgenomen beleid.
- De vereiste additionele besparingen door een efficiencyverbetering op eindverbruik bedragen jaarlijks 1,5% van de grondslag. In de periode 2021-2030 betekent dat een cumulatieve besparingsopgave van 82,5% van de grondslag, d.w.z. 1208 PJ.
- Lidstaten mogen tot een maximum van 25% van deze opgave alternatief invullen of in mindering brengen door een van de 4 volgende posten:
 - Het weglaten uit de grondslag van industriële bedrijven onder het ETS
 - Het meetellen van efficiency-verbetering bij aanbod en transport van energie (energie-omzetting, distributie en transmissie inclusief warmte- en koudenetten)
 - Het meetellen van besparingen door acties vanaf 2008, mits deze na 2020 nog steeds besparing opleveren na 2020

- Het meetellen van vermindering van de energielevering ten gevolge van opgewekte hernieuwbare energie in of op gebouwen.

Nederland heeft met deze posten ruime mogelijkheden om 25% van de opgave te vullen. Er van uitgaande dat Nederland van deze mogelijkheid gebruik maakt, bedraagt de cumulatieve opgave middels efficiencyverbetering op eindverbruik dan 906 PJ in de periode 2021-2030.

Expliciete status hernieuwbare energie aan of op gebouwen

In afwijking van Artikel 7 in de huidige EED vermeldt de herziening expliciet dat hernieuwbare energie in of op gebouwen mee mag tellen, maar binnen de beperking van 25% van de totale doelstelling.

Primaire of finale termen

Het is aan de lidstaten om de doelstelling uit te drukken in finale of in primaire termen. In het eerste geval tellen besparingen op brandstoffen en elektriciteit even zwaar, in het tweede geval telt besparing op elektriciteit zwaarder vanwege de omzettingsverliezen bij de opwekking. Op dit moment hanteert Nederland de doelstelling in finale termen.

Explicietere criteria voor toeschrijving aan nationaal beleid

Ook vraagt de herziening expliciet om het aantoonbaar aan nationaal beleid toe te wijzen zijn van de gerealiseerde energiebesparing, onder andere door in de berekeningsmethode gebruik te maken van een referentie zonder de betreffende beleidsinstrumenten.

2.2.2 Wat is de realisatie voor Artikel 7 in de referentie?

Artikel 7 richt zich op de bijdrage van nationaal beleid aan het vergroten van energie efficiëntie bij eindgebruikers. Alhoewel bij veel beleid het grootste effect op de kortere termijn plaatsvindt, hebben verschillende instrumenten (ook) voor de periode 2021-2030 effecten. Voor zover het huidige beleid in die periode leidt tot extra energiebesparingsmaatregelen kunnen deze effecten een deel van de Artikel 7 opgave invullen.

Ruwe inschatting cumulatieve besparing door Nederlands beleid

De NEV 2016 heeft niet onderzocht in welke mate energiebesparing in de periode 2021-2030 is toe te schrijven aan nationaal beleid. Om toch een beeld te krijgen van de bijdrage die reeds in de referentie bestaat is daarom een ruwe aanvullende analyse uitgevoerd. De analyse concludeert dat in de NEV bij voorgenomen beleid circa 429 PJ cumulatief zou bijdragen aan de EED Artikel 7. Verreweg het grootste deel van die bijdrage komt op het conto van beleid in de gebouwde omgeving. In industrie, transport en landbouw is nog weinig Nederlands beleid gedefinieerd voor de periode na 2020.

Bijdrage ESR-pakket

Deze studie gaat er bovenop de NEV van uit dat Nederland zal voldoen aan de nationale ESR doelstelling, via het maatregelenpakket zoals beschreven in ECN/PBL 2016. In dat pakket wordt ten opzichte van de NEV cumulatief 134 PJ finale energie bespaard in de

periode 2021-2030. Het uitgangspunt voor deze studie is daarmee dat in de referentie reeds 564 PJ energiebesparing wordt gerealiseerd die mee mag tellen voor Artikel 7.

2.2.3 Welke opgave resteert voor Artikel 7 ?

De doelstelling in Artikel 7 betekent dat Nederland in de periode 2021- 2030 bovenop de referentie van NEV + ESR pakket nog cumulatief 342 PJ energiebesparing zou moeten realiseren, middels nationaal energiebeleid gericht op efficiencyverbetering van het eindverbruik (zie **Tabel 1:**).

Tabel 1: Doelopgave en referentiesituatie Nederland voor EED Artikel 7 (petajoule cumulatief)

	1,5%
Vereiste besparing NL Artikel 7	1208
Alternatieve invulling 25%	302
Opgave EED Art. 7 middels besparingsmaatregelen	906
Verwachte EED besparing in NEV 2016	429
Opgave EED Art. 7 t.o.v NEV	476
EED besparing in ESR pakket	134
Resterende opgave EED Art. 7	342

2.2.4 Welke onzekerheden zijn relevant voor de doelstelling voor Artikel 7?

Onzekerheid in verwachte ontwikkelingen

De berekende waarden voor de doelstelling en de realisatie in de referentie kennen de nodige onzekerheid. De doelstelling wordt gebaseerd op het finale verbruik in de periode 2016-2018, exclusief transport. Het exacte verbruik in deze periode is uiteraard nog niet bekend. Verschillende factoren kunnen het verbruik in die periode beïnvloeden. In de NEV is geen onzekerheidsbandbreedte voor dit specifieke deel van het eindverbruik en in deze periode berekend. De onzekerheid in het totale (bruto) eindverbruik in de NEV is +/- 2 a 3% in 2016 en 2020. Daarin is nog geen rekening gehouden met weersinvloeden, die van jaar op jaar aanzienlijke afwijkingen kunnen opleveren. Het gedeelte van de doelstelling dat op alternatieve wijze mag worden voldaan bedraagt 25%. Bij een wijzigende grondslag, verandert dit gedeelte in absolute zin dus mee. Een wijziging van de grondslag van 10 PJ leidt tot een wijziging van de verplichting van 6,2 PJ⁵. Gegeven bovenstaande is rondom de opgave van de verplichting voor Nederland een bandbreedte in de ordegrrootte van +/- 50PJ reëel.

⁵ 10 PJ x (1-25%) x (1,5% * 55)

Onzekerheid in effect nationaal en Europees beleid

Een deel van de onzekerheid in het verwachte verbruik hangt samen met het effect van beleid. Ook voor de periode 2021-2030 is het effect van beleid onzeker. De verwachte realisatie van EED-besparingen in de referentie is daarmee dus ook onzeker. De NEV heeft deze onzekerheid voor de periode 2021-2030 niet in kaart gebracht, maar gegeven de in de NEV beschreven onzekerheid rond besparingen in de periode 2013-2020 volgens de EED en volgens het Energieakkoord is duidelijk dat de onzekerheid rond beleidseffecten aanzienlijk is. De schatting van de EED besparing die in de NEV in de periode 2021-2030 reeds wordt gerealiseerd is hierdoor zeer onzeker. Een bandbreedte van +/- 25% (oftewel ongeveer +/- 100 PJ) lijkt daarvoor niet overdreven. Voor deze realisatieonzekerheid geldt evenwel dat eventuele 'onder- of overrealisatie' grotendeels doorwerkt in de resterende potentiëlen. Voor wat betreft de nationale kosten heeft onder- of overrealisatie daarmee vooral effect op of de kosten als onderdeel van de referentie of als onderdeel van de opgave worden gezien. In dat licht zijn ook eventuele aanscherpingen van het beleid te plaatsen, bijvoorbeeld om er voor te zorgen dat het doel van 100PJ energiebesparing uit het energieakkoord zal worden bereikt. Indien extra maatregelen voldoen aan de EED scope, kunnen deze mogelijk ook meetellen voor het bereiken van het Artikel 7 doel.

Onzekerheid in precieze uitwerking EED kwantificering

Ook de voortgaande discussie tussen lidstaten en de Europese commissie over de besparingen die aan de doelstelling mogen worden toegerekend leidt tot onzekerheid. Alhoewel het herzieningsvoorstel meer duidelijkheid verschaft dan de bestaande EED over de wijze waarop beleidseffecten moeten worden gemonitord of ingeschat, is de precieze mate waarin dit uitwerkt voor het kwantificeren van beleidseffecten nog onduidelijk. Dit geeft een extra onzekerheid ten aanzien van bovenbeschreven beleidseffectiviteit.

Onzekerheid in verband met Europees beleid

Er bestaat ook een onzekerheid rondom de effecten van Europees beleid. In tegenstelling tot bij Artikel 3, dragen de besparingen die door Europees beleid worden gerealiseerd niet bij aan de nationale opgave voor Artikel 7. Daar waar Europees beleid een deel van het potentieel ontsluit, blijft een kleiner potentieel over voor nationale maatregelen. Daarmee kan Europees beleid het realiseren van het nationale doel dus moeilijker maken. Daar tegenover staat dat bijvoorbeeld Europees innovatiebeleid ook nieuw of goedkoper potentieel op kan leveren dat door nationaal beleid ontsloten kan worden en gedeeltelijk mee mag tellen voor Artikel 7.

Onderhandelingen over het voorstel in Europa

Tenslotte is vooralsnog slechts sprake van een voorstel. In de onderhandelingen over de EED in Europa kunnen onderdelen van het voorstel gewijzigd worden. Deze wijzigingen kunnen zowel gaan over de scope als over de hoogte van de verplichting en kan de opgave aanzienlijk wijzigen. Als voorbeeld nemen we in deze studie een op het oog relatief kleine verhoging van het jaarlijkse besparingspercentage van 1,5% naar 1,7%. Bij de gegeven grondslag komt dat neer op verhoging van de jaarlijkse besparing met ongeveer 2PJ, dus circa 20PJ in 10 jaar. Voor de resterende cumulatieve opgave betekent dat evenwel een toename van 342 PJ naar 463 PJ, dus ruim een derde extra.

Meetellen hernieuwbaar achter de meter?

Nederland telt conform haar notificatie⁶ ten behoeve van de huidige EED ook de consumptie van hernieuwbare energie achter de meter mee als besparing op finaal verbruik. De tekst van het voorstel tot herziening van de EED lijkt te impliceren dat dit in de toekomst niet langer het geval kan zijn, buiten de 25% van de doelstelling die middels alternatieve invulling mag worden voldaan. In de NEV 2016 is hernieuwbare energie achter de meter in de gebouwde omgeving goed voor cumulatief 182 PJ in de periode 2021-2030. Indien in de onderhandelingen de tekst zodanig wordt aangepast dat hernieuwbaar achter de meter in de herziene EED wel zou mogen meetellen, dan zou de resterende opgave voor Nederland, bij een jaarlijkse besparing van 1,5%, ruim de helft kleiner zijn, en nog 160 PJ cumulatief bedragen.

2.3 Doelstelling Artikel 3

2.3.1 Wat vraagt Artikel 3?

Het voorstel van de commissie voor Artikel 3 is het totale energieverbruik in de EU in 2030 te beperken tot 1321 Mtoe⁷ primaire energie en 987 Mtoe finale energie. Deze waarden zijn afgeleid van het verwachte verbruik in 2030 volgens de baseline PRIMES 2007, waarop een reductiedoel van 30% is toegepast. De gegeven absolute waarden zijn bindend voor de EU als totaal.

Het voorstel bevat geen bindende doelstelling op lidstaatniveau. De EC monitort de plannen en verwachte realisaties per lidstaat en het totaal. Als lidstaten samen niet aan de doelstelling lijken te voldoen kan de EC via het voorgestelde 'governance regime' zelf extra EU brede maatregelen nemen, of in gesprek gaan met individuele lidstaten om aanvullende maatregelen te ondernemen. Het lijkt aannemelijk dat lidstaten die relatief minder bijdragen aan de gezamenlijke doelstelling daarbij indringender zullen worden aangesproken. In het voorstel voor het governance regime wordt daarbij aangegeven dat lidstaten in hun indicatieve bijdrage aan het EU doel rekening mogen houden met onder andere het resterende kosteneffectieve besparingspotentieel, economische groei en zogenaamde 'early actions'. Het is zonder uitvoerige analyse van de ontwikkelingen in de andere lidstaten niet mogelijk om aan te geven welke bijdrage voor Nederland binnen deze context door de EC verwacht zal worden.

Als vingeroefening kan wel het Europese percentage van 30% op het Nederlandse verbruik volgens PRIMES wordt toegepast, om te bezien welke consequenties dat voor Nederland zou hebben. In het licht van een mogelijke toekomstige discussie met de Europese Commissie over de Nederlandse bijdrage in het geval de EU-lidstaten gezamenlijk het EU verbruikplafond overschrijden is het daarnaast van belang de mogelijkheden die Nederland heeft om het energiegebruik te reduceren ten opzichte van de verwachting in de NEV in kaart te brengen.

⁶ Daniëls et al (2014), Energy Efficiency Directive Artikel 7 Nederlandse invulling, ECN, Petten.

⁷ 1 Mtoe komt overeen met 41,9 PJ.

De basis voor de Artikel 3 doelstelling is het (primair dan wel finaal) energiegebruik in 2030 volgens PRIMES 2007. Het Nederlandse energieverbruik zou volgens deze baseline in 2030 3259 PJ primair verbruik, en 2498 PJ eindverbruik bedragen. Een 30% verbruiksvermindering resulteert voor Nederland in een hypothetisch primair verbruiksplafond van 2281 PJ in 2030 en een hypothetisch eindverbruiksplafond van 1749 PJ.

2.3.2 Wat is het uitgangspunt voor Artikel 3 in de referentie?

De verwachte realisatie in 2030 volgens de NEV 2016 (bij voorgenomen beleid) ligt op 2531 PJ primair en op 2015 PJ finaal⁸. Het verbruik volgens de NEV 2016 ligt dus reeds substantieel lager dan de PRIMES baseline: ten opzichte daarvan respectievelijk 22% (primair energieverbruik) en 19% (eindverbruik) lager. Deze studie gaat er bovenop de NEV van uit dat Nederland zal voldoen aan de nationale ESR doelstelling, die is beschreven in ECN/PBL 2016. Daarin is sprake van een cumulatieve niet-ETS emissiereductie van 20 megaton CO₂ equivalenten. Het maatregelenpakket om aan de ESR doelstelling te voldoen zorgt ten opzichte van de NEV voor 19 PJ minder primaire energie en 23 PJ minder finale energie⁹ in 2030. Het primair energieverbruik dat als uitgangspunt dient voor deze studie is daarmee 2512 PJ, het finale energiegebruik 1992 PJ.

Verschil met analyse energie en klimaatdoelen uit 2014

ECN en PBL hebben in 2014 een eerste analyse gemaakt van de Europese doelen voor energie en klimaat¹⁰. Ten tijde van die studie was nog onduidelijk op welke energiegrootte het aangekondigde energie-efficiëntie doel van toepassing zou zijn. In samenspraak met het ministerie is er destijds van uit gegaan dat de doelstelling van de commissie zou slaan op het bruto finaal verbruik – zoals dat ook voor hernieuwbare energie wordt gehanteerd. Inmiddels is duidelijk geworden dat niet het bruto finaal gebruik, maar het finaal energieverbruik de basis voor het doel is. Per saldo zijn de verschillen hiertussen voor Nederland beperkt. Wel is het (verwachte) eindverbruik in de afgelopen jaren fors (met ruim 150 PJ) omlaag bijgesteld. Deze bijstelling leidt uiteraard tot verschillen in de bevindingen tussen de studie uit 2014 en deze studie.

⁸ De definitie van finaal energieverbruik die in het kader van de EER wordt gehanteerd is niet gelijk aan die van het bruto finaal gebruik die wordt gerapporteerd in de NEV (welke wordt gehanteerd bij de bepaling van het aandeel hernieuwbare energie). Het bruto finaal verbruik omvat naast het finaal energieverbruik ook distributieverliezen en eigen verbruik van energiecentrales, maar het verbruik in internationale luchtvaartbunkers is erin gemaximeerd. Het verschil tussen beide is per saldo voor Nederland beperkt.

⁹ De vermindering van het finaal verbruik is groter dan de vermindering van het primaire verbruik; dat wordt veroorzaakt doordat elektrificatie-opties in het pakket het primair verbruik verhogen terwijl deze het finaal verbruik verlagen. Er wordt uitgegaan van het pakket bij beleidsintensiteit 'B'.

¹⁰ Daniëls en Koelemeijer (2014), EU doelen klimaat en energie 2030: Impact op Nederland, ECN en PBL, Petten

2.3.3 Welke opgave resteert voor Artikel 3?

Het hypothetische verbruiksdoel van 30% vermindering ten opzichte van de PRIMES baseline betekent dat Nederland bovenop de referentie van NEV + ESR pakket het primaire energieverbruik in 2030 met 231 PJ zou moeten verminderen. Het finale energieverbruik in 2030 zou Nederland met 244 PJ moeten verminderen (zie **Tabel 2**).

Tabel 2: Hypothetische opgave EED Artikel 3 bij 30% vermindering van primair en finaal energieverbruik in 2030 (petajoule)

	Primair 30%	Finaal 30%
Indicatief plafond NL o.b.v. 30% reductie t.o.v. PRIMES	2281	1749
Verbruik NEV	2531	2015
Indicatieve opgave EED Artikel 3 t.o.v. NEV	250	266
Vermindering verbruik door ESR pakket	19	23
Hypothetische restopgave EED Artikel 3 na ESR pakket	231	244

2.3.4 Welke onzekerheden kent de doelstelling voor Artikel 3?

EU-doel duidelijk

De Europese doelstelling voor Artikel 3 is in het voorstel ondubbelzinnig beschreven. De tekst van de EED geeft de bij dit doel behorende absolute waarden voor het energieverbruik, te weten 1321 Mtoe primaire energie en 987 Mtoe finale energie¹¹. Deze waarden zijn afgeleid van de PRIMES 2007 baseline, maar in feite is voor de opgave die voortvloeit uit het Artikel de achtergrond van deze waarden niet van belang. De doelstelling kan slechts wijzigen wanneer in de onderhandelingen rond het voorstel uiteindelijk afwijkende uitgangspunten worden overeengekomen.

Nationaal doel niet

Over de vertaling van het Europese plafond naar een nationale opgave is het voorstel zoals vermeld niet concreet. Het voorstel zegt alleen iets over de factoren waarmee de EC in elk geval rekening wil houden in een eventuele discussie met lidstaten over aanscherping van nationale plannen. Het is daarom op dit moment eigenlijk niet goed aan te geven waar Nederland rekening mee moet houden. Onderstaande onzekerheden gelden voor een absoluut plafond als zodanig.

¹¹ Door definitieverschillen tussen de Europese energiestatistiek, nationale energiestatistiek, en de aansluitende energiemodellen die worden gebruikt in de nationale energieverkenning kan de scope van het geprojecteerde energiegebruik in beperkte mate afwijken van de scope die in Europa wordt gehanteerd. Bijlage F gaat in op enkele verschillen.

Absoluut plafond kent specifieke risico's

De onzekerheid rond het Nederlandse energieverbruik in 2030 is in de NEV groot. Voor het eindverbruik is deze onzekerheid in de orde van +/- 10%. Voor het primair energieverbruik is de onzekerheid zelfs groter en ligt deze in de orde grootte van +/- 15%. Bij een absoluut verbruiksdoel voor Nederland zouden dergelijke onzekerheden direct doorwerken in de opgave. De opgave voor Artikel 3, oftewel het verschil tussen het verbruik en een verbruiksplafond, is dus vooral afhankelijk van de factoren die de ontwikkelingen van het energiegebruik beïnvloeden. Deels zijn dergelijke factoren al bij de onzekerheden rond de Artikel 7 verplichting genoemd. In veel belangrijkere mate vallen bij een absoluut verbruiksplafond echter ook factoren buiten de reikwijdte van het energiebeleid, zoals economische groei en bevolkingsomvang. Het primair energieverbruik is daarnaast ook afhankelijk van de ingroei hernieuwbare energie en import of export van elektriciteit uit het buitenland. De zwaarte van een absoluut verbruiksdoel zoals in Artikel 3 is daarmee afhankelijk van allerlei moeilijk beïnvloedbare 'omgevingsfactoren', die de opgave voor Nederland bij een vast verbruiksplafond in extreme mate zouden kunnen doen toe- of afnemen. Een sterke toename van het verbruik door dit soort factoren kan leiden tot hoge kosten om toch onder een bepaald plafond te komen en is niet altijd met alleen besparingsmaatregelen op te vangen. Het is onduidelijk op welke manier de commissie in gevallen waarbij een EU-brede toename aan de orde is, invulling wil geven aan de bindende doelstelling op EU niveau.

3

Ontsluiting van besparingsmaatregelen: potentiëlen, beleid en kostenbegrip

Algemeen

Nederland kan een breed palet aan maatregelen inzetten om aan de beleidsopgave in het commissievoorstel te voldoen. De kosten die hiermee gemoeid zijn hangen af van de in te zetten opties, de mate waarin beleid er in slaagt de potentiëlen van de opties te ontsluiten, en de mate waarin opties elkaars effect beïnvloeden. Dit hoofdstuk beschrijft op hoofdlijnen het geïdentificeerde potentieel en de uitgangspunten met betrekking tot beleidsintensiteit. Ook gaat het hoofdstuk in op enkele begrippen die van belang zijn voor een goede duiding van de resultaten en op de gevolgde methodiek. Voor meer details wordt daarbij verwezen naar de bijlagen.

3.1 Methode

3.1.1 Rekenmodel combineert overlap en beleidsontsluiting tot beleidspakket bij specifieke opgave

Om te bepalen op welke manier Nederland aan de opgaven van de EED kan voldoen zijn allereerst de verschillende opties voor energiebesparing in Nederland geïnventariseerd. Daarbij is in kaart gebracht welk besparingspotentieel deze opties hebben. Op basis van expert-judgement is daarbij een inschatting gemaakt welk type beleid (beleidsintensiteit) gevoerd zou kunnen worden om dit potentieel te ontsluiten. Ook is

in kaart gebracht welke kosten en baten gemoeid gaan met realisatie van de besparingsmaatregelen. In onderstaande paragrafen wordt dieper ingegaan op het geïdentificeerde potentieel en de aannames rond beleidsintensiteit.

Vervolgens is een rekenmodel ontwikkeld, dat op basis van deze gegevens uitrekent welk pakket aan maatregelen de gestelde opgave kan voldoen tegen de laagste nationale kosten. Het model rangschikt daarbij de verschillende maatregelen op nationale kosten, waardoor een zogenaamde kostencurve ontstaat. Daarbij wordt op hoofdlijnen rekening gehouden met wisselwerking tussen maatregelen, zodat eventuele overlap wordt gecompenseerd. Het gebruik van drie beleidsvarianten geeft een belangrijke extra dimensie aan de kostencurve-aanpak: om een steeds grotere opgave te realiseren kan ofwel minder ingrijpend beleid op steeds duurdere potentiëlen worden gericht, of kan juist zwaarder beleid meer van de (wellicht reeds aangesproken) goedkopere potentiëlen ontsluiten. Daarmee bestaat dus een afruil tussen kosten enerzijds en eventuele weerstanden tegen zwaarder beleid anderzijds. Meer informatie over de gebruikte rekenmethodiek is beschreven in bijlage B. Onderstaand wordt de betekenis van de resulterende kosten geïllustreerd.

Pakketten tegen zo laag mogelijke kosten: werkelijke kosten hoger

Deze studie beschrijft de minimale nationale kosten die Nederland zal moeten maken om aan de doelstelling van het commissievoorstel te voldoen. Alle berekende maatregelpakketten zijn (bij benadering) de goedkoopste manier om de doelen te halen, gegeven het veronderstelde realiseerbare potentieel bij de gestelde beleidsintensiteit. In werkelijkheid is het meestal niet mogelijk en praktisch op de goedkoopste manier de doelen te halen: beleid is vaak niet in staat om selectief de goedkoopste maatregelen ontsluiten, en bij het beleid spelen bovendien andere overwegingen mee. De berekende kosten zijn dus de minimale kosten die nodig zijn om een beleidsopgave te halen, en de werkelijke kosten zullen wat hoger liggen.

Er zijn soms ook goede redenen om duurder potentieel te ontsluiten, ook wanneer dat niet nodig is om de doelen op korte termijn te halen. Bijvoorbeeld omdat dat een basis legt voor toekomstige verdere stappen in de energietransitie: inzet op nu nog dure maatregelen kan zorgen voor innovatie en kostendalingen. Ook kost het realiseren van bepaalde potentiëlen die nodig zijn in 2050 vaak veel tijd, waardoor het nodig is om vroegtijdig te beginnen.

Nationale Kosten in 2030

In de studie wordt het nationale kosten begrip gehanteerd. Onderstaande tekstbox geeft een beknopte beschrijving van dit begrip. Voor de meeste maatregelen geldt dat investeringen nodig zijn om energiebesparing te realiseren. Vervolgens kunnen maatregelen kosten met zich mee brengen voor bedrijfsvoering en beheer.

Daartegenover staan baten: uitgespaarde kosten voor energie en andere kostenposten, zoals bijvoorbeeld emissierechten. De verschillende posten worden in deze studie vergelijkbaar gemaakt door de investeringskosten te annualiseren. Daarbij wordt berekend welk jaarlijks kostenniveau overeenkomt met de investering, rekening houdend met de economische levensduur en een discontovoet (zie tekstbox voor meer details).

Daardoor ontstaat een kostenbeeld voor één specifiek jaar. In deze studie wordt daarvoor het jaar 2030 gekozen. Doordat wordt verwacht dat de energieprijzen in de loop der tijd veranderen, geldt dit kostenniveau niet voor andere jaren. Gegeven de verwachte stijging van energieprijzen worden de verwachte baten van besparingsopties in de loop der tijd groter. Het beeld op basis van verwachte prijzen in 2030 zal daarmee in het algemeen gunstiger zijn dan het beeld op basis van bijvoorbeeld huidige prijzen. Voor de meeste maatregelen wordt aangenomen dat deze, om te voldoen aan het EED doel in 2030, gradueel 'ingroeien' in de loop der tijd. Het totale maatregelenpakket zal daardoor pas in 2030 volledig zijn gerealiseerd. Het besparingseffect is in 2030 dan ook maximaal. De kosten effecten lopen echter ook na 2030 door voortdurend van o.a. onderhoud, bedrijfsvoering en vermeden energie. De financiële consequenties van het voorstel zijn daarmee dynamisch. Voor de kosten van het voorstel lijken de verwachte nationale kosten in 2030 echter een goede indicatie.

De nationale kosten in 2030 zijn echter geen adequate graadmeter voor de rentabiliteit van opties voor eindverbruikers gedurende de beschouwde periode van 2021-2030. Ten eerste worden eindverbruikers geconfronteerd met andere kostenposten. Belastingen, heffingen en subsidies zorgen voor verschuivingen in de kosten- en batenposten. Daarnaast geldt dat de kosten voor de baten uitgaan; eerst moet worden geïnvesteerd, alvorens gedurende een periode van enkele tot tientallen jaren de energiebatens als vruchten kunnen worden geplukt. Gegeven de bewegende prijzen is het moment van investeren daarbij op de rentabiliteit van invloed. Tijdsvoorkeuren, andere toekomstverwachtingen ten aanzien van prijzen en risico kunnen de financiële afweging bij eindverbruikers anders laten uitpakken.

Nationale kosten

Nationale kosten

De getoonde kosten zijn de jaarlijkse nationale kosten in uit de methodiek milieukosten (VROM 1994, 1998, 2004) uitgedrukt in euro's van 2015. De nationale kosten zijn het saldo van de directe jaarlijkse kosten en baten vanuit maatschappelijk perspectief. Ze omvatten (geannualiseerde) investeringen, bedienings- en onderhoudskosten, energie kosten/baten op basis van internationale handelsprijzen en de kosten/baten van benodigde CO₂-emissierechten in het ETS. In deze studie alle voor peiljaar 2030. Ze omvatten dus geen externe effecten of indirecte effecten op de economie. Specifiek voor opties in de transportsector is er nog een aanvullende post: het effect op de reistijd. Bijlage A licht de kostenmethodiek verder toe.

Kosteneffectiviteit voor effect op eindverbruik van energie.

De getoonde kostencurves laten de kosteneffectiviteit zien van opties die energie besparen in verschillende sectoren: de nationale kosten per gigajoule vermindering van het eindverbruik in 2030.

Kosten: bedragen in 2030

De getoonde kosten zijn de jaarlijkse kosten van de betreffende optie / pakket in het jaar 2030. Gegeven het ingroeitraject van bepaalde potentiëlen, veranderende energieprijzen, en toenemende overlap tussen opties bij grotere toepassing, zal voor andere jaren een (iets) andere kosteneffectiviteit gelden. De meeste kosten zullen ongeveer proportioneel met de ingroei van maatregelen oplopen richting 2030. Kosten in andere jaren zijn in deze studie echter niet onderzocht. De bedragen zijn specifiek voor het getoonde pakket en ten opzichte van de gebruikte referentie (zie ook tekstbox kostencurves).

NEV 2016

De kostenberekeningen gaan uit van de ontwikkeling van energieprijzen en de ontwikkelingen van technologiekosten in de NEV 2016. Met name energieprijzen zijn erg volatiel. Hogere prijzen voor fossiele brandstoffen leiden meestal tot lagere netto kosten, hogere biomassa-prijzen tot hogere netto-kosten. Ook de onderlinge verhoudingen tussen opties kunnen veranderen bij prijswijzigingen. De resultaten omvatten echter geen gevoeligheidsanalyse voor andere energieprijzen.

3.2 Potentiëlen

3.2.1 Besparingspotentieel volgens Artikel 7

Artikel 7 uit de EED heeft betrekking het verbeteren van de energie-efficiëntie in Nederland in de periode 2021-2030. Alleen de additionele besparing die door nationaal beleid is gerealiseerd telt mee (zie ook hoofdstuk 2).

De individuele opties die aan de doelstelling kunnen bijdragen worden beschreven in Bijlage C¹², inclusief hun technische potentieel en kosten. Omdat opties soms hetzelfde energiegebruik als aangrijpingspunt hebben kunnen de individuele potentiëlen niet zonder meer bij elkaar worden opgeteld om tot een totaal potentieel te komen. De mate van overlap hangt daarbij af van de mate van inzet van de verschillende opties.

Gecorrigeerd voor overlappen betreft het geïdentificeerde technisch maximale momentane potentieel circa 360 PJ finaal en circa 390 PJ primaire energie in 2030. Bij het aangenomen ingroeipad bedraagt dit cumulatief ruim 2100 PJ finaal en ruim 2300 PJ primair in de periode 2021-2030.

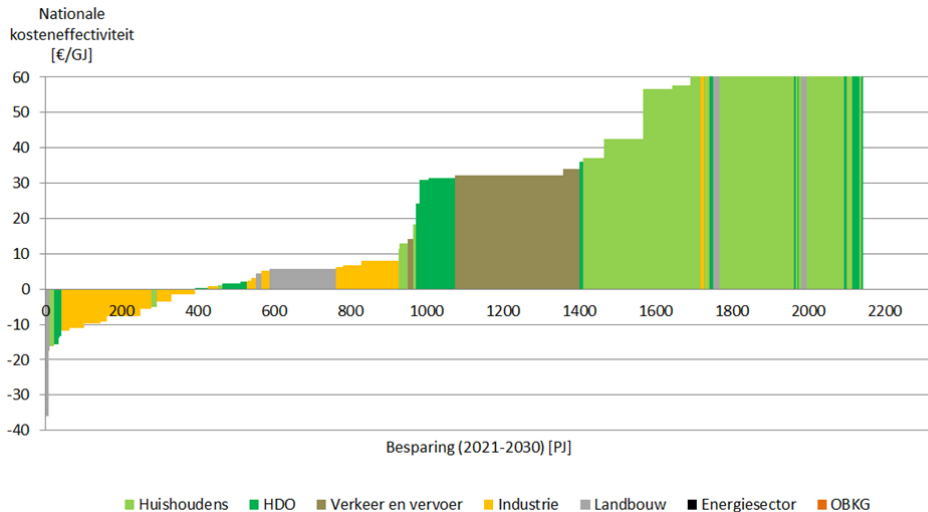
Cumulatieve of momentane besparingen:

Artikel 7 betreft een doelstelling voor cumulatieve besparingen in de periode 2021-2030. Voor het berekenen van de cumulatieve besparingen is het noodzakelijk om aannames te doen over de ingroei van de betreffende maatregelen. Hiertoe is per maatregel een bepaald, vaststaand, ingroeipad verondersteld. Artikel 3 gaat over het 'momentane' energiegebruik in 2030. Daarbij is dus slechts het effect van maatregelen op het energieverbruik in 2030 van belang. Bij een lineair ingroeipad tussen 2020 en 2030 is het cumulatieve effect van een maatregel 5,5 maal zo groot als het momentane effect in 2030. Bij vergelijking van de momentane en cumulatieve effecten dient met dit verschil rekening te worden gehouden.

Figuur 1: geeft de kostencurve van het volledige geïdentificeerde potentieel aan besparingsmaatregelen bovenop de referentie van NEV + ESR pakket. Het potentieel is uitgedrukt in cumulatieve, finale besparing in de periode 2021-2030 en sluit daarmee aan bij de doelstelling voor Artikel 7. In de figuur is rekening gehouden met overlap tussen verschillende maatregelen, maar nog niet met de mate waarin de verschillende potentiëlen door beleid ontsloten kunnen worden. De 'opties' zijn verdeeld over de sectoren en kennen een grote variatie aan kosten.

¹² Alhoewel de studie zoveel mogelijk compleetheid heeft nagestreefd is niet uitgesloten dat andere opties bestaan die aanvullende besparingen zouden kunnen bewerkstelligen. De verwachting is evenwel dat de belangrijkste opties in beeld zijn en eventuele aanvullende opties het totaalbeeld niet wezenlijk zullen veranderen, doordat eventuele aanvullende opties vaak concurreren met opties die wel in beeld zijn.

De grafiek maakt duidelijk dat er in theorie ongeveer 400 PJ aan cumulatieve besparingspotentieel met negatieve kosten bestaat, ofwel: maatregelen die nationale baten opleveren¹³. Nog eens ongeveer 500 PJ aan theoretisch potentieel heeft relatief beperkte nationale kosten van minder dan 10 euro/GJ. Verdere besparingsopties zorgen voor nogmaals ruimschoots verdubbelen van het potentieel, maar daarbij gelden fors hogere nationale kosten. Een deel van dat potentieel heeft dermate hoge kosten dat deze in de figuur niet goed weer te geven zijn.



Figuur 1: Totaal cumulatief technisch besparingspotentieel in 2030 ten opzichte van NEV + ESR pakket. Omwille van leesbaarheid is de getoonde kosteneffectiviteit begrenst op 60 euro/GJ

Verreweg de meeste van de opties met nationale baten betreffen maatregelen in de sector industrie. Aangezien kostenoptimale opties bij niet-ETS sectoren reeds in het ESR pakket zijn opgenomen, betreffen de resterende opties met nationale baten alleen opties bij ETS bedrijven. Opgemerkt wordt dat bij de inventarisatie van industrie opties duurdere opties buiten beschouwing zijn gebleven, omdat deze in de huidige marktomstandigheden vooralsnog niet tot wasdom komen. Er bestaan in theorie wel duurdere mogelijkheden, maar deze zijn daarom niet in kaart gebracht.

De grafiek maakt duidelijk dat de meeste opties bij huishoudens, diensten, verkeer en landbouw wel –soms hoge - nationale kosten met zich meebrengen. Enkele opties in de sector handel, diensten en overheid (HDO) gericht op verlichting en energiemangement hebben nationale baten terwijl in diezelfde sector ook maatregelen zijn met hoge nationale kosten. In Bijlage G staat een uitgebreide beschrijving van alle opties.

Onafhankelijk van de kosten is voor al het geïdentificeerde potentieel additioneel beleid nog om het te kunnen ontsluiten. Dit geldt ook voor het potentieel met negatieve kosten; immers, dit potentieel blijkt bij de uitgangspunten in de referentie niet ontsloten te worden. De volgende paragraaf gaat in op de vraag welke barrières naast

¹³ Bij lagere realisaties is er in het algemeen sprake van kleinere overlap tussen maatregelen, waardoor potentiëlen van individuele opties groter kunnen zijn, en relatieve kosten in het algemeen lager liggen.

kosten kunnen optreden. Daarbij is specifieke aandacht voor het geïdentificeerde potentieel met negatieve kosten in de industrie.

3.2.2 Besparingspotentieel volgens Artikel 3

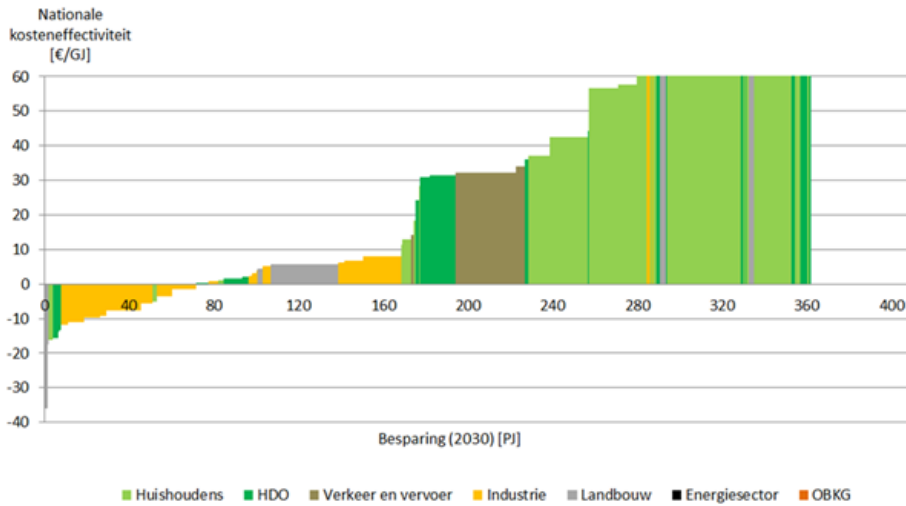
Artikel 3 in de EED is gericht op zowel het finaal energieverbruik als op het primaire energieverbruik. Het verminderen van het eindverbruik leidt in de meeste gevallen ook tot vermindering van het primaire verbruik, alhoewel hier met name bij elektrificatie-opties soms uitzonderingen op bestaan. In grote lijnen dragen de energiebesparingsopties die in voorgaande paragraaf zijn beschreven daarmee bij aan zowel het reduceren van het finale als het primaire energiegebruik.

Bij het primaire verbruik gaat het om het energiegebruik inclusief bijvoorbeeld omzettingsverliezen bij elektriciteitscentrales en het energieverbruik van raffinaderijen, maar exclusief het verbruik voor niet-energetische toepassingen. Het primaire verbruik wordt daardoor niet alleen bepaald door de vraag en efficiëntie van het gebruik door eindverbruikers, maar ook door de efficiëntie van de energiesector en het transport en distributie van energie. Verhogen van de efficiëntie van energieaanbod opties, zoals door grootschalige hernieuwbare energie¹⁴, efficiëntere opwekking, of warmte-kracht koppeling (WKK) kan dus het primaire energieverbruik verlagen zonder dat het eindverbruik erdoor verandert. Deze opties zijn in het kader van deze studie echter niet geïnventariseerd. De studie beschouwd daarom alleen een verbruiksdoel voor het finale energiegebruik.

Het absolute energiegebruik in Nederland kan in theorie ook worden beperkt door bepaalde activiteiten niet meer of minder in Nederland te verrichten. Denk bijvoorbeeld aan minder industriële productie, minder landbouw of minder transport. Dergelijke 'krimpties' zijn niet meegenomen in de opties, omdat dit vaak alleen verplaatsing van economische activiteit naar het buitenland oplevert en dus niet wezenlijk bijdraagt aan emissiereductie of energiebesparing op wereldschaal. Tenslotte is ook verschuiving van economische activiteit van energie-intensieve naar energie-extensieve sectoren buiten beschouwing gebleven, alhoewel ook dat tot een daling van het verbruik kan leiden.

De analyse ten aanzien van Artikel 3 geeft daarmee geen volledig beeld van de mogelijkheden. De studie analyseert ten aanzien van Artikel 3 in feite op welke wijze energiebesparingsopties aan de opgave kunnen bijdragen. **Figuur 2:** geeft het in voorgaande paragraaf beschreven besparingspotentieel weer, uitgedrukt in momentane reductie van het eindverbruik in 2030.

¹⁴ Bijvoorbeeld voor hernieuwbare elektriciteitsopwekking gelden boekhoudkundige regels die zorgen voor een opwekkingsrendement van 100%. Hierdoor leidt hernieuwbare elektriciteitsproductie in plaats van productie in elektriciteitscentrales tot een sterke daling van het primaire energieverbruik.



Figuur 2: Totaal geïdentificeerd momentaan besparingspotentieel in 2030 ten opzichte van NEV + ESR pakket. Omwille van leesbaarheid is de getoonde kosteneffectiviteit begrenst op 60 euro/GJ.

3.3 Beleid

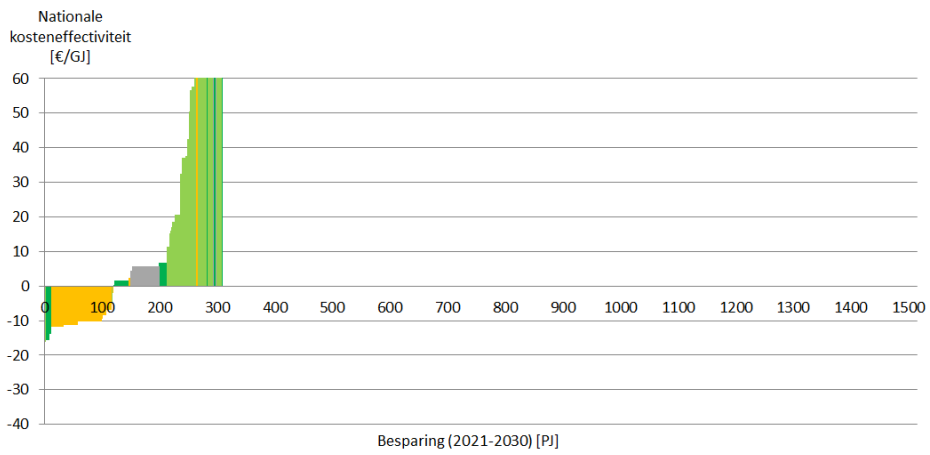
3.3.1 Realiseerbaar potentieel afhankelijk van beleid

Deze studie is niet bedoeld om concrete beleidsinstrumenten te analyseren. Tegelijkertijd is het niet reëel om in de berekeningen te veronderstellen dat het volledige technische potentieel gerealiseerd kan worden. Er is daarom gekozen voor drie beleidsintensiteiten die in abstracte vorm laten zien wat de kosten en baten zijn om aan de resterende opgave te voldoen bij verschillende beleidsdruk.

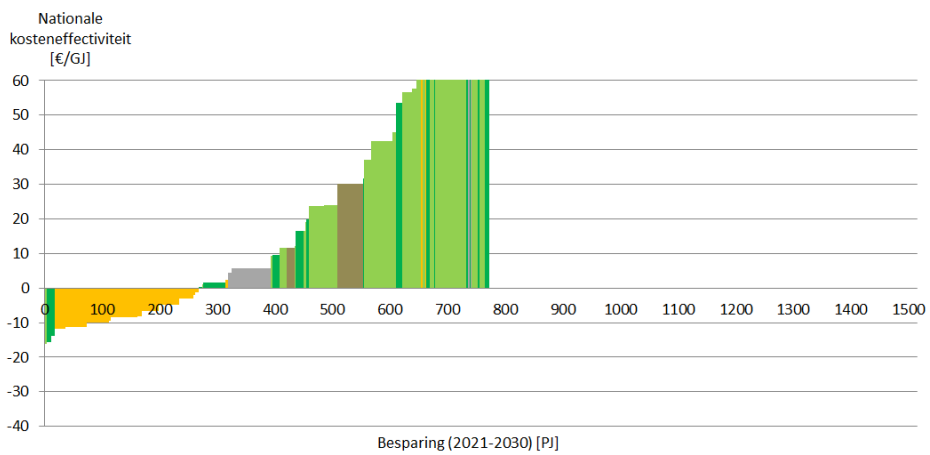
In de praktijk zijn er bijna oneindig veel mogelijkheden voor combinaties van beleidsinstrumenten die invulling kunnen geven aan steeds verder oplopende beleidsdruk. De drie varianten moeten gezien worden als illustraties van drie voorbeelduitwerkingen binnen dit spectrum. In variant A gaat het om aanvullend beleid met vergelijkbare intensiteit als het huidige en voorgenomen beleid zoals dat in de NEV 2016 is meegenomen. In variant B gaat het om verdergaand beleid, maar in lijn met bestaande ideeën voor aanvullend beleid. Denk daarbij aan bijvoorbeeld verplichtingen voor besparing in de industrie, voor energiebedrijven en/of woningcorporaties. Variant C gaat uit van nieuwe zware instrumenten die politiek of maatschappelijk controversieel kunnen zijn en/of zich op deelsectoren richten die eerder grotendeels buiten schot bleven. De varianten A, B, C zijn dus niet bedoeld als uitgewerkte beleidsbeelden, maar eerder oplopende niveaus van beleidsintensiteit. Van A naar B naar C worden er, bij alle maatregelpotentiëlen, steeds sterkere prikkels en dwingende elementen verondersteld en wordt beleid minder vrijblijvend. In de praktijk kan uiteraard ook een mix worden gevormd van verschillende intensiteiten ten aanzien van verschillende maatregelen. De

volgende paragraaf beschrijft op hoofdlijnen enkele concretere uitwerkingen van de beleidsvarianten. Ook de tekstbox 'Beleidsvarianten' gaat verder in op de beleidsvarianten.

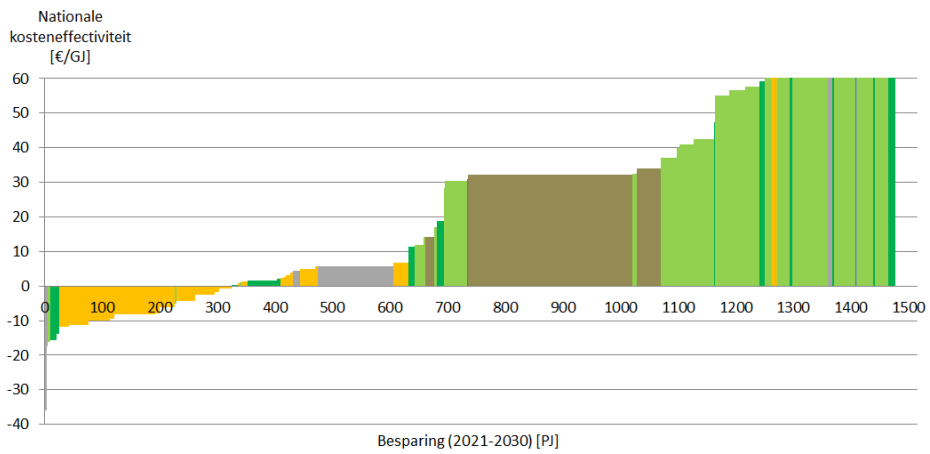
De aanname is dat hoe zwaarder het beleid is, hoe groter het potentieel is dat per technische maatregel kan worden ontsloten. Van ieder 'blokje' uit de theoretische kostencurve wordt als het ware een steeds groter deel ontsloten. Dat geldt in principe zowel voor de relatief goedkope maatregelen als de relatief duurdere, alhoewel bij zwaarder beleid soms ook 'nieuwe' maatregelen ontsloten worden. Daardoor hoort bij iedere beleidsvariant een andere kostencurve. Hoe zwaarder het beleid, hoe 'uitgerekker' de kostencurve wordt. Ter illustratie geeft **Figuur 3**: de kostencurves voor het totaal ontsluitbare potentieel bij de in deze studie gekozen beleidsvarianten. Het totaal ontsluitbare potentieel bedraagt bij beleidsvariant 'A' ongeveer 15% (circa 300PJ) van het totaal geïdentificeerde technisch potentieel, bij beleidsvariant 'B' ongeveer 35% (circa 750 PJ) en bij beleidsvariant 'C' bijna 70% (circa 1500 PJ).



Huishoudens HDO Verkeer en vervoer Industrie Landbouw Energiesector OBKG



Huishoudens HDO Verkeer en vervoer Industrie Landbouw Energiesector OBKG



Huishoudens HDO Verkeer en vervoer Industrie Landbouw Energiesector OBKG

Figuur 3: Kostencurve bij maximaal ontsluitbaar (cumulatief) potentieel bij beleidsvariant A (boven), B (midden) en C (onder).

3.3.2 Met welke beleidsintensivering kan het potentieel worden ontsloten?

Zoals in paragraaf 3.1 is beschreven bestaat er een scala aan besparingsmaatregelen die in de projecties niet worden gerealiseerd. Er is extra beleid nodig om dit potentieel te ontsluiten. Om inzicht te geven in de inspanning die eindverbruikers en de overheid hiervoor moeten plegen, naast de gerelateerde kosten, is het van belang om hier een beeld van te geven. Het is evenwel niet het doel van deze studie om te komen tot concreet uitgewerkte beleidsinstrumenten. Daarom is er in deze studie gewerkt met drie globale beleidsvarianten.

In variant A gaat het om intensivering van huidig en voorgenomen beleid zoals dat in de NEV 2016 is meegenomen. In variant B gaat het om nieuw beleid, maar wel op basis van gangbare beleidsinstrumenten en scope. Variant C gaat uit van nieuwe zware instrumenten die politiek controversieel zijn en/of deelsectoren aanpakken die eerder buiten schot bleven. In **Tabel 3** is de beleidsdruk zoals die is gehanteerd in de drie beleidsvarianten gespecificeerd. Opgemerkt wordt dat de varianten gezien moeten worden als specifieke voorbeelduitwerkingen binnen een continu spectrum, waarbij in de praktijk elementen van verschillende varianten gecombineerd kunnen worden.

Tabel 3: Illustratie van instrumentatie in sectoren die qua intensiteit past bij de gehanteerde varianten

	Variant A	Variant B	Variant C
Algemene toelichting	In variant A gaat het om intensivering van huidig en voorgenomen beleid zoals dat in de NEV 2016 is meegenomen.	In variant B gaat het om nieuw beleid, maar wel op basis van gangbare beleidsinstrumenten en bereik.	Variant C gaat uit van nieuwe zware instrumenten die politiek controversieel zijn en/of deelsectoren aanpakken die eerder buiten schot bleven.
Huishoudens	Intensiveren voorlichting, financiële ondersteuning en facilitering van eigenaar bewoners. Huursector naar gemiddeld label A in 2030	Meer verplichtend beleid, bijvoorbeeld in de vorm van een besparingsverplichting voor energieleveranciers of een tendersysteem voor energiebesparing.	Verdergaand beleid gericht op woningeigenaren zelf, zoals een labelverplichting of belastingprijkkels. In huursector inzetten op groot aandeel energieneutrale renovaties
Diensten	Uitbreiden van de 5 jaar terugverdientijden is uit de Wet Milieubeheer met bedrijven die nu niet onder de eis vallen of de TVT-eisen verruimen naar meer dan 5 jaar.	Verplichting op gebouwniveau bijvoorbeeld alle gebouwen in de dienstensector naar verplicht label C niveau	Verplichting op gebouwniveau bijvoorbeeld alle gebouwen in de dienstensector naar verplicht label A niveau
Industrie	Variant A gaat uit van intensiveren van bestaand beleid, bijvoorbeeld door verstevigen van de Energie-Efficiëntie Plannen met hogere	Variant B betreft nieuw beleid in de vorm van verduurzamingscontracten met sectoren, bestaande uit resultaatverplichtingen	Niveau C Hetzelfde als B, maar gericht op verdergaande verduurzaming richting 2050 en minder vrijwillig

	Variant A	Variant B	Variant C
Algemene toelichting	In variant A gaat het om intensivering van huidig en voorgenomen beleid zoals dat in de NEV 2016 is meegenomen.	In variant B gaat het om nieuw beleid, maar wel op basis van gangbare beleidsinstrumenten en bereik.	Variant C gaat uit van nieuwe zware instrumenten die politiek controversieel zijn en/of deelsectoren aanpakken die eerder buiten schot bleven.
	eisen voor terugverdientijd tot 5 jaar, initiatieven oppakken m.b.t. circulaire economie betreffende verbeterde plasticrecycling, verpakkingen, luiers, etc., Green deals: één-op-één projecten faciliteren en aantrekkelijker financieren. Verhogen en verbreden EIA, meer innovatiesubsidies onder andere voor demoprojecten.	waarmee maatregelen getroffen worden tot 7-10 jaar terugverdientijd en waar aantoonbaar nodig ook financiële ondersteuning. Tevens financiële ondersteuning voor verdere verduurzaming op basis van vrijwillige initiatieven bedrijven.	karakter met meer industrie dekkende bereik en bijbehorend hogere financieringsinzet.
Landbouw	Voor variant A is uitgegaan van een grotere toepassing van technische maatregelen uit het bestaande programma Kas als Energiebron (KaE), door bijvoorbeeld het verbeteren van het investeringsklimaat met exportsubsidies en garanties (mits niet in strijd met EU regulering), het helpen van tuinders om meer afzet te creëren in handelsmissies. Ook kan gedacht worden aan sloop en subsidieregelingen voor nieuwbouw, stimuleren ontsluiting nieuwe locaties voor nieuwbouw of herlocatie bedrijven. Geothermieprojecten, warmtenetten en biomassa kunnen worden gestimuleerd door bijvoorbeeld de garantieregeling geothermie uit te breiden, SDE regeling voor biomassa en een warmteplan. De overheid kan verder bijvoorbeeld regelingen als de MEI, EIA, SDE of belastingvrijstelling aardgas uitbreiden om bestaande trends te versnellen.	Variant B is een intensivering van variant A, waarbij de overheid meer budget uitrekt voor gerichte steunprogramma's zoals het KaE Kennisverspreiding binnen de sector wordt door de overheid actief gestuurd bijvoorbeeld door het mede-organiseren en actief ondersteunen van telers- en teeltadviseurbijeenkomsten over HNT en het uitbreiden van opdrachten voor studies onder KaE naar WUR en telers.	Variant C betreft zwaar verplichtend beleid gericht op vergaande verduurzaming, verdere besparing bij kasrenovaties en relocatie van bedrijven om aan te sluiten op infrastructuur projecten (geothermie, warmtenetten). Hieronder valt bijvoorbeeld verplichte sloop en nieuwbouw, met subsidie of andere compensatie.
Verkeer en vervoer	Voor variant A is uitgegaan van de volgende instrumenten: -Fiscalisering toepassing zuiniger banden	Voor variant B is uitgegaan van de maatregelen in variant A + - Verlagen maximum	Voor variant C is uitgegaan van variant A en B +: - Kilometerheffing personenverkeer

	Variant A	Variant B	Variant C
Algemene toelichting	In variant A gaat het om intensivering van huidig en voorgenomen beleid zoals dat in de NEV 2016 is meegenomen.	In variant B gaat het om nieuw beleid, maar wel op basis van gangbare beleidsinstrumenten en bereik.	Variant C gaat uit van nieuwe zware instrumenten die politiek controversieel zijn en/of deelsectoren aanpakken die eerder buiten schot bleven.
	-Fiscale stimulering FEVs na 2020	snellheid snelwegen; 130 -> 120 - Kilometerheffing vrachtverkeer (Maut)	

“Beleidsvarianten”: varianten voor potentieelontsluiting

De berekeningen omvatten drie varianten: ‘A’, ‘B’ en ‘C’, die onderling verschillen in de ontsluitingspercentages van het technische potentieel. De sectorexperts van ECN en PBL hebben per optie een indicatieve inschatting gemaakt van het deel van het potentieel dat met oplopende beleidsintensiteit te ontsluiten is. Het gaat daarbij niet om uitgewerkte beleidsmaatregelen.

Beleidsvariant ‘A’ gaat uit van de minst intensieve instrumentatie, die qua intensiteit vergelijkbaar is met maatregelen die nu reeds vastgesteld of voorgenomen beleid vormen, variant ‘B’ is wat zwaarder en variant ‘C’ kent de zwaarste beleidsintensiteit. In de centrale berekeningen wordt variant B als uitgangspunt gekozen. Bijlage E laat per optie de veronderstelde ontsluitingspercentages in de verschillende beleidspakketten zien.

Realistischer

De reden om met beleidsvarianten en ontsluitingspercentages te werken is dat alleen technische potentiëlen en nationale kosten een onrealistisch en veel te optimistisch beeld geven. Het gaat immers in alle gevallen om potentiëlen die burgers en bedrijven niet vanzelf nemen: anders zou dat in de baseline al gebeuren. Er zijn dus allerlei barrières – kosten, financieringsproblemen, rompslomp, overlast, ontbrekende kennis, andere prioriteiten – die het beleid moet ondervangen of waaraan het tegenwicht moet bieden. Naarmate dat beleid zwaarder is, en daar dus beter in slaagt, zal invoering van dat beleid zelf vaak ook weer op toenemende weerstand en barrières stuiten: politiek en maatschappelijk draagvlak, juridische barrières, kosten voor overheid of burgers en bedrijven.

Zonder dat dit voor alle individuele opties concreet te maken is, gaat het dus bij variant C om in allerlei opzichten lastiger en als vervelender ervaren beleid dan in B, en is B weer lastiger dan A. De resultaten voor de verschillende varianten maken daarmee enigszins de afruil zichtbaar tussen nationale kosten en de inspanning die het vergt om met beleid de potentiëlen te ontsluiten.

3.3.3 Welke barrières bestaan er voor het ontsluiten van potentieel, naast kosten?

Kosten van maatregelen vormen uiteraard een belangrijke barrière bij het ontsluiten van besparingspotentieel. Maatregelen die zichzelf niet of pas na lange tijd terugverdienen kunnen door stakeholders en door beleidsmakers worden gezien als onaantrekkelijk. Kosten zijn echter niet het enige besliscriterium. Uit de potentiëelinventarisatie blijkt dat er, met name in industrie, nog veel onbenut kosteneffectief besparingspotentieel is. Daartegenover staat dat er in de referentie van uit wordt gegaan dat sommige maatregelen wel worden genomen, terwijl die relatief hogere kosten met zich mee brengen. Dat roept de vraag op: “Waarom worden besparingsmaatregelen die geld opleveren voor de Nederlandse samenleving niet automatisch toegepast?” Oftewel, welke andere barrières spelen er voor het ontsluiten van potentieel naast de kosten? Dit heeft voornamelijk te maken met de keuzes die gemaakt worden door eindverbruikers. Het zijn immers huishoudens, verhuurders, gebouweigenaren, ondernemers en agrariërs die bepalen of technische maatregelen getroffen worden. Hun individuele belangen en mogelijkheden zijn niet per sé in lijn met nationale kostenoptimalisatie. Vanwege het grote geïdentificeerde kosteneffectieve potentieel in de industrie richt deze paragraaf zich vooral op die sector, alhoewel veel van de argumenten ook in andere sectoren en ook voor niet-kosteneffectieve maatregelen kunnen gelden. Overigens zijn er ook vanuit beleidsperspectief verschillende redenen waarom nationale kostenoptimalisatie niet altijd wordt nagestreefd.

Uitgedrukt in eindverbruikerskosten neemt kosteneffectief potentieel toe

In de nationale kosten zijn overdrachten, zoals belasting naar de overheid en winstmarges naar andere partijen niet meegerekend. Op nationaal niveau kunnen immers de kosten van de één weggestreept worden tegen de opbrengsten van de ander. Eindgebruikers moeten deze kosten uiteraard wel maken. Daar tegenover staat dat de opbrengstendoor bespaarde energiekosten, met name door energiebelasting, ook hoger zijn. Ook als de kosten worden uitgedrukt in eindgebruikerskosten blijken dezelfde opties daardoor kosteneffectief uit te pakken. Dit geldt voor industriële eindverbruikers, maar in nog sterkere mate voor de dienstensector en huishoudens. Uit deze analyses valt op te maken dat kosten niet het doorslaggevende argument zijn waarom maatregelen niet toegepast worden.

Bij huidige energieprijzen zijn besparingsopties minder aantrekkelijk

Wat wel belangrijk is om in ogenschouw te nemen, is dat in de analyse rekening is gehouden met een stijging van de energieprijzen ten opzichte van het huidige niveau. De huidige energieprijzen liggen aanzienlijk lager dan de projecties. Bij de huidige prijzen vallen de baten dus aanzienlijk lager uit dan bij de verwachte toekomstige prijzen. Dit draagt er aan bij dat industriële bedrijven op dit moment minder bereidheid hebben om te investeren in energiebesparing. Bij de huidige energieprijzen heeft een aanzienlijk deel van het potentieel een terugverdientijd van meer dan 5 jaar. De huidige prijzen zijn evenwel ook slechts een momentopname; volgens de NEV 2016 bevinden de prijzen zich momenteel in een dal. Ook in het verleden, toen prijzen juist hoger lagen

dan nu, vormden de kosten blijkbaar geen doorslaggevend argument voor het nemen van besparingsmaatregelen.

Organisatorische barrières verhinderen benutting potentieel

Naast kosten zijn er andere barrières die maken dat het beschreven besparingspotentieel nu niet wordt toegepast. In 2012 heeft ECN barrières in kaart gebracht voor energiebesparing in de industrie. (Daniëls et al, 2012). Hoewel de studie specifiek gericht was op de industrie, spelen de genoemde barrières ook een rol in de dienstensector of in de landbouw. De studie identificeert 5 typen barrières die maken dat energiebesparingsopties niet altijd worden toegepast in de praktijk. Hieronder worden deze barrières kort besproken. Een uitgebreide toelichting is te vinden in (Daniëls et al, 2012).

I. Onzekerheden en risico

Bij een hogere risicoperceptie worden doorgaans hogere eisen gesteld aan het rendement van de investering. Risico's die meewegen voor het nemen van een investeringsbeslissing zijn onder andere de algemene economische ontwikkeling, de ontwikkeling van energieprijzen en daaraan verbonden terugverdiertijden en onzekerheid over toekomstig (overheids-)beleid. Verder spelen vooral in de industrie technische risico's een rol. Bedrijven willen voorkomen dat bedrijfsprocessen door de toepassing van besparende maatregelen verstoord raken.

II. Verborgene kosten

Het kost bedrijven geld om informatie te verzamelen of in te huren, de mogelijkheden voor energie-efficiëntie te identificeren en het proces te doorlopen van een idee naar een definitieve investeringsbeslissing. Ook kunnen er extra kosten nodig zijn voor bijvoorbeeld het inpassen van de technologie in het bestaande bedrijfsproces. Toepassing van een nieuwe technologie kan verstoringen van het bedrijfsproces veroorzaken. Een andere kostenpost ontstaat wanneer installaties of machines vervangen worden terwijl die nog niet volledig afgeschreven zijn.

III. Organisatorische barrières

Organisatorische barrières kunnen zowel betrekking hebben op de motivatie, als op de mogelijkheden. Als voor de toepassing meerdere bedrijven of andere actoren nodig zijn, kunnen ook bedrijfsoverstijgende barrières een rol spelen. Als de ene partij de mogelijkheid en de kosten heeft, en de andere het voordeel, is er sprake van split-incentives. Een klassiek voorbeeld is de verhuur van gebouwen, waarbij de verhuurder van het gebouw de mogelijkheid heeft om energiebesparende maatregelen te nemen, en de huurder profiteert van de lagere energiekosten. De organisatie van bedrijven is gericht op het uitvoeren van hun corebusiness. Dat betekent dat informatie die daarbij aansluit meestal een hogere prioriteit heeft en makkelijker verwerkt kan worden door een bedrijf, dan informatie die niets met de corebusiness te maken heeft.

IV. Informatie en kennis

Potentiële investeerders kunnen gebrek aan informatie hebben over welke energiebesparende technologieën beschikbaar zijn en over het energiegebruik van het bedrijf. Voor het accepteren en toepassen van de informatie is het daarnaast een voorwaarde dat de informatie ook als betrouwbaar beschouwd wordt. Daarnaast moet het bedrijf in staat zijn om de kennis toe te passen en moet de capaciteit hiervoor beschikbaar zijn.

V. Beschikbaarheid en allocatie van kapitaal

Kapitaal kan intern beschikbaar zijn, maar het kan ook zijn dat het bedrijf afhankelijk is van externe kapitaalverstrekkers. Als deze kapitaalverstrekkers niet bereid zijn investeringen in energie-efficiëntie te financieren, dan kan de investering daardoor worden verhinderd. Naast algemene barrières die gelden voor (industriële) organisaties zijn er ook specifieke barrières bij huishoudens, diensten en landbouw.

Specifieke barrières bij huishoudens

Kosteneffectiviteit is slechts één van de factoren van belang voor woningeigenaren bij de keuze om te investeren in energiebesparende maatregelen. In het menselijk keuzegedrag spelen tal van onbewuste psychologische mechanismen (biases) een rol, zoals verliesaversie, risicomijding en cognitieve dissonantie.¹⁵ Verder zijn er barrières die verhinderen dat huishoudens investeren in kosteneffectieve maatregelen. Denk aan toegang tot kapitaal, gebrek aan informatie en toegang tot aanbieders van energiebesparende maatregelen. Hoewel deze barrières ook bij organisaties een rol spelen, zijn ze bij huishoudens meer dominant.

Voor huurwoningen geldt een split-incentives probleem, wat betekent dat besparingen op de energierekening terecht komen bij de huurder, terwijl investeringen moeten worden gedaan door de verhuurders. Voor sociale huurwoningen is in Nederland de huurprijs gerelateerd aan de energetische kwaliteit waardoor dit probleem verminderd is.

Specifieke barrières bij diensten

Een belangrijke barrière in de dienstensector is het relatief kleine belang dat energielasten spelen binnen deze sector. Loonkosten zijn een veel grotere kostenpost. Voor commerciële bedrijven geldt dat focus op het primaire proces van bedrijven veel belangrijker is, dan kostbare tijd besteden aan relatief beperkte kostenbesparing op energie.

Specifieke barrières bij landbouw

Het LEI en ECN hebben in 2015 externe factoren in kaart gebracht die van invloed zijn op de realisatie van energiebesparing in de landbouw¹⁶. De belangrijkste zijn:

- Overaanbod van producten waardoor de prijsvorming onder druk staat; hierdoor zijn er minder financiële middelen voor investeringen in energiebesparing en duurzame energie.
- Door toename van de aardgasprijs en de daling van de prijs voor de verkoop van elektriciteit nemen de netto (inkoop - verkoop) energiekosten toe en daalt de gebruiksduur van de wk-installaties.
- Door toename van de netto energiekosten wordt energiebesparing en duurzame energie gestimuleerd.

Het zijn deze barrières die maken dat kosteneffectief potentieel toch niet toegepast wordt in de praktijk. Er is sectorspecifiek beleid nodig om deze barrières te slechten.

¹⁵ Uytterlinde, J.C.M., Kwalitatieve verdieping koopsector - Achtergrondstudie NEV 2015, <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--15-061>

¹⁶ Sivilis, H. et al (2015, Opties voor energieneutrale agrosectoren in 2025, <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-O--16-005>

4

Welke consequenties heeft de EED opgave voor Nederland?

In Hoofdstuk 2 is beschreven welke verplichtingen de EED met zich meebrengt. Duidelijk is daaruit dat de nationaal bindende verplichting uit Artikel 7 verder gaat dan met vastgestelde en voorgenomen beleid uit de NEV 2016 wordt gerealiseerd. Nederland zal dus aanvullende maatregelen moeten nemen om aan de Artikel 7 verplichting te voldoen. Dit hoofdstuk gaat in op de vraag wat deze aanvullende opgave voor Nederland betekent.

In de analyse wordt er daarbij van uit gegaan dat Nederland ook maatregelen neemt om aan de opgave uit het voorstel van de Europese Commissie voor Effort Sharing Regulation te voldoen, zoals beschreven in Daniels et al 2016. In dat 'ESR pakket' zitten ook besparingsmaatregelen die mogen meetellen voor EED Artikel 7. De resterende opgave voor EED Artikel 7 voor Nederland wordt bij realisatie van het ESR-pakket dus kleiner, maar nog altijd resteert dan een opgave. De consequenties van die restopgave staan in dit hoofdstuk centraal, en worden beschreven in paragraaf 4.1.

Hoofdstuk 2 heeft verder aangegeven dat de opgave die voor Nederland volgt uit EED Artikel 3 nog niet precies te bepalen is. Het Artikel geeft geen specifieke reductieopgave die bindend is op lidstaatniveau en geeft ook geen concrete handvatten voor de verdeling van de Europees bindende opgave over de lidstaten. Paragraaf 4.2 kijkt daarom naar de verbruiksreductie die Nederland zou kunnen bijdragen aan het Europese doel. Er wordt daarbij met name ingegaan op de kostenconsequenties van het terugdringen van het finaal verbruik in Nederland met besparingsmaatregelen. Ook wordt daarin verder ingegaan op de mogelijke consequenties wanneer de lidstaten samen niet voldoen aan het op Europese schaal bindende verbruikplafond.

4.1 Welke consequenties heeft Artikel 7 voor Nederland?

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 is er technisch gezien ruim voldoende potentieel beschikbaar om aan de verplichting van Artikel 7 te voldoen. Om extra maatregelen te kunnen realiseren is echter in alle gevallen extra beleid nodig. In de referentie situatie worden de maatregelen immers niet gerealiseerd. Dat geldt voor zowel de maatregelen die (nationale) kosten hebben, als voor maatregelen met nationale baten. In hoofdstuk 3 is ingegaan op de vraag welke barrières er naast de kosten bestaan voor het uitvoeren van maatregelen. Zwaarder beleid - bijvoorbeeld meer normeren, verplichten, belasten, subsidiëren, met gevolgen voor lastenverdeling, privacy etc - kan in meer gevallen dit soort barrières opheffen of overkomen, waardoor meer (en) goedkoper potentieel kan worden ontsloten, maar het invoeren van zwaarder beleid zal ook op meer weerstanden stuiten. In een integrale afweging kan zwaarder beleid aantrekkelijk worden gevonden dan hogere kosten, of vice versa. Een dergelijk integrale afweging zal van geval tot geval verschillen en afhankelijk zijn van het totaalbeeld.

In deze studie is daarom voor drie varianten van beleidsintensiteit geïnventariseerd welk gedeelte van het potentieel er mee kan worden ontsloten (zie paragraaf 3.3) en welke kosten vervolgens samenhangen met de opgave zoals bepaald in Hoofdstuk 2. Op die manier komt naast de kostencomponent van de opgave van de EED ook de component van beleidsintensiteit in beeld. De beleidsvarianten zijn hypothetisch en illustratief van aard. Er zijn voor het ontsluiten van de potentiële in het algemeen verschillende instrumenten denkbaar. Op specifieke vormgevingsdetails van instrumenten is in deze studie bovendien niet ingegaan, terwijl die voor het effect van groot belang kunnen zijn. Enkele voorbeelden van instrumentering die representatief zijn voor de beleidsintensiteit in variant A, B en C zijn beschreven in paragraaf 3.3.2.

Bij de analyse van de consequenties van Artikel 7 voor Nederland wordt omwille van de beknoptheid met name ingegaan op de resultaten bij beleidsvarianten A en B. Die resultaten maken helder dat de keuze van de beleidsintensiteit een relevante factor is bij de gegeven opgave. De resultaten van beleidsvariant C voegen aan het beeld niets wezenlijks toe.

4.1.1 Kostenoptimaal pakket van opties om te voldoen aan Artikel 7

Zoals in Hoofdstuk 2 beschreven betekent de opgave voor Artikel 7 dat ten opzichte van de referentiesituatie NEV + ESR pakket nog 342 PJ cumulatieve energiebesparing moet worden gerealiseerd.

Minimale nationale kosten voor de EED Artikel 7 doelstelling

De minimale kosten om aan de doelstelling van Artikel 7 te voldoen zijn zeer afhankelijk van het gevoerde beleid. Bij de minst zware beleidsvariant (A) is het ontsluitbare potentieel onvoldoende om het doel te realiseren¹⁷. Zoals in Hoofdstuk 3 beschreven, wordt de beleidsintensiteit in deze variant geacht in lijn te zijn met die van huidige instrumenten, zoals die zijn opgenomen in het vastgestelde en voorgenomen beleid uit de NEV 2016. Dat betekent dat tenminste op onderdelen zwaarder beleid ingezet zal moeten worden om aan de doelstelling van Artikel 7 te kunnen voldoen. Door de gebruikte methode moeten de resultaten echter niet te zwart-wit worden beschouwd. Zeker aan de randen van het haalbare is het beeld met flinke onzekerheden omgeven. De resultaten van het maximaal haalbare potentieel bij variant A kunnen daardoor desondanks illustratief zijn voor de consequenties van de opgave bij de huidige beleidsintensiteit.

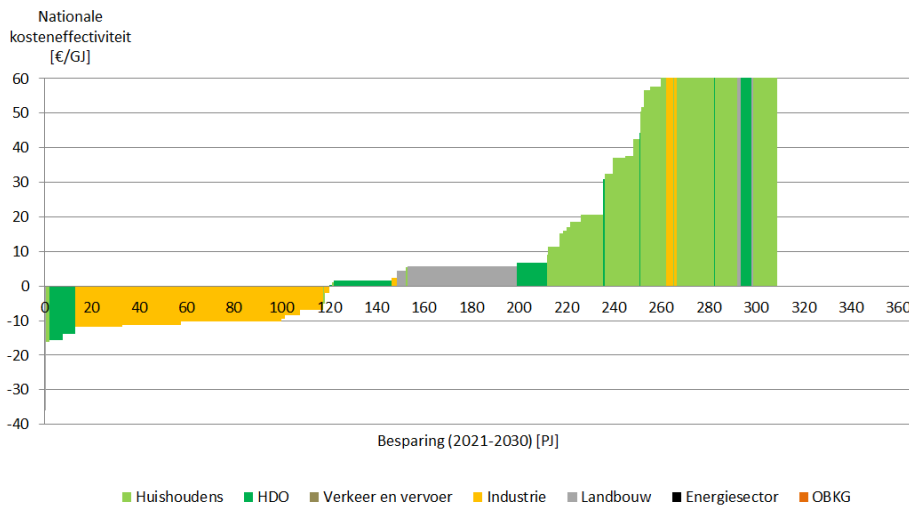
Het volledig ontsluiten van al het potentieel bij beleidsvariant A leidt daarbij tot nationale kosten van circa 1,5 miljard euro in 2030. Een belangrijk deel van die kosten wordt veroorzaakt door de dure maatregelen in de 'staart' van de kostencurve (zie **Figuur 4**): de duurste 10% van het potentieel zorgt voor ruwweg 75% van de kosten. De duurste optie in dit maatregelpakket heeft een nationale kosteneffectiviteit van circa 900 euro per gigajoule energiebesparing in 2030. Inzet van verdergaand beleid op goedkopere maatregelen, zodat inzet van duurdere maatregelen niet nodig is, kan zodoende forse kostenbesparingen opleveren. Dit volgt ook uit de analyse bij grotere beleidsintensiteit.

Uitgaande van de beleidsvariant (B), kan de doelstelling bijvoorbeeld met nationale *baten* van circa 380 miljoen euro in 2030 worden bereikt. **Figuur 5**: laat zien dat deze resterende opgave voor het grootste deel kan worden ingevuld met maatregelen met negatieve nationale kosten. De duurste optie in dit maatregelpakket heeft een nationale kosteneffectiviteit van circa 6 euro per gigajoule energiebesparing in 2030.

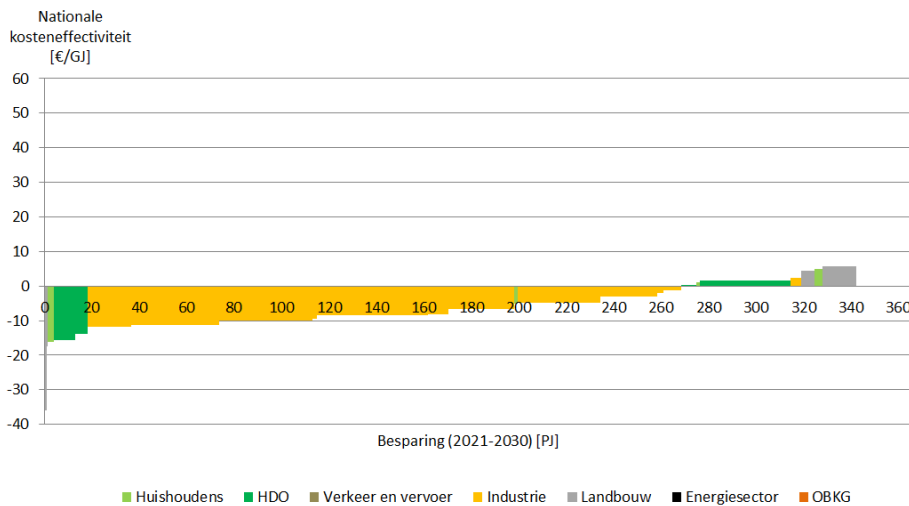
Bij variant C zijn de baten nog groter, omdat dan meer goedkoop potentieel, voornamelijk in de industrie, bereikt kan worden. De nationale baten in die variant zijn circa 500 miljoen euro. Alle opties in het pakket hebben baten vanuit de nationale kostenmethodiek. De duurste optie heeft een nationale kosteneffectiviteit van circa -1 euro per gigajoule energiebesparing in 2030.

De vergelijking van de varianten geeft daarmee een ogenschijnlijk paradoxaal beeld: Er is meer beleidsdruk nodig om het kosteneffectievere potentieel te bereiken. Onderstaand wordt deze ogenschijnlijke paradox verder toegelicht.

¹⁷ De maximaal ontsluitbare opgave in variant A bedraagt 309 PJ cumulatief. Resultaten dichtbij de uiterste waarden zijn zeer gevoelig voor modelaannames, waardoor de resultaten minder betrouwbaar zijn.



Figuur 4: Kostencurve maximaal ontsluitbaar potentieel na NEV + ESR bij beleidsvariant A (309 PJ).



Figuur 5: Kostencurve EED doel na NEV + ESR (342 PJ) bij beleidsvariant B

4.1.2 Kostencomponenten en terugverdientijden

Naast de reeds besproken nationale kosten en de kosten van de marginale optie kunnen ook de kostencomponenten, zoals de totale investeringskosten en de resulterende energiebaten inzicht bieden in de opgave, evenals uitsplitsing van kosten naar sectoren.

Tabel 4 geeft daarom ter indicatie deze kostenkenticallen voor de drie beleidsvarianten. De cijfers voor beleidsvariant A in deze tabel behoren bij het maximaal haalbare pakket, dat zoals beschreven onvoldoende is om aan de verplichting te voldoen.

Tabel 4: Kosten en opbouw kosten bij kostenoptimaal voldoen aan de EED Art. 7 verplichting bij verschillende beleidsintensiteit

	Nationale kosten in 2030	Kosten marginale optie in 2030	Investeringskosten totaal 2021-2030	Jaarlijkse baten in 2030 door vermeden energie- en overige kosten
	(mln euro)	(euro / GJ)	(mld euro)	(mln euro)
Beleidsintensiteit A*	1500	900	23	550
Beleidsintensiteit B	-380	6	3	760
Beleidsintensiteit C	-500	0	2	760

* In beleidsvariant A bestaat onvoldoende potentieel om aan de EED Art 7 verplichting te voldoen. De getoonde waarden zijn de resultaten bij inzet van het maximale pakket.

De totale investeringen om het maximum potentieel bij beleidsvariant A te ontsluiten bedragen 23 miljard euro in de periode 2021-2030. Voor het kostenoptimale pakket bij beleidsvariant B bedragen de investeringskosten circa 3 miljard euro en bij beleidsvariant C circa 2 miljard. Het grote verschil tussen beide wordt verklaard doordat in het maximale pakket ook opties met zeer hoge investeringskosten worden ingezet. De duurste 10% van het potentieel in de curve bij beleidsvariant A omvat meer dan de helft van het investeringsbedrag.

Tegenover de investeringskosten staan jaarlijkse baten door vermeden energiekosten en overige kosten. Deze bedragen respectievelijk circa 550 miljoen euro in 2030 bij variant A en circa 760 miljoen euro bij variant B en C. De energiebatens zijn uiteraard afhankelijk van de energieprijzen, waardoor de baten per jaar kunnen verschillen. Bovendien gaat het om nationale kosten en baten in 2030: voor eindverbruikers veranderen subsidies en belastingen het beeld.

Met de investeringskosten en lopende kosten en baten kunnen ook terugverdientijden worden uitgerekend. Terugverdientijden zijn vooral van belang voor eindverbruikers, om te bezien of investeringen binnen acceptabele tijd kunnen worden terugverdiend. Daarom zijn in Tabel 5 de gewogen gemiddelde terugverdientijden van de opties in pakket B weergegeven gebaseerd op eindverbruikerskosten per sector. De kosten van sommige opties in pakket A zijn dermate hoog dat deze niet binnen de technische levensduur kunnen worden terugverdiend, waardoor ook gemiddelden niet zinvol kunnen worden uitgerekend.

Tabel 5 geeft naast de terugverdientijden op basis van de verwachte prijzen in 2030 ook de terugverdientijden bij de energieprijzen van 2016 weer. De tabel laat zien dat de verwachte prijsstijging leidt tot duidelijke verkorting van de terugverdientijd. De tekstbox Energieprijzen geeft meer uitleg over de invloed van de onzekerheid rond energieprijzen op de resultaten.

Tabel 5: Gewogen gemiddelde en range van terugverdientijden van opties in het kostenoptimale pakket t.b.v. voldoen aan Artikel 7 boven referentie van NEV + ESR, beleidsvariant B, bij eindverbruikerskosten

Sector	Prijzen 2016		Prijzen 2030	
	Gemiddelde	Range	Gemiddelde	Range
HDO	5,3	(1 - 8)	3,1	(1 - 5)
Huishoudens	11,0	(0 - 24)	7,1	(0 - 16)
Industrie	2,4	(0 - 12)	1,3	(0 - 4)
Landbouw	22	(0 - 24)	9,9	(0 - 11)

Tekstbox Energieprijzen: De invloed van energieprijzen op de kosten van energiebesparing

Deze tekstbox gaat in op de rol van energieprijzen voor de netto kosten van energiebesparing en het beleid. Energieprijzen zijn veranderlijk, en het is de vraag in hoeverre dit het beeld dat het Artikel 7 doel tegen negatieve kosten haalbaar is, kan beïnvloeden.

Kosten en baten van energiebesparing

Bij energiebesparingsmaatregelen bestaan de directe kosten meestal alleen uit extra investeringen, en de directe baten meestal alleen uit vermeden energiekosten (inclusief vermeden aankoop van ETS-rechten). In sommige gevallen zijn er extra posten (bijvoorbeeld hogere/lagere bedienings- en onderhoudskosten, verandering productkwaliteit). Maar in het merendeel van de gevallen bestaan de kosten alleen uit investeringen, en de baten uit de vermeden kosten van energie. Een verdubbeling van de energieprijs halveert dan dus de terugverdientijd, en een stijging van de energieprijs met bijvoorbeeld 2 euro/GJ verlaagt de netto kosten van energiebesparing met 2 euro/GJ.

Nationale Kosten 2030

Voor de Nationale Kosten zijn alleen de internationale handelsprijzen van belang. De bandbreedtes ten opzichte van de projectie in de NEV in 2030 zijn aanzienlijk; bijvoorbeeld +1 en -4 euro/GJ voor gas, + 3 en -6 euro/GJ voor olie en +7 en -9 euro/GJ voor elektriciteit.

Ondanks de mogelijkheid van fors lagere energieprijzen zullen de netto baten voor de varianten pakket B en C voor Artikel 7 niet zo maar omslaan in netto kosten: de gemiddelde kosteneffectiviteit van maatregelen in pakket B is -6 euro/GJ, en die in pakket C -8 euro/GJ. Bij pakket B is dus alleen de afwijking bij elektriciteit voldoende groot om de negatieve kosten om te laten slaan in positieve (van min 6 naar plus 3), maar slechts ongeveer een derde van de besparing bestaat uit elektriciteit.

Dat de pakketten ook bij flink lagere energieprijzen netto baten opleveren, is dus vrij robuust, maar geldt niet voor de wat duurdere opties binnen de pakketten. Daarbij zullen de netto baten vaak wel omslaan in netto kosten.

Eindgebruikerskosten

De kosten van een maatregel voor eindgebruikers kunnen zowel hoger als lager zijn dan de nationale kosten. Doordat energiebelasting de energieprijzen hoger maakt zijn de baten van energiebesparingsmaatregelen voor eindgebruikers hoger. Voor de investeringen geldt dat subsidies deze voor de eindgebruiker kunnen verlagen. Echter doordat eindgebruikers in het algemeen hogere rendementseisen stellen levert annualiseren van de investeringskosten juist hogere kosten op. Voor maatregelen waarbij de investeringskosten het totale kostenbeeld relatief zwaar bepalen, zijn eindgebruikerskosten daardoor vaak hoger dan nationale kosten, maar voor maatregelen met relatief beperkte investeringskosten zijn de eindverbruikerskosten hierdoor meestal juist lager. Dit mechanisme zorgt ervoor dat maatregelen met negatieve kosten in eindverbruikerskosten nog gunstiger scoren dan in nationale kosten. De mogelijke variatie in energieprijzen zal daarom ook het beeld in eindverbruikerskosten niet snel doen omslaan. Ook hier geldt dat bij individuele opties de netto baten wel om kunnen slaan in netto kosten. Dit kan voor het beleid belangrijke consequenties hebben. Zo zal een verplichting voor maatregelen met een bepaalde terugverdientijd bij lagere prijzen een kleiner effect hebben. Het beleid kan daar bijvoorbeeld op reageren door de eisen van de verplichting aan te scherpen of de energiebelasting te verhogen.

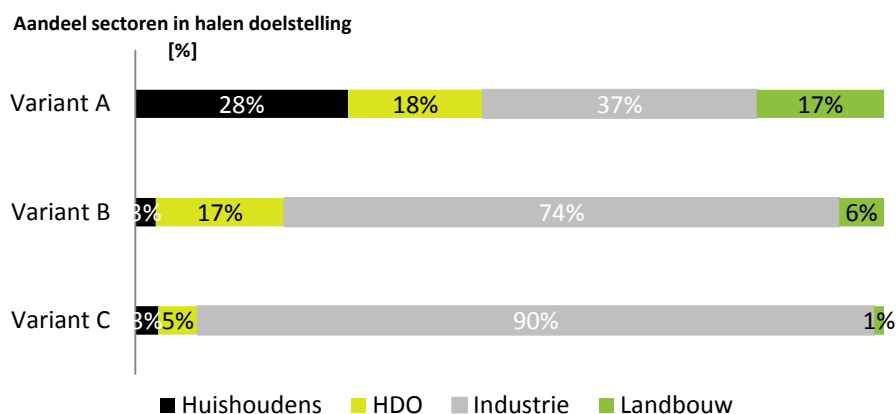
4.1.3 Sectorale verdeling van de opgave

In Paragraaf 3.2 is besproken dat de kosten van het technisch potentieel scheef verdeeld zijn over de sectoren. De kostencurves laten zien dat het meeste kosteneffectieve potentieel te vinden is binnen de industrie, terwijl maatregelen bij huishoudens vaak hoge kosten per eenheid energiebesparing hebben. Een waarschijnlijke verklaring daarvoor is dat voor het terugdringen van energiegebruik tussen sectoren verschillende beleidsdruk bestaat. Het deel van de Artikel 7 doelstelling dat in de NEV reeds wordt voldaan bestaat bijvoorbeeld voor het grootste deel uit besparingen in de gebouwde omgeving. De besparingen in het ESR pakket zijn meer verdeeld over de sectoren, maar die zijn logischerwijze gericht op maatregelen buiten het ETS. Het potentieel in de industrie, en met name de bedrijven die onder het ETS vallen, is zodoende relatief weinig 'ontgonnen'.

Door deze scheve verdeling betekent de toename van beleidsintensiteit tussen de varianten niet alleen een grotere ontsluiting van goedkoper potentieel, maar ook een verschuiving van de bijdrage aan de opgave tussen sectoren. **Figuur 6:** laat deze verschuiving zien. Bij variant A moeten besparingsopties in alle sectoren worden ontsluiten, terwijl bij variant B, en nog sterker in variant C, industriemaatregelen duidelijk de overhand hebben. De tabellen **Tabel 6** en **Tabel 7** laten zien dat dat ook consequenties heeft voor de benodigde investeringen per sector. Met name bij de industriebedrijven die vallen binnen het ETS wordt potentieel geïdentificeerd met

negatieve nationale kosten¹⁸. Bij toenemende beleidsintensiteit kan van dat potentieel meer worden ontsloten, zodat het duurdere potentieel in met name de huishoudens, en in minder mate de landbouw voor de doelstelling niet hoeft te worden aangesproken. Dat betekent dan echter wel hogere investeringskosten in de industrie. De verplichting voor Nederland van EED Artikel 7 betekent daarmee een afweging tussen zwaardere beleidsintensiteit en hogere investeringen in de industrie, of het accepteren van hogere kosten elders.

Vanwege het belang van het besparingspotentieel in de industrie wordt dit in onderstaande verder uitgelicht. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de rol van energiebesparing in een integrale energietransitiestrategie. In paragraaf 5.4 wordt daarbij specifiek ingegaan op verschillende (andere) mogelijkheden tot emissiereductie in de industrie.



Figuur 6: Aandeel van verschillende sectoren in halen besparingsdoel bij drie beleidsvarianten

Tabel 6: Nationale investeringskosten en baten om te voldoen aan Artikel 7 restopgave na NEV + ESR (342 PJ) bij beleidsvariant A

Sector	Investeringskosten totaal	Energiebaten per jaar in 2030
	periode 2021 t/m 2030	
	Miljard euro	Miljard euro
Industrie	0,3	0,18
HDO	4,8	0,15
Huishoudens	16,4	0,15
Landbouw	1,9	0,07
TOTAAL	23,5	0,55

¹⁸ Voor de volledigheid moet nog herhaald worden dat het hier gaat om potentieel dat bovenop de al in de NEV meegenomen besparing wordt gerealiseerd en het potentieel dat al in het kader van de reductie van non-ETS emissies wordt toegepast.

Tabel 7: Nationale investeringskosten en baten Artikel 7 restopgave na NEV + ESR (342 PJ, beleidsvariant B)

Sector	Investeringskosten (nationaal)	Energiebaten per jaar (nationaal)
	Miljard euro	Miljard euro
Industrie	1,4	0,52
HDO	1,0	0,19
Huishoudens	0,3	0,02
Landbouw	0,5	0,03
TOTAAL	3,2	0.76

Energiebesparingsmaatregelen in de industrie

De efficiency-opties in de industrie zijn zeer divers. Het kan gaan om meer generieke opties als isolatie van stoomleidingen, allerlei gebouwgebonden maatregelen, efficiëntere regelsystemen, elektromotoren en pompen, maar ook om maatregelen die heel specifiek zijn voor bepaalde processen. Sectorspecifieke energiebesparingsopties zijn bijvoorbeeld het Hisarnaproces als alternatief voor de hoogovens in de staalindustrie, inerte anodes bij de productie van aluminium, nieuwe ontwateringstechnieken in de papierindustrie, procesintegratie in de crude en vacuumdestillatieunits bij raffinaderijen, procesintegratie en membraanscheiding in de basischemie.

Veel besparingsopties zijn niet beperkt tot een specifieke subsector of proces, maar kunnen in verschillende processen en sectoren toepast worden. Generieke verbeteropties die specifieke inpassing vereisen op het gebied van de stoomsystemen zijn bijvoorbeeld: leidingisolatie, klep- en afsluiterisolatie, voedingswater economisers, warmtewisselaars, condensaat-terugvoer, verbeterd spuien, stoomrecompressie, flash condensaat, luchtcondensor, cyclus optimalisatie. Generieke besparingsopties met minder specifieke inpassing zijn bijvoorbeeld zuiniger ketels, elektromotoren en regelschakelingen.

Opgemerkt moet worden dat het geïdentificeerde kosteneffectieve potentieel in de industrie in studies al vaak naar voren is gekomen als onderdeel van kostenoptimale maatregelenpakketten ten behoeve van energie- of klimaatbeleid. Kosteneffectief potentieel wordt vaak gezien als 'laag hangend fruit'. Zoals in paragraaf 3.3.3 besproken zijn er echter naast kosten ook andere barrières die het ontsluiten van potentieel kunnen belemmeren. Tot dusverre is het ondanks het gunstige kostenbeeld van deze industriemaatregelen niet gelukt de barrières te overkomen. Met verdergaand beleid is dat naar verwachting in toenemende mate wel mogelijk. De aangenomen toename van beleidsintensiteit in deze studie betreft toenemende mate en scope van verplichtingen die samengaan met toenemende mate van financiële ondersteuning (zie hoofdstuk 3).

4.1.4 Overige effecten energie en klimaat

Het ministerie van EZ wil CO2 reductie leidend laten zijn voor beleidskeuzes in de energietransitie. Het pakket om aan de Artikel 7 verplichting te voldoen leidt tot aanvullende emissiereductie bovenop de referentie van NEV + ESR pakket in 2030. Bij de minst zware beleidsvariant (A) valt een gedeelte van deze emissiereductie buiten het ETS, bij middelzwaar beleid (B) en de zwaarste beleidsvariant (C) vallen vrijwel alle emissie-effecten in het ETS. Daarvan bestaat ongeveer de helft uit besparing van fossiele energiedragers in het eindverbruik van ETS bedrijven, en de andere helft uit indirecte emissiereductie door besparing op elektriciteitsverbruik. Van deze laatste categorie is vanwege de gekoppelde energiemarkt in Europa niet a priori te bepalen in welk land deze plaatsvinden. **Tabel 8** geeft een overzicht van de emissiereductie die gerealiseerd wordt in de verschillend uitgewerkte varianten om het doel uit Artikel 7 van de EED te realiseren. In Hoofdstuk 5 wordt uitgebreid ingegaan op de bijdrage van energiebesparing aan emissiereductie op de lange termijn. Zowel de rol van energiebesparing in het algemeen ten opzichte van andere emissiereductie-opties als de specifieke bijdrage van de pakketten om te voldoen aan EED Artikel 7 komen in dat hoofdstuk aan de orde.

Tabel 8: Emissie-effecten in 2030 van besparingsmaatregelen gericht op het halen Artikel 7 van de EED

		Variant A	Variant B	Variant C
Non-ETS emissiereductie	Mton	3,2	0,1	-0,1 ^a
ETS directe emissiereductie	Mton	1,3	2,5	2,8
ETS indirecte emissiereductie	Mton	-0,1 ^b	3,1	2,8

^a Dit negatieve emissiereductie effect wordt verklaard doordat in dit pakket grotere toepassing van energiezuinige lampen in niet-ETS sectoren lagere warmte-uitstraling, de warmtevraag (aardgas) vergroot.

^b Dit negatieve indirecte emissiereductie effect wordt veroorzaakt doordat besparende elektrificatiemaatregelen in dit pakket leiden tot een netto toename van het elektriciteitsverbruik.

4.1.5 Gevoeligheidsanalyse doelstelling Artikel 7

In paragraaf 2.2.4 zijn er verschillende onzekerheden beschreven rond de opgave van Artikel 7 voor Nederland in het voorstel. Kort samengevat gaat het daarbij om onzekerheid in 1) verwachte ontwikkelingen, 2) het effect van nationaal beleid, 3) precieze uitwerking EED kwantificering en tenslotte 4) het effect van Europees beleid.

De gevoeligheid van de resultaten voor deze verschillende onzekerheden is met een gevoeligheidsanalyse onderzocht. In de gevoeligheidsanalyse is geanalyseerd met welke kosten de verplichting in Artikel 7 gepaard zou gaan wanneer deze een grotere of kleinere restopgave zou betekenen dan waarin in de centrale analyse is uitgegaan, in stappen van 50 PJ. Alhoewel sommige onzekerheden ook invloed kunnen hebben op de (resterende) potentiëlen van maatregelen, is in deze gevoeligheidsanalyse uitgegaan van gelijkblijvende potentiëlen. Er is geen integrale onzekerheidsbandbreedte bepaald,

maar gegeven de verschillende onzekerheden lijkt ieder van de doorgerekende waarden voorstelbaar.

Tabel 9: Resultaten gevoeligheidsanalyse

	Resterende opgave – 100 PJ	Resterende opgave – 50 PJ	Centrale analyse 1,5%	Resterende opgave + 50 PJ	Resterende opgave + 100 PJ
Doelstelling	242	292	342	392	442
Nationale kosten (mln euro)					
A	-62	627	1500*		
B	-405	-406	-380	-322	-254
C	-460	-493	-500	-482	-457
Kosten marginale optie (euro / GJ besparing)					
A	31	112	900*		
B	-3	2	6	6	11
C	-7	-3	0	2	4

- Doelstelling niet haalbaar, waarde voor maximaal ontsluitbaar potentieel (309 PJ)

Mogelijke afwijkingen door onderhandelingen in Europa

Naast de gevoeligheid van de resultaten voor onzekere factoren zijn ook een tweetal cases onderzocht voor punten waarop mogelijk onderhandelingen plaatsvinden in Europa. Enerzijds is dat het jaarlijkse reductiepercentage van 1,5%. Onderzocht is wat het voor de Nederlandse opgave en de bijbehorende minimale nationale kosten zou betekenen wanneer dit percentage lager of hoger zou komen te liggen, namelijk op 1,3% of 1,7% per jaar. Tabel 10 laat de resultaten van deze analyse zien. De opgave voor Nederland zou dan met 121 PJ cumulatief (d.w.z. ongeveer 22 PJ momentaan in 2030) af- of toenemen tot 221 PJ respectievelijk 463 PJ in de periode 2021-2030. Een percentage van 1,3% maakt de verplichting ook bij beleidsintensiteit A haalbaar met negatieve nationale kosten. Een percentage van 1,7% is bij beleidsintensiteit A niet haalbaar; bij beleidsintensiteit B en C is bij deze opgave evenwel nog altijd sprake van netto baten.

De tabel laat ook zien wat het zou betekenen als hernieuwbare energie achter de meter toch mee zou mogen tellen voor de doelstelling. Hierdoor zouden bijvoorbeeld maatregelen als zon-PV en warmtepompen (meer) bijdragen aan de doelstelling. In de NEV 2016 leidt hernieuwbaar achter de meter al tot 182 PJ aan cumulatieve energie. De opgave voor Artikel 7 zou bij meetellen van hernieuwbaar achter de meter dus flink afnemen, tot 160 PJ cumulatief. In dit geval zou de opgave ook in de beleidsvariant A gehaald kunnen worden tegen nationale baten. De baten worden bij beleidsvariant B en C in dit geval lager dan in de basisuitwerking, omdat minder opties nodig zijn om aan de lagere opgave te voldoen. Er blijven dan opties met nationale baten ongerealiseerd.

Tabel 10: Nationale kosten Artikel 7 bij hypothetische doelstelling van 1,3 en 1,7% per jaar in plaats van 1,5% en bij de aanname dat hernieuwbare energie achter de meter wel mee mag tellen voor de doelstelling

	Verschil jaarlijks besparingstempo			1,5% - Hernieuwbaar achter de meter telt mee
	1,3%	1,5%	1,7%	
Resterende cumulatieve opgave bovenop referentie (PJ cumulatief)	221	342	463	160
Nationale kosten variant A (mln euro)	-139	Niet mogelijk met opties in deze studie		-220
Nationale kosten variant B (mln euro)	-390	-380	-210	-320
Nationale kosten variant C (mln euro)	-436	-500	-430	-340

4.1.6 Doelstelling Artikel 7 in primaire termen?

De EED laat het vrij aan landen om de doelstelling en gerealiseerde besparing voor Artikel 7 in finale of primaire termen uit te drukken. In het laatste geval wordt het finale verbruik, dat als grondslag dient voor het besparingsdoel, met primaire factoren omgerekend naar een finaal verbruik in primaire termen. Dit verbruik is dan hoger, zodat ook 1,5% besparing leidt tot een hogere doelstelling. Daar tegenover staat dat het uitdrukken van finale besparing in primaire termen zorgt dat besparing op elektriciteit zwaarder meetelt. Wel is het zo dat opties die zorgen voor meer elektriciteit verbruik zoals warmtepompen juist minder effect opleveren.

Analyses van beide opties laten zien dat er geen wezenlijk verschil is tussen beide opties voor de inspanning die Nederland moet doen. De totale nationale kosten blijven nagenoeg gelijk en ook de in te zetten opties om tegen minimale kosten aan de opgave te voldoen zijn vrijwel gelijk. Ook geldt voor beide opties dat intensivering van het huidige beleid (variant A) niet afdoende is, maar dat verdergaand beleid (variant B of C) nodig is voor het halen van het doel. In **Tabel 11** zijn de twee opties naast elkaar gezet. Bijlage D beschrijft de bevindingen van de analyse in primaire termen in meer detail.

Tabel 11: Vergelijking Artikel 7 opgave in finale of primaire termen

	Resterende doelstelling na NEV + ESR	Nationale kosten voorhalen doel bij verschillende beleidsvarianten [mln. Euro]		
		Variant A	Variant B	Variant C
Finale termen	342 PJ	Niet mogelijk	-380	-500
Primaire termen	484 PJ	Niet mogelijk	-370	-500

4.2 Welke consequenties heeft Artikel 3 voor Nederland?

Doordat Artikel 3 een doelstelling betreft die bindend is voor de EU als geheel, maar die niet is doorvertaald naar opgaven op lidstaatniveau, is voornamelijk onduidelijk welke consequenties dit Artikel voor Nederland zal hebben. De mate waarin de lidstaten in hun notificaties gezamenlijk al voldoen aan, of tekortschieten voor, de doelstelling zal, via een diffuus omschreven beoordelingsproces en via onderhandelingen met de Europese Commissie, leiden tot mogelijke extra benodigde inspanningen. In deze paragraaf wordt op basis van huidige inzichten geanalyseerd welke nationale kosten voor Nederland samenhangen met het reduceren van het finale energiegebruik via energiebesparingsmaatregelen. Zoals eerder beschreven heeft Artikel 3 ook betrekking op het primaire energiegebruik, maar wordt dit in deze analyse niet beschouwd¹⁹. Ook de mogelijkheid van 'krimpties' en economische structuurverandering om het energiegebruik te verminderen worden niet geanalyseerd.

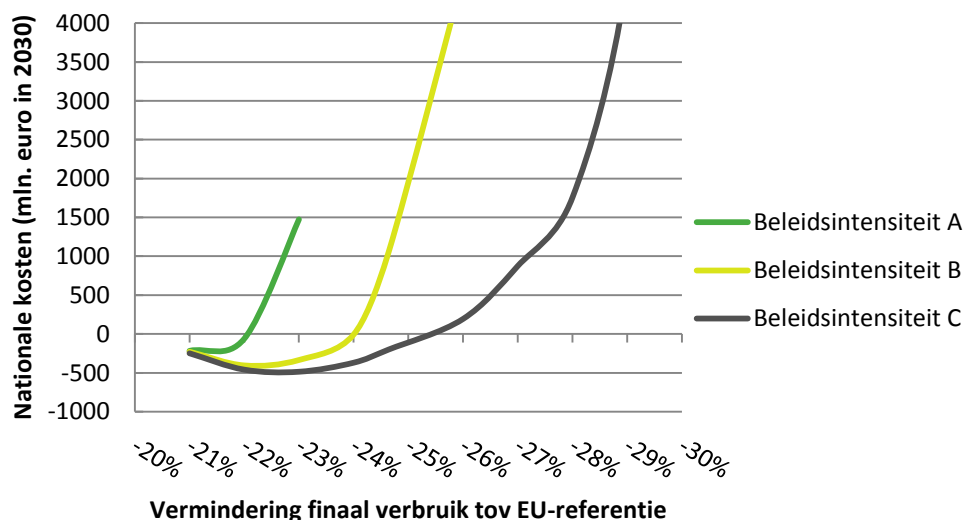
4.2.1 Kosten voor het reduceren van het finaal energiegebruik t.b.v. Artikel 3

Zoals in Hoofdstuk 3 beschreven bestaat er in Nederland een breed palet aan besparingsmaatregelen die het energieverbruik kunnen reduceren. In Hoofdstuk 2 is beschreven dat een hypothetische²⁰ reductie van 30% voor Nederland nog een reductie zou vereisen van 244 PJ, ten opzichte van het verwachte energieverbruik in de NEV 2016 en de reductie die daarop aanvullend door het ESR pakket wordt gerealiseerd.

Figuur 7: laat zien dat de mate waarin Nederland met besparingsmaatregelen kan bijdragen aan het Europese verbruiksdoel en de minimale nationale kosten die daarbij horen afhankelijk zijn van de beleidsintensiteit. De figuur laat ook zien dat naar mate de bijdrage dichterbij het maximaal ontsluitbare potentieel ligt, de nationale kosten snel oplopen.

¹⁹ Daarvoor zou een bredere analyse nodig zijn, die ook opwekkingsopties omvat. Dergelijke opties zijn geen onderdeel van de huidige studie

²⁰ Zoals al eerder gemeld biedt de EED geen houvast voor een specifieke doorvertaling van het Europese plafond naar lidstaten. De 30% is dus puur hypothetisch.



Figuur 7: Minimale nationale kosten bij het verminderen van het finaal verbruik in Nederland bij verschillende beleidsintensiteiten. Omwille van leesbaarheid zijn de getoonde kosten begrenst op 4 miljard euro

Het maximaal ontsluitbare potentieel bij beleidsvariant A en B komt met 56 PJ respectievelijk 136 PJ niet in de buurt van een dergelijke reductie. Met het geïdentificeerde potentieel is bij de zwaarste beleidsvariant (C) een maximale reductie van 241 PJ te realiseren. Daarmee blijft de 30% reductie dus nog net buiten bereik. Ook wanneer nog enige rek in de potentiëlen wordt verondersteld is 30% reductie voor Nederland in de praktijk onhaalbaar met de geïdentificeerde besparingsmaatregelen: de nationale kosten voor het ontsluiten van het volledige potentieel bij beleidsintensiteit C zouden in 2030 ruim 10 miljard euro bedragen en de totale investeringskosten die daarmee gemoeid zouden zijn bedragen bijna 140 miljard euro.

Gegeven de benodigde zeer zware beleidsintensivering en hoge kosten is 30% reductie van het finaal verbruik voor Nederland in de praktijk niet realistisch. Gegeven de bevindingen van de EC in haar Impact Assessment bij het voorstel²¹, is een dergelijke inspanning buitenproportioneel in vergelijking met de daarin geanalyseerde totale Europese opgave.

Bijdrage Artikel 7 verplichting aan het reduceren van het energieverbruik conform Artikel 3

Bij de aanname dat maatregelen vanaf 2020 worden ingezet en hun effect lineair ingroeit tot 2030, bestaat er een verhouding van 5,5 tussen de cumulatieve besparing volgens Artikel 7 en de momentane reductie van het energieverbruik conform Artikel 3. De opgave van 342 PJ voor Artikel 7 betekent op die manier een vermindering van het verbruik in 2030 van ongeveer 62 PJ. Bij voldoen aan de Artikel 7 verplichting zou het finaal verbruik in Nederland ongeveer 23% lager liggen dan gehanteerd in de Europese referentie PRIMES 2007.

²¹ European Commission (2016) Impact assessment accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2012/27/EU on Energy Efficiency, EC, Brussels

4.2.2 Onzekerheden en gevoeligheid van de consequenties van Artikel 3

Artikel 3 in de EED is een doelstelling voor het absolute energieverbruik in Europa in 2030. Het energiegebruik op relatief lange termijn kent per definitie grote onzekerheden. Dit komt doordat niet alleen onzekerheden in beleid een rol spelen, maar ook zaken als economisch ontwikkeling, verandering in economische structuur, demografie et cetera. Kortom alle externe onzekerheden komen samen in een dergelijk absoluut verbruiksniveau. Het energieverbruik is ook slechts deels stuurbaar door het energiebeleid.

Figuur 7: laat zien dat nationale kosten snel kunnen oplopen bij oplopende 'opgave'. Deze notie is van groot belang bij een eventuele bindende doorvertaling van het Europese doel naar doelen op lidstaatniveau. Een absoluut verbruiksdoel is namelijk bijzonder gevoelig voor ontwikkelingen die buiten het bereik van het energiebeleid liggen, zoals economische groei. Dergelijke ontwikkelingen kunnen een absolute reductie-opgave sterk laten afwijken van de verwachtingswaarden uit gehanteerde modellen. Een absoluut verbruiksdoel heeft daarmee een veel groter kostenrisico dan een relatief besparingsdoel zoals in Artikel 7.

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat deze studie alleen nationale beleidsmogelijkheden heeft geïnventariseerd. Nieuw Europees beleid kan maatregelen ontsluiten in sectoren die moeilijk met nationaal beleid te bereiken zijn, en daardoor de nationale opgave verkleinen. Ook kan Europees beleid kan gericht zijn op maatregelen die in de studie al wel zijn geïdentificeerd en deze helpen te ontsluiten.

Ook is het goed hier nogmaals te noemen dat Artikel 3 geen bindende nationale doelen stelt, maar slechts op Europees niveau bindend is. 'Tegenvallers' die leiden tot een hoger gebruik in Nederland, kunnen gecompenseerd worden door 'meevallers' in andere lidstaten. De voorgestelde bindende doelstelling op Europees niveau suggereert echter geen flexibiliteit in het geval van hoger energieverbruik in Europa in den brede.

Afwijkende onderhandelingsuitkomsten

Zoals in Hoofdstuk 2 beschreven is de doelstelling in het voorstel 30% verbruiksvermindering. Over deze doelstelling zal in Europa onderhandeld worden, waardoor de uiteindelijke doelstelling ook hoger of lager kan uitvallen.

5

Hoe verhoudt een energiebesparingsdoel zich met CO₂-reductie?

5.1 Welke maatregelen dragen bij aan welke doelen?

Het energie- en klimaatbeleid in Europa bestaat uit een raamwerk van deels overlappende domeinen. Het reduceren van broeikasgassen is deels gereguleerd via het emissiehandelssysteem (ETS) en deels via nationale doelen voor niet-ETS sectoren, het meest recentelijk volgens het voorstel voor de ESR van juli 2016. Het energiegebruik is onderwerp van de in deze studie behandelde EED, maar wordt daarnaast ook gereguleerd via andere Europese reguleringen en verordeningen en nationale instrumenten. Bijlage E geeft een overzicht van de relatie tussen ETS, ESR en het werkingsgebied van EED Artikelen 7 en 3.

Energiebesparing draagt (vrijwel) altijd bij aan CO₂-emissiereductie, maar naast energiebesparing zijn er nog veel andere, deels goedkopere maatregelen, die ook tot emissiereductie leiden. Bovendien gaat ook de bijdrage van maatregelen aan een efficiencydoel (Artikel 7) en een verbruiksplafond (Artikel 3) niet altijd gelijk op. **Tabel 12** laat voor een aantal soorten maatregelen zien wat het positieve of negatieve effect is voor doelen op emissies, verbruik en efficiency. De verschillende score van maatregelen ten opzichte van doelgrootheden impliceert dat de optimalisatie van maatregelenpakketten verschillend uit zal pakken bij keuze voor een andere doelgrootheid. Dit maakt duidelijk dat het zinnig is om de bijdrage van maatregelen in integraal perspectief te beschouwen. In de beschrijving van de maatregelen in Bijlage G is naast kostenefficiëntie voor energiebesparing ook de kostenefficiëntie voor CO₂-reductie opgenomen.

Tabel 12: Opties en effect op de verschillende doelgrootheden

Optie	BKG		Verbruiksplafond			Artikel 7	
	Totaal *	Niet-ETS	ETS*	Primair *	Finaal	Primaire termen	Finale termen
Wind, zon-PV	+		+	+			
Warmtevraag vermindering niet-ETS sectoren	+	+		+	+	+	+
Elektriciteitsvraagvermindering ETS en niet-ETS, warmtevraagvermindering ETS	+		+	+	+	+	+
Zonneboilers, geothermie	+	+					
Elektrische warmtepompen	+	+	-	-			
Elektrische auto's	~0	+	-	~0	+	~0	+
Grootschalige WKK	+		+	+			
Kleinschalige WKK	+	-	+	+			
CCS centrales	+		+	-	0		
CCS industrie	+		+	-	-		

* Totale en ETS emissie-effecten op basis van het directe emissie-effect in het ETS, zonder rekening te houden met het waterbedeffect.

5.2 Sturen op CO₂: Welke energiebesparingsopties hebben de grootste bijdrage aan CO₂-reductie?

In het energierapport heeft het kabinet aangegeven het toekomstige energietransitiebeleid vorm te willen geven door te 'sturen op CO₂'. Het uitgangspunt dat het kabinet daarmee stelt, is dat voor de energietransitie CO₂-reductie het hoofddoel is; energiebesparing en hernieuwbare energie kunnen daar aan bijdragen, maar moeten in het licht van de transitie gezien worden als middel en niet als doel op zich.

Vanuit dat perspectief lijkt het zinnig om energiebesparingsopties langs een CO₂-meetlat te leggen: welke energiebesparingsopties hebben de grootste of efficiëntste bijdrage aan CO₂-reductie? In de beschrijving van de maatregelen in Bijlage G is naast de kostenefficiëntie voor energiebesparing ook de kostenefficiëntie voor CO₂-reductie opgenomen. In het licht van de energietransitie is het echter onverstandig om die scores als universeel maatgevend criterium te hanteren.

De vraagstelling suggereert namelijk een eenduidigheid die in werkelijkheid niet zinnig bestaat. Het emissiereductie-effect van verschillende besparingsopties kan weliswaar

verschillen, maar dit geeft vanuit transitieperspectief geen antwoord op de vraag welke maatregelen het beste in de transitiestrategie passen. Besparing op finaal energiegebruik leidt in de regel tot emissiereductie, al bestaan er bij het gebruik van de geldende rekenregels incidenteel uitzonderingen.

Het emissie-effect van besparingsmaatregelen hangt onder meer af van de energiedrager waarop bespaard wordt. Doordat elektriciteitsopwekking in de huidige omstandigheden gemiddeld met relatief veel emissie gepaard gaat scoort elektriciteitsbesparing relatief goed op emissiereductie. Besparing op benzine en diesel heeft een lagere emissiereductie per energiehoeveelheid, en besparing op gas heeft de laagste emissiereductie factor. In de transitie zullen de emissie-effecten van de energiedragers echter gaan veranderen. Afhankelijk van de mate waarin hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare brandstoffen of gassen hun intrede zullen doen, zal de score van verschillende besparingsopties op emissies daarmee ook verschuiven. Hypothetisch uitgaande van een volledig hernieuwbare energievoorziening zou energiebesparing op termijn helemaal geen emissie-effect meer hebben.

Daarnaast is soms de emissiefactor niet zo eenduidig, doordat er combinatie-effecten optreden. Bijvoorbeeld bij toepassing van warmtepompen gaat het verminderen van het gasgebruik gepaard met een toename van elektriciteitsgebruik en omgevingswarmte. Bovendien wordt bij deze optie een boekhoudhoudkundig besparingseffect gerealiseerd, doordat in het geval van ketelverwarming het conversieverlies als eindverbruik geldt, terwijl bij warmtepompen in de definities van het energiegebruik geen verliezen bestaan. Afhankelijk van de relatieve grootte van de emissie- en besparingseffecten van deze combinaties kan in dergelijke 'complexere' gevallen een groot of juist klein emissie-effect per besparingseffect optreden. Toepassing van hernieuwbare warmte, restwarmte of hernieuwbare gassen of brandstoffen kan in gevallen ook leiden tot extra energiegebruik. Bij vergaande emissiereductie is het daarbij soms ook zinnig om maatregelen te nemen die op zichzelf geen emissiereductie realiseren, maar die het wel mogelijk maken elders in het systeem verder te kunnen reduceren.

Voor een zinnig antwoord op de vraag welke energiebesparingsopties het meest passend zijn in een transitiestrategie is het daarom beter het totale portfolio aan opties behorend bij een bepaalde emissiebron te bekijken. Het gaat er vervolgens om een afweging te maken tussen het verder reduceren van de energievraag of het voorzien in die energievraag middels emissiearme energie – van een lokale of een externe bron. Daarbij is het bovendien verstandig om in te tijd te optimaliseren door rekening te houden met de maatregelen die nodig zijn op de langere termijn, dan enkel op de geldende tussendoelen te optimaliseren. Zie voor een discussie over het stellen van intermediaire doelen in een lange termijn transitie strategie (Hekkenberg et al 2016).

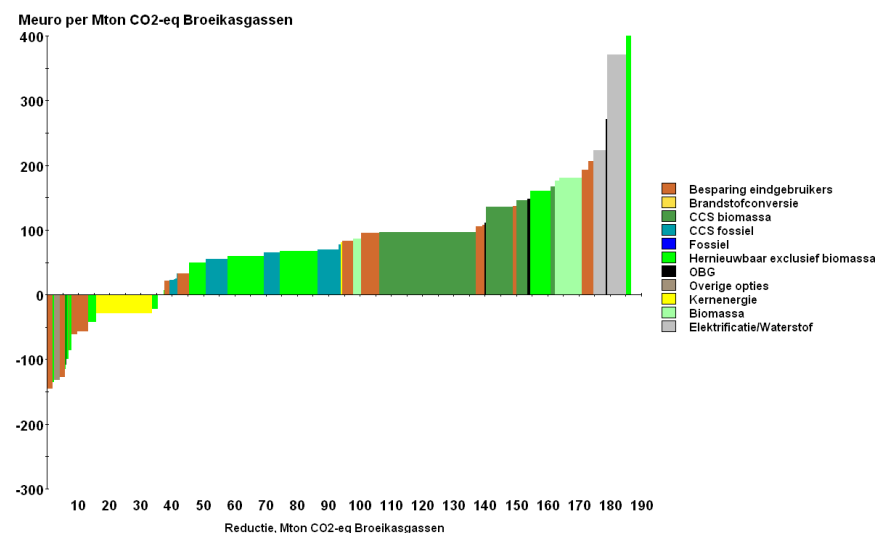
5.3 Hoe verhoudt zich het energiebesparingsdoel voor 2030 in de EED met de lange termijn emissiereductieopgave?

De lange-termijn reductieopgave rol en kosteneffectiviteit van verschillende soorten reductie-opties

Uit allerlei studies blijkt dat er voor het halen van de lange termijn reductieopgave een breed scala aan opties nodig is. Energiebesparing hoort daar bij, maar is zeker niet de enige of zelfs de grootste optie. Deze paragraaf zet een aantal overwegingen op een rij over wat het anticiperen op de lange-termijn opgave betekent voor de inzet op energiebesparing in 2030. Niet alleen kosten, maar ook het maatschappelijk draagvlak en het vermogen van de samenleving om de grote veranderingen te accommoderen die nodig zijn voor de energietransitie, zijn daarbij van belang.

Wat is nodig in 2050?

De kostencurve in Figuur 8 is een voorbeeld uit een eerdere studie in 2012 naar de kosten en baten van de BKG-emissiereductiedoelen²². De curve geeft de Nationale kosten en de totale BKG-effecten weer in 2050 van opties ten opzichte van het toenmalige business-as-usual beeld voor Nederland. Het gaat om een kostenoptimale invulling van de reductieopgave en dat betekent dat zowel de goedkoopste als de duurste maatregelen uit de curve nodig zijn om het doel op de goedkoopste manier te halen. De curve geeft dus geen keuzepakket weer: alles is nodig.

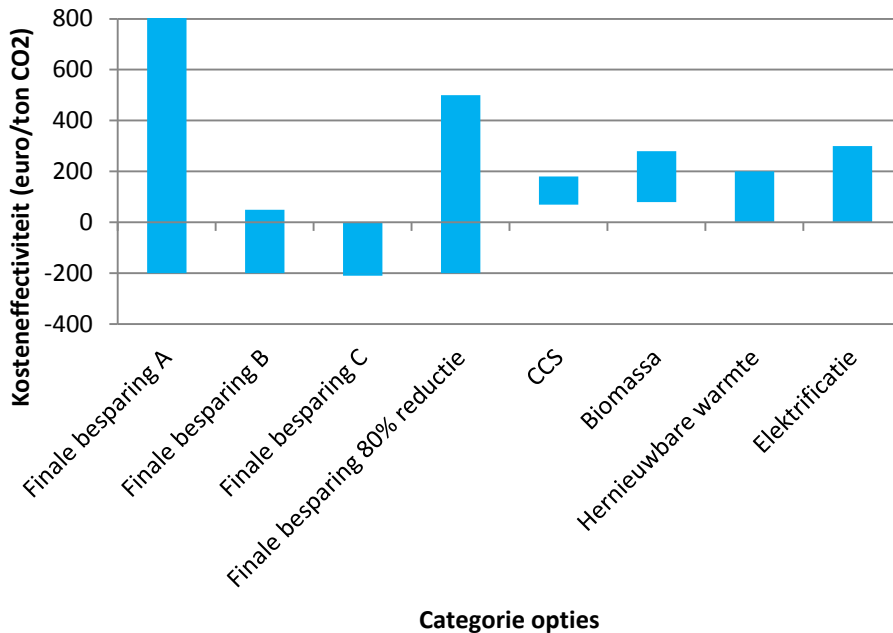


Figuur 8: Kostencurve voor 80% emissiereductie uit Daniels et al (2012).

²² Daniëls et al (2012) Kosten en baten van CO2-emissiereductie maatregelen, ECN, Petten.

Energiebesparing

Evenals in de huidige studie is energiebesparing goed vertegenwoordigd in het laagste deel van de curve, met negatieve kosten. Maar energiebesparing is daarnaast verspreid door de gehele curve heen aanwezig, tot in de duurste regionen. Besparing is dus niet altijd goedkoper dan andere maatregelen, en niet alleen de goedkoopste besparingsmaatregelen zijn voor de lange termijn nodig.



Figuur 9: Kostenranges van energiebesparing in de maatregelpakketten A,B en C in deze studie vergeleken met kostenranges van emissiereductie-opties t.b.v. verregaande emissiereductie.

Hoe passen de pakketten voor het behalen van het Artikel 7 doel in een lange termijn strategie?

Het pakket besparingsmaatregelen voor het halen van het Artikel 7 doel bij variant A in deze studie kent een brede range van kosteneffectiviteit. De kosteneffectiviteit van een deel van de maatregelen ligt hoger dan die van andere reductie-opties en ligt ook hoger dan het kostenniveau van besparingsmaatregelen in de studie van Daniels et al (2012). Alhoewel voor een verregaande reductiestrategie ook relatief dure besparingsopties nodig zullen zijn, lijkt aannemelijk dat een deel van de maatregelen in pakket A niet passen binnen een kostenoptimale emissiereductiestrategie. De pakketten bij variant B en C scoren qua kosten heel gunstig ten opzichte van de andere categorieën maatregelen, doordat ze met fors beleid selectief het goedkopere deel van het besparingspotentieel aanspreken (zie Figuur 9). De maatregelen in pakket B en C zijn daarmee in de regel wel onderdeel van een kostenoptimaal pakket gericht op de lange termijn. Echter, met het oog op de lange termijn is het ook nodig om al duurdere maatregelen te ontsluiten. De curve laat immers zien dat ook het dure besparingspotentieel in 2050 nodig is en het is zeer waarschijnlijk dat het aanspreken van dat duurdere potentieel al voor 2030 moet beginnen.

Voldoende draagvlak en maatschappelijk vermogen tot veranderen

Er kan nog een ander probleem optreden. Doordat in pakket B, en meer nog bij pakket C, in relatief korte tijd een groot deel van bepaalde potentiëlen (zoals in de industrie) ontsloten moet worden, doen deze pakketten mogelijk een fors beroep op het draagvlak en vermogen tot veranderen van de samenleving en de betreffende doelgroepen. Een onbeantwoorde vraag is daarom welke claim eventueel zwaar beleid doet op het maatschappelijk draagvlak, en of die gerechtvaardigd kan worden door het additionele effect.

Daarbij is het van belang dat ook voor het implementeren van andere categorieën maatregelen het beleid een beroep zal moeten doen op het vermogen van de samenleving om veranderingen te accommoderen. Een succesvolle energietransitie hangt af van de juiste balans tussen de maatregelen. De vraag is of het daarbij uiteindelijk beter volhoudbaar is op een meer geleidelijke uitrol te sturen over een breed front, verdeeld over verschillende stakeholders dan een zware inzet op een smal potentieel. Om toch voldoende voortgang te maken, impliceert dat dan wel dat het beleid zich ook voor 2030 al op duurdere maatregelen moet richten.

5.4 Energiebesparing versus overige emissiereductie-opties in de industrie

Besparingsopties in de industrie vormen volgens de analyse in deze studie een belangrijk potentieel, dat de maatschappelijke kosten om te voldoen aan de opgave van Artikel 7 kan beperken. Naast energiebesparing bestaan er evenwel andere mogelijkheden om de CO₂-emissie in de industrie te reduceren. Voor een goede afweging in een lange termijn strategie is het van belang de verschillende opties in perspectief te plaatsen. Niet alleen kosten, maar ook de totale betekenis voor de emissiereductie, de marktrijpheid en lange-termijn perspectieven passeren de revue.

Alternatieven noodzakelijk voor vergaande emissiereducties

Industriële energiebesparing komt in deze studie als verreweg de belangrijkste optie naar voren om tegen de laagst mogelijke kosten besparingsdoelen voor 2030 te halen. Dat is niet zo vreemd: in de industrie zijn – vergeleken met andere sectoren – de prikkels om het verbruik te verminderen verreweg het kleinst. Hier is dus nog veel relatief laag hangend fruit. Het is echter niet zo dat energiebesparing in de industrie daarmee ook de belangrijkste optie voor vergaande CO₂-emissiereductie op lange termijn is in de industrie. Andere opties zullen op de lange termijn een veel groter aandeel in de emissiereductie gaan vertegenwoordigen.

Ondanks een aanzienlijk besparingspotentieel in absolute zin, is het potentieel van energiebesparing in de industrie ten opzichte van het totale energieverbruik in de industrie relatief beperkt. Daarom zijn voor verdere CO₂ reductie ook andere maatregelen vereist. Deze maatregelen zijn veelal duurder dan het besparingspotentieel in deze studie, maar bieden de veel grotere reductiemogelijkheden die nodig zijn richting 2050. Om die reducties tijdig te

realiseren is het wel nodig om voor 2030 de basis er voor te leggen. Dat betekent dat de eerste toepassing van dergelijke opties al voor 2030 moet plaatsvinden, waarmee ze ook voor 2030 al bij zullen dragen aan de emissiereducties.

De besparing is dus zeker onderdeel van een kostenoptimaal pakket, maar daarnaast zijn andere – duurdere – maatregelen nodig die een veel groter potentieel vertegenwoordigen.

Energiebesparing

Besparing is in de industrie een belangrijke en vaak relatief goedkope optie om CO₂-emissies te reduceren. De in deze studie in kaart gebrachte opties zijn beperkt tot de goedkopere besparingsmaatregelen: conventionele besparingsmaatregelen en incidenteel een meer innovatieve optie. Het emissiereductiepotentieel dat ze vertegenwoordigen ligt op circa 4,8 megaton directe reducties door brandstofgebruik en 3,0 megaton indirect via de elektriciteitsvraag. Daarmee beslaan ze maximaal ongeveer een zesde van de totale directe emissies in de industrie²³ en ongeveer een zevende van de elektriciteitslevering aan de industrie. De directe emissies zijn voor de langere termijn het belangrijkste, omdat verduurzaming van de elektriciteitsopwekking de indirecte emissies al flink omlaag zal brengen. De range van de kosteneffectiviteit van de kaart gebrachte opties loopt van negatief tot circa 50 euro/ton CO₂. Bij beleidsvariant B wordt in het kostenoptimale pakket om te voldoen aan de EED Artikel 7 ongeveer de helft van het geïdentificeerde potentieel ontsloten.

Meer vergaande en duurdere energiebesparingsopties zijn vaak nog in een pril stadium en daarom omgeven met onzekerheden over haalbaarheid en potentieel. Tot 2030 zal de rol van dergelijke radicalere procesinnovatie beperkt zijn.

Hierbij speelt ook een rol dat er voor ontwikkelaars en leveranciers van duurdere energiezuinige concepten er op dit moment eigenlijk nergens op de wereld een markt van betekenis is: de - concurrentiegevoelige - energie-intensieve industrie is overal gevrijwaard van hoge energiebelastingen, accijnzen en vergaande besparingsverplichtingen. Dergelijke concepten blijven dus vaak op de plank liggen, en zullen pas weer in beeld komen voor verdere ontwikkeling bij toenemende (prijs)druk in een voldoende grote markt.

Dit is een belangrijk verschil met bijvoorbeeld de gebouwde omgeving en de transportsector. Daar loopt de prijsprikkel vanuit belastingen en accijnzen nu al vaak op tot honderden euro's per ton CO₂, en is er bovendien dien vaak sprake van verplichtingen die technieken met nog hogere kosten per ton CO₂-emissiereductie afdwingen. In die sectoren zijn veel duurdere opties dan ook al veel langer gangbaar.

CCS

CO₂-afvang en -opslag biedt mogelijkheden om CO₂-emissies vergaand terug te dringen tegen kosten tussen de 70 en 110 euro per ton CO₂. Dat begint dus ongeveer op het niveau waar de voor deze studie in kaart gebrachte besparingsopties ophouden. Bij enkele specifieke gevallen met geconcentreerde

²³ Inclusief eigen WKK, maar zonder de joint venture WKK's

CO₂-bronnen liggen de kosten nog wat lager, maar dit zijn geen grote potentiëlen. CCS vergt extra energie voor de scheiding van CO₂ uit de verbrandingsgassen, het onder druk brengen van de CO₂ en het transport naar de opslag.

Als er voldoende opslagcapaciteit voor de CO₂ beschikbaar is – en dat is in eerste instantie waarschijnlijk meer een kwestie van maatschappelijk draagvlak dan van fysieke restricties - kan CCS de belangrijkste optie vormen voor het terugbrengen van de industriële CO₂-emissies naar bijna nul. In dat geval kan de kostprijs van CCS lange tijd een natuurlijke boven limiet vormen voor kosten van andere CO₂-emissiereductieopties in de industrie: na grootschalige toepassing van CCS zijn er immers niet veel emissies over om nog verder terug te brengen.

De opslagcapaciteit in Nederland is waarschijnlijk toereikend om meerdere decennia²⁴ tientallen megatonnen per jaar op te slaan²⁵. Maatschappelijk draagvlak kan hierbij wel een issue zijn. Ook bij de in dit opzicht minder problematische opslag onder de zeebodem is de capaciteit echter ruim.

CCS wordt nog nergens op commerciële schaal toegepast als CO₂-emissiereductieoptie. Dat betekent niet automatisch dat de techniek nog erg onzeker is: De samenstellende technieken die nodig zijn voor CCS zijn vaak al gangbaar. Verwijdering van CO₂-uit gassen is bij voorbeeld onderdeel van bepaalde industriële processen. Ook gangbaar is injectie van afgevangen CO₂ bij *enhanced oil recovery*, gericht op het vergroten van het winbare deel van oliereserves.

Biomassa

Biomassa is een mogelijke bron van hoge temperatuur warmte en kracht. Installaties die biomassa verstopen zijn duurder dan conventionele gasketels, en de bediening en onderhoudskosten liggen ook hoger. Ook belangrijk is de prijs van biomassa zelf. De totale kosteneffectiviteit ligt in veel gevallen onder de 100 euro/ton CO₂.

Biomassa is zeer breed inzetbaar, ook voor toepassingen waar weinig alternatieven voor zijn zoals vliegverkeer, en de hoeveelheid biomassa is gelimiteerd. Grootschalige inzet in de industrie is daarom niet vanzelfsprekend: in de industrie zijn er – met name in de vorm van CCS - ook andere mogelijkheden om de reducties vergaand terug te brengen.

Inzet in combinatie met CCS – BECCS - leidt tot negatieve emissies, en zou mogelijk kunnen zijn in industrie en elektriciteitsopwekking. Dergelijke negatieve emissies bieden andere sectoren eventueel ruimte om moeilijke en dure emissiereducties wat langer uit te stellen, en zijn volgens veel mondiale emissiescenario's nodig om de 1,5-2 graden doelstelling nog te kunnen halen.

²⁴ Gedurende deze periode zal dan een helderder beeld moeten ontstaan over de vraag op welke wijze emissiereductie na deze periode kan worden gecontinueerd

²⁵ Zie o.a. PBL en ECN (2011) Naar een schone economie in 2050 – routes verkend, PBL, Den Haag.

Elektrificatie (en CO₂-vrije elektriciteitsopwekking)

Bij de inzet van elektriciteit komt geen CO₂ vrij, en elektrificatie kan dan ook een belangrijke rol spelen bij het decarboniseren van de warmtevraag. Het grote voordeel van elektriciteit is dat het op grote schaal en ver van de plek waar het gebruikt wordt, gewonnen kan worden uit hernieuwbare bronnen. Elektrificatie in zijn meest eenvoudige vorm – weerstandverwarming – heeft zeer beperkte investeringskosten. Meer geavanceerde opties – warmtepompen – hebben hogere investeringskosten, maar ook hogere rendementen.

Bij een forse groei van intermitterend hernieuwbaar –wind en zon – zullen er steeds meer momenten van overaanbod voorkomen waarop curtailment aan de orde is. In dat geval kan gedeeltelijke elektrificatie – elektrische hulpverwarming die aanschakelt wanneer het elektriciteitsaanbod hoog is en de prijzen laag zijn – een belangrijke optie vormen. Gedeeltelijke elektrificatie draagt dan bij aan emissiereductie, inpassing van hernieuwbaar en een kleiner beslag op mogelijk schaarse CO₂-opslagcapaciteit.

Als grootschalige toepassing van intermitterende bronnen tot sterk fluctuerende elektriciteitsprijzen leidt, ligt volledige elektrificatie minder voor de hand bij processen waar continuïteit van de bedrijfsvoering minder van belang is. Flexibiliteit in de verwarmingsbron kan in die gevallen immers gebruikt worden om kosten te minimaliseren.

Bijlage A. Kostenmethodiek

Dit is een bewerkte versie van de bijlage uit het IBO rapport (Daniëls en Koelemeijer, 2016). De bijlage beschrijft de nationale kosten uit de milieukostenmethodiek, en gaat in op andere kosten en baten die geen onderdeel zijn van de nationale kosten.

Nationale kosten uit de milieukostenmethodiek

De kosten zoals berekend zijn de nationale kosten volgens de milieukostenmethodiek (VROM, 1994; 1998; 2004). Dit is het saldo van directe kosten én baten vanuit maatschappelijk kostenperspectief. De kosten omvatten:

- Kapitaalkosten
- Bedienings- en onderhoudskosten
- Baten van vermeden energiegebruik
- Effect op aankoop of verkoop van CO₂-rechten in het Europese emissiehandelssysteem.

De kosten worden uitgedrukt in jaarlijkse kosten, en kunnen dan ook gebruikt worden om in combinatie met de jaarlijkse effecten de kosteneffectiviteit van maatregelen te berekenen, uitgedrukt als euro per eenheid gerealiseerd effect (ton CO₂ eq, PJ besparing, PJ hernieuwbaar). Hieronder worden bovenstaande kostenposten toegelicht.

Kapitaalkosten

Investeringen worden bij de milieukostenmethodiek voor de nationale kosten tegen een maatschappelijke disconteringsvoet (4%²⁶) en met een afschrijvingstermijn van 10 tot 25 jaar afgeschreven. Voor bouwtechnische kosten geldt een afschrijvingstermijn van 25 jaar, voor elektromechanische een afschrijvingstermijn van 10 jaar. Omdat veel maatregelen bestaan uit een mix van bouwtechnische en elektromechanische componenten, en omdat bij veel maatregelen deze componenten niet altijd aan te wijzen zijn, vindt de berekening vaak plaats met een gewogen gemiddelde levensduur of de meest representatieve levensduur. Waar de levensduur duidelijk langer is dan de 25 jaar, gaan de berekeningen in deze rapportage uit van die langere levensduur.

Bediening en onderhoudskosten

Bediening en onderhoudskosten tellen als jaarlijks terugkerende kostenpost mee in de nationale kosten.

Energiekosten en baten

De baten van vermeden energiegebruik bestaan voor Nederland uit de vermindering van de import van die energiedragers. De relevante prijzen zijn dus internationale handelsprijzen.

²⁶ De berekening sluit met een disconteringsvoet van 4% aan bij eerdere studies naar de kosten en baten van energie- en klimaatbeleid, waaronder de IBO energie- en klimaatbeleid (en de impactanalyse van Europese klimaat- en energiedoelen uit 2014 ()). Inmiddels is er het "RAPPORT WERKGROEP DISCONTOVOET 2015" van een werkgroep van o.a. ministeries, planbureaus, DNB en externe experts, dat aanbeveelt om een standaard discontovoet te hanteren van 3 procent, die in een aantal specifieke situaties af kan wijken (o.a. voor infrastructuur en reistijden). Voor de waardering van klimaat geldt ook 3 procent. Daarmee zullen de kosten over de hele linie iets lager komen te liggen dan in de huidige analyse.

CO₂-rechten

Beprijzing van energie en/of emissies is niet relevant voor de nationale kosten, zolang dit beprijzing door de Nederlandse overheid is. Bij CO₂-rechten in het Europese emissiehandelssysteem ligt dit anders: dit is een grensoverschrijdend handelssysteem. Dat betekent dat minder emissies bij ETS-bedrijven leidt tot een lagere behoefte aan CO₂-rechten. Dit vertegenwoordigt een baat binnen de nationale kosten²⁷.

Relatie tot MKBA's

De nationale kosten zijn qua gebruikte grootheden zoals energieprijzen en rentevoeten ruwweg in lijn met de aanpak in maatschappelijke kostenbatenanalyses (MKBA's). Een belangrijk verschil dat MKBA's behalve de directe kosten en baten ook allerlei andere kosten en baten in beeld brengen. De nationale kosten vormen een smal kostenbegrip: allerlei 'bredere' kosten zoals indirecte effecten en externe kosten zijn er geen onderdeel van. Verder wordt in MKBA's doorgaans een netto contante waarde berekend, waarbij kosten en baten in de toekomst worden vertaald in kosten in het heden, in plaats van jaarlijkse kosten in zichtjaren.

In deze studie enkele maatregelen in de transportsector onderzocht die primair gericht zijn op het beïnvloeden van het gedrag (terugdraaien snelheidsverhoging op snelwegen en kilometerheffingen bij personen- en vrachtverkeer). Voor die maatregelen is een quickscan maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) uitgevoerd, waardoor ook o.a. de welvaartseffecten van veranderingen in dit gedrag in de kosten zijn opgenomen. In de betreffende factsheets zijn deze effecten nader toegelicht.

Nationale kosten versus eindgebruikerskosten

Leveringstarieven en energiebelasting zijn overdrachten binnen Nederland, en zijn daarmee geen onderdeel van de nationale kosten. De baten voor de ene partij in Nederland zijn juist kosten voor een ander, maar voor de bv. Nederland is er geen netto effect. Een vermindering in afgedragen energiebelastingen levert dus voor de bv Nederland geen kost of baat op: tegenover de baat voor bijvoorbeeld een huishouden staat een verlies voor de overheid. Ook subsidies vormen geen onderdeel van de nationale kosten.

Voor de eindgebruiker is dit uiteraard wel relevant, en subsidies en belastingen zijn dan ook wel onderdeel van de eindgebruikerskosten, evenals bijvoorbeeld marges op geleverde energie.

Verder geldt bij eindgebruikerskosten voor de berekening van kapitaalkosten vaak een hogere disconteringsvoet: 10% voor bedrijven, en 5% voor de landbouw. Alleen voor de overheid geldt de 4%, en ook voor huishoudens. De laatste kunnen maatregelen aan de eigen woning vaak hypotheckair financieren, en als ze eigen geld inzetten gelden als kapitaalkosten alleen de opportuiniteitskosten voor gederfde rente op spaargeld. In werkelijkheid kunnen financieringskosten binnen doelgroepen uiteraard sterk variëren.

²⁷ Het "RAPPORT WERKGROEP DISCONTOVOET 2015" beveelt ook aan om nader vast te stellen met welke CO₂ prijzen moet worden gerekend, de methodiek daarvoor is nu zo goed als voltooid.

Kosten van infrastructuur

De uitgevoerde berekening van de nationale kosten houdt geen rekening met kostenbesparingen op netwerken. De reden is dat deze kostenbesparingen op afzienbare termijn nog heel gering zullen zijn. Bij bijvoorbeeld een lagere behoefte aan capaciteit in bestaande elektriciteits- of gasnetwerken materialiseert dit pas in eventuele lagere kosten als uitbreiding, onderhoud of vervanging van die netwerken aan de orde is. Bovendien zijn dergelijke besparingen meestal niet een op een af te leiden van de veranderingen in de benodigde energie.

Ook een toename van infrastructuur kosten is denkbaar, bijvoorbeeld bij grilliger vraagpatronen of een toename van intermitterend hernieuwbaar. Waar extra investeringen in infrastructuur direct gekoppeld zijn aan een specifieke optie, zoals het net op zee voor wind offshore, is dit wel onderdeel van de kapitaalkosten.

Overige opmerkingen bij nationale kosten

De nationale kosten geven een goede eerste indicatie van de maatschappelijke kosten voor Nederland. Dat wil echter niet zeggen dat lage nationale kosten betekenen dat een optie dus per definitie aantrekkelijk is, zomin als hoge nationale kosten een optie per definitie onaantrekkelijk maken. Implementatie van dure opties kan om verschillende redenen wenselijk zijn, bijvoorbeeld:

- Implementatie biedt perspectief op kostendalingen van de optie en daarmee op een kostenvoordeel op langere termijn
- Een optie zal op langere termijn hoe dan ook nodig zijn, maar om op die termijn het volledige potentieel te realiseren moet nu al begonnen worden, hoewel het kostenniveau nu boven de marginale kosten van de huidige doelen ligt.
- Een optie heeft overige baten die tegenwicht bieden aan de hoge kosten. Woningisolatie kan bijvoorbeeld tot belangrijke comfortwinst leiden.

Niet gekwantificeerd: Breder maatschappelijke kosten en baten

Zoals al vermeld spelen bij een complete maatschappelijke kosten-baten analyse nog veel meer posten een rol, die geen onderdeel zijn van de nationale kosten uit de Milieukostenmethodiek.

Voorbeelden zijn: reguleringskosten van beleid, structurele effecten op de economie, baten van verminderde emissies door lagere schade (emissies van broeikasgassen, maar ook bijvoorbeeld luchtverontreinigende emissies), baten ten gevolge van verminderde importafhankelijkheid. Dergelijke kosten en baten zijn veel onzekerder en ook vaak subjectiever van aard dan de directe kosten en baten. Ook gelden soms specifieke criteria waaronder bepaalde kosten en baten wel of niet mee mogen tellen. Dat laatste geldt bijvoorbeeld voor baten die grotendeel neerslaan in het buitenland, zoals de baten van vermeden broeikasgasemissies of – in mindere mate – de baten van verminderde uitstoot van luchtverontreinigende stoffen.

Een analyse van de bredere kosten en baten met een uitgebreide toelichting staat in <https://www.ecn.nl/publications/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E--12-008>. Hieronder staat een toelichting bij een aantal posten van dit rapport.

CO₂-baten

Hierbij spelen twee componenten een rol. Enerzijds de maatschappelijke “willingness to pay”, anderzijds de vermeden kosten voor de koop van emissierechten op de Europese of mondiale emissiehandel. De twee componenten mogen niet dubbel geteld worden. Bij de “willingness to pay” component is een complicatie dat de baten van Nederlandse maatregelen mondiaal neerslaan, omgekeerd geldt dat dus ook voor maatregelen die het buitenland neemt. De baten gelden dus alleen onder de veronderstelling van wederkerigheid. Die wederkerigheid geldt bijvoorbeeld als er sprake is van een bindend mondiaal klimaatakkoord. De CO₂-baten ten gevolge van vermeden schadekosten zijn geen onderdeel van de nationale kosten.

Wel onderdeel van de nationale kosten zijn de baten als bedrijven minder CO₂-rechten hoeven te kopen op de Europese emissiehandelsmarkt. Bij elektriciteit is het effect van de CO₂-prijs al onderdeel van de energiebatens: de CO₂-prijs beïnvloedt immers de groothandelsprijs van elektriciteit. Bij andere fossiele energiedragers zit de CO₂-prijs niet in de groothandelsprijs, en is het apart in de berekening meegenomen.

Externe effecten luchtverontreiniging

Maatregelen gericht op het vermijden van CO₂-emissies hebben in de meeste gevallen ook effect op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Voor de producent of consument die de uitstoot veroorzaakt is dit een extern effect, omdat hij of zij de kosten van de vervuiling niet betaalt. Luchtverontreiniging is in veel gevallen voelbaar tot ver over de grenzen, wat de vraag oproept wie de kosten van dit extern effect moet dragen. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse waardeert de vervuiling door de hoeveelheid van de uitstoot te berekenen en een prijs voor de vervuiling te bepalen. Maatregelen die leiden tot minder consumptie van fossiele brandstoffen hebben meestal een gunstig effect op de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen, maar maatregelen die leiden tot meer inzet van biomassa hebben vaak een ongunstig effect.

Voorzieningszekerheid en importafhankelijkheid

Afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en geïmporteerde biomassa betekent afhankelijkheid van prijsschommelingen op de wereldmarkt. Bij prijsstijgingen, bijvoorbeeld oliecrises of politieke onrust in olieproducerende landen, zien consumenten hun koopkracht afnemen en worden bedrijven aangetast in hun investeringsvermogen. Op lange termijn kan dit leiden tot onzekerheid bij investeerders in de energiesector en daarbuiten. Door een lager energiegebruik of overgang op eigen hernieuwbare opwekking neemt de afhankelijkheid van geïmporteerde brandstoffen af en treedt er een maatschappelijke baat op.

Bestedingsimpuls

Een CO₂-emissiereductiedoelstelling van 80 procent betekent dat er grootschalig moet worden geïnvesteerd in allerlei schone maatregelen. In economisch mindere tijden (laagconjunctuur) genereren deze investeringen extra vraag naar goederen en diensten en geven daarmee een stimulans aan de binnenlandse productie en werkgelegenheid. Dit is een korte termijn effect. Op langere termijn en in economisch goede tijden (hoogconjunctuur) reageren alleen de prijzen van goederen en diensten (o.a. via hogere loonkosten) op de extra vraag en is er dus geen effect op de binnenlandse productie en werkgelegenheid. Ook is het effect afhankelijk van het gevoerde overheidsbeleid, de wijze waarop de overheid de investeringen in ‘duurzaam’ afdwingt of stimuleert.

Structurele groei

De investeringen in CO₂-reducerende maatregelen kunnen op de lange termijn leiden tot veranderingen in de economische structuur. Door investeringen in CO₂-emissiereductiemaatregelen kan bijvoorbeeld de Nederlandse productie kapitaalintensiever worden en wordt er kenniskapitaal opgebouwd en verspreid. Dit zou dan de Nederlandse economie productiever maken: per eenheid kapitaal en arbeid wordt meer toegevoegde waarde (BBP) geproduceerd. Dit stimuleert het structurele groeivermogen van de economie.

Reguleringskosten

Reguleringskosten van overheidsbeleid omvatten de indirecte effecten van beleid op de economie, en niet de uitvoeringskosten van dit beleid. Grootschalige energietransitie komt immers niet vanzelf tot stand. Er is overheidsbeleid nodig om deze investeringen te stimuleren, dan wel af te dwingen. In de eerste categorie bevinden zich subsidies, die het schone alternatief aantrekkelijker maken ten opzichte van CO₂-emitterende alternatieven, en CO₂-prijzen en -belastingen, die het CO₂-emitterende alternatief duurder en dus onaantrekkelijker maken ten opzichte van schone alternatieven. Bij het afdwingen van CO₂-reducerende maatregelen valt te denken aan normen, bijvoorbeeld een energieprestatienorm voor woningen en voertuigen of een verplichting voor energiebedrijven om een bepaald percentage duurzame energie te produceren.

Andere niet opgenomen posten

Andere effecten die mogelijk in kosten te vertalen zijn omvatten de schade door inzet van niet-duurzame biomassa en de risico's van kernenergie

Bijlage B. Berekeningsmethodiek pakketten en status resultaten

Deze bijlage beschrijft de gevolgde aanpak bij het samenstellen van de maatregelpakketten.

Benadering van minimale kosten, maar geen exacte optimalisatie

De aanpak leidt tot een benadering van de pakketten die tegen de laagst mogelijke kosten de vereiste beleidsopgave realiseren. Het resultaat is dus geen bewezen kostenoptimaal pakket zoals dat uit optimalisatiemodellen resulteert, maar zal daar wel in de buurt komen.

Samenvatting aanpak

De berekening vindt plaats in een rekentool in Excel. De berekening start met een maximaal pakket van maatregelen, gegeven een beleidsscenario dat het ontsluitingspercentage bepaalt. Het effect van dit pakket is hoger dan het te bereiken doel. Door telkens de duurste maatregel weg te laten, gaat het gezamenlijk emissie-effect omlaag richting het doel. Bij elke tussenstap bepaalt de rekentool wat effect en kosteneffectiviteit van de opties is, gegeven de toepassing van de andere opties. Ook houdt het tool bij of de toepassing van concurrerende opties gezamenlijk niet boven het geldende maximum komt. Een uitgebreidere beschrijving van interactie en concurrentie volgt hieronder.

Interactie tussen opties

Vaak hebben opties invloed op elkaars effecten en kosteneffectiviteit. Betere isolatie van een woning zal de warmtevraag verminderen, en dat verkleint het effect van bijvoorbeeld een warmtepomp in diezelfde woning. De kosten van de warmtepomp veranderen echter niet, waardoor de kosteneffectiviteit van die warmtepomp ongunstiger wordt. Dat geldt vooral voor maatregelen die *lokaal* aangrijpen, dat wil zeggen direct op een specifiek eindverbruik. Naarmate het specifieke verbruiksniveau al lager is heeft het stapelen van maatregelen steeds minder effect in absolute zin. Voor verdergaande reducties zijn daarbij vaak andere (duurdere) maatregelen nodig dan voor minder vergaande reductie, maar maatregelen zijn niet altijd met elkaar compatibel (en hun effecten dus niet optelbaar).

Bij toepassing van meer opties tegelijkertijd – nodig om verdergaande emissiereducties te bereiken - zullen dit soort interacties frequenter en sterker optreden, waardoor verder gaande reducties relatief duurder worden. De berekening houdt op een grove manier rekening met dit soort effecten. Dat heeft gevolgen voor de daadwerkelijk emissiereducties en kan ook de kosteneffectiviteit beïnvloeden

Vermindering emissie-effecten

De berekening gaat er als vuistregel van uit dat opties die betrokken zijn bij dezelfde energiefunctie in een sector – bijvoorbeeld ruimteverwarming bij koopwoningen – elkaars effect verminderen naar rato van het relatieve effect dat ze zelf hebben op het energiegebruik en emissies. Als bijvoorbeeld isolatiemaatregelen de warmtevraag met 25% verminderen, dan zal het effect van een hybride warmtepomp ook 25% lager zijn dan zonder die isolatie.

Kosten

De (investerings)kosten van opties blijven daarbij soms hetzelfde, soms ook niet. Bij bijvoorbeeld huishoudens zullen de kosten van een verwarmingstechniek meestal niet lager liggen bij vergaande isolatie. In zo'n geval wordt de kosteneffectiviteit van de afzonderlijke technieken iets slechter: de investeringen blijven hetzelfde, terwijl de effecten kleiner worden. Maar in bijvoorbeeld grotere gebouwen kan isolatie het mogelijk maken om met kleinere of minder verwarmingsinstallaties te werken. In zo'n geval hoeft de kosteneffectiviteit niet slechter te worden. De rekentool maakt het mogelijk om het effect op de kosten te differentiëren tussen 0 en 100%.

Ontsluiting van maatregelpotentieel

Tenslotte is ook de mate waarin maatregelpotentiëlen ontsloten kunnen worden afhankelijk van allerlei factoren. Afnemende marginale baten voor de eindverbruiker maken het toepassen van extra maatregelen steeds minder vanzelfsprekend, en dus zal het beleid steeds harder moeten drukken om de kostendrempel over te komen en toch extra maatregelen te bewerkstelligen. Naast kosten zijn er echter ook andere factoren die ervoor zorgen dat verdere groei van lokaal aangrijpende maatregelen niet plaatsvindt. Voor burgers spelen bijvoorbeeld gewoontes, (on-)gemak, (gepercipieerde) capaciteit, handelingsperspectief en prioritering in relatie tot andere activiteiten een belangrijke rol bij de beslissing om maatregelen (niet) toe te passen. Voor bedrijven en andere organisaties spelen dergelijke factoren ook een rol, alhoewel bij deze actoren relatief de financiële kaders vaak relatief belangrijker zijn. Ook ten aanzien van centrale verduurzaming kunnen niet-financiële overwegingen een belangrijke rol spelen in het draagvlak voor en daarmee het doorvoeren ervan.

Om het potentieel te ontsluiten kunnen verschillende typen beleidsinstrumenten worden ingezet. De mate waarin het beleid er in slaagt om bepaalde potentiëlen te ontsluiten is van invloed op de kosten die gemaakt moeten worden voor het bereiken van een bepaald doel. Indien van relatief goedkopere maatregelen een kleiner deel ontsloten kan worden, dienen immers duurdere maatregelen te worden ingezet. Daardoor kunnen ook weer nieuwe interacties ontstaan, die de kosten verder kunnen beïnvloeden.

Kostencurves

Er is een grote hoeveelheid technische, gedragsmatige en volume maatregelen om de emissies in sectoren te verminderen. Maatregelen hebben in het algemeen verschillende potentiëlen en kosten. Bijlage C beschrijft de maatregelen die in deze studie zijn geïdentificeerd, en geeft van elke maatregel de potentiëlen en kosten.

Wanneer deze maatregelen worden gerangschikt op hun kosten – met inachtneming van de interactie - ontstaat een *specifieke* kostencurve. Specifiek, omdat de curve alleen

geldt voor de gegeven set van maatregelen, met gegeven ontsluitingspercentages, die samen optellen tot het boogde doel.

De kostencurve biedt overzicht

De kostencurve beidt inzicht in de effecten van opties en de onderlinge volgorde van kosteneffectiviteit. De totale (maatschappelijke) kosten voor het behalen van een doel zijn dan een optelsom van de kosten van de individuele maatregelen, en worden gerepresenteerd door de oppervlakte onder de curve. De kostencurve kan ook bedrieglijk zijn: er gaat immers de suggestie van uit dat je door de curve af te lopen voor verschillende doelen kunt afleiden wat de kosten zijn. Vanwege de eerder genoemde interacties tussen opties is dat echter niet zo.

Bijlage C. Samenstelling en kentallen maatregelenpakketten t.b.v. Artikel 7

Deze bijlage geeft de individuele opties weer die deel uitmaken van de pakketten om te voldoen aan de Artikel 7 opgave. Weergegeven zijn de maatregel (optie), de sector en deelsector waar de maatregel plaats vindt, de cumulatieve besparingseffecten in de periode 2021-2030, het momentane besparingseffect in 2030, de kosteneffectiviteit van de maatregel in euro / GJ besparing in 2030, en de effecten op directe en indirecte emissies.

Tabel C-1: Maximaal realiseerbaar potentieel met beleidsvariant A

Optie	Sector	Deelsector	Cum. effect 2021-2030	Effect 2030	Kosten effectiviteit	Emissie effect 2030	
			PJ	PJ	€/GJ	Dir. kton	Indir. kton
LED verlichting kassen niet-ETS	Landbouw	Glastuinbouw niet-ETS	0	0	-36	-	37
LED verlichting kassen ETS	Landbouw	Glastuinbouw ETS	0	0	-33	-1	3
Extra besparing electra grondgebonden landbouw	Landbouw	Grondgebonden en activiteiten	0	0	-17	-	4
Pompschakelaar vloerverwarming	Huishoudens	Alle	1	0	-16	-	45
Veegpulsschakeling	HDO	WMb	6	1	-16	-	179
Vrije koeling toepassen	HDO	Niet WMb	1	0	-14	-	34
Vrije koeling toepassen	HDO	WMb	4	1	-14	-	130
Procefefficiency industrie 0 ETS	Industrie	Alle ETS	20	4	-12	160	122
Ketenefficiency: recycling 1 ETS	Industrie	Alle ETS	25	5	-11	288	78
Procefefficiency industrie 1 ETS	Industrie	Alle ETS	42	8	-10	346	263
Restwarmte industrie aan industrie	Industrie	Alle	2	0	-9	-	-
Procefefficiency industrie 2 ETS	Industrie	Alle ETS	6	1	-9	50	38
Procefefficiency industrie 3 ETS	Industrie	Alle ETS	10	2	-7	80	61
Bij vervangen koelkast kiezen voor A+++	Huishoudens	Alle	1	0	-5	-	20
Restwarmte industrie aan gebouwde omgeving	Industrie	Alle	2	0	-2	-	-
Aanwezigheidsdetectie	HDO	WMb	1	0	0	-	23
Aanwezigheidsdetectie	HDO	Niet WMb	0	0	0	-	8
Bij vervangen wasdroger kiezen voor A+++	Huishoudens	Alle	1	0	1	-	22
LED verlichting	HDO	WMb	24	4	2	-	762
Elektrificatie, trendmatig ETS	Industrie	Alle ETS	2	0	2	59	-108
KaE kas ETS	Landbouw	Glastuinbouw	4	1	4	39	-1

Optie	Sector	Deelsector	Cum. effect 2021-2030	Effect 2030	Kosten effectiviteit	Emissie effect 2030	
						Dir. kton	Indir. kton
			PJ	PJ	€/GJ		
		ETS					
Buitengevelisolatie	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	1	0	5	-	-
KaE kas niet-ETS	Landbouw	Glastuinbouw niet-ETS	46	8	6	-	-15
Spouwmuurisolatie	HDO	WMb	13	2	7	-	20
Enkel naar HR++ glas	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	0	0	8	-	-
Enkel naar HR++ glas	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	0	0	9	-	-
Modulerende, zelflerende kamerthermostaat, met condenserend instellen HR-ketel	Huishoudens	Alle	5	1	11	-	-
Bij vervangen vriezer kiezen voor A+++	Huishoudens	Alle	0	0	11	-	4
Vloerisolatie	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	2	0	15	-	-
Actieve feedback systemen	Huishoudens	Alle	2	0	16	-	9
Vloerisolatie	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	1	0	17	-	-
Bij vervangen ketel kiezen voor Hybride WP	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	5	1	18	-	-52
Bij vervangen ketel kiezen voor Hybride WP	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	9	2	21	-	-97
Warmtepompboiler	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	0	0	23	-	0
Warmtepompboiler	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	0	0	23	-	0
Bij vervangen wasmachine kiezen voor A+++	Huishoudens	Alle	0	0	28	-	1
Daglichtafhankelijke regeling	HDO	Niet WMb	1	0	31	-	23
Daglichtafhankelijke regeling	HDO	WMb	0	0	31	-	0
Dakisolatie	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	3	1	32	-	-
Douche warmteterugwinning	Huishoudens	Alle	5	1	37	-	-
Dakisolatie	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	3	1	38	-	-
Vraag gestuurde decentrale ventilatie met warmteterugwinning koop	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	3	1	43	-	-20
Zonneboiler	HDO	WMb	0	0	44	-	-
Zonneboiler	HDO	Niet WMb	0	0	44	-	-
WP lucht-water groot (10-70 kW)	HDO	Niet WMb	0	0	46	-	-25
Dubbel naar HR++ glas	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	1	0	50	-	0
Dubbel naar HR++ glas	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	1	0	52	-	0
Zonneboiler	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	2	0	57	-	9
Vraag gestuurde decentrale ventilatie met warmteterugwinning huur	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	5	1	58	-	-24
Zonneboiler	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	2	0	62	-	3
Elektrificatie, power to heat ETS	Industrie	Alle ETS	3	1	63	317	-867

Optie	Sector	Deelsector	Cum. effect 2021-2030	Effect 2030	Kosten effectiviteit	Emissie effect 2030	
						PJ	PJ
Gelijkstroomventilatoren	Huishoudens	Alle	0	0	76	-	10
Elektrificatie, power to heat niet-ETS	Industrie	Alle niet-ETS	1	0	78	-	-289
Bijna Energieneutrale woning - warmtelevering ipv gas	Huishoudens	Nieuwbouw Kp	7	1	88	-	-
Bijna Energieneutrale woning - warmtelevering ipv gas	Huishoudens	Nieuwbouw Hr	3	1	88	-	-
Bijna Energieneutrale Gebouwen- all-electric	HDO	Nieuwbouw HDO	0	0	90	-	-0
NOM-renovatie (1,5 mln. koopwoningen)	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	6	1	103	-	-192
Dubbel naar HR++ glas	HDO	WMb	0	0	107	-	1
Dubbel naar HR++ glas	HDO	Niet WMb	0	0	108	-	0
NOM-renovatie (1 mln. huurwoningen)	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	9	2	112	-	-297
Hybride MWT	Landbouw	Grondgebonden activiteiten	1	0	132	-	-
Warmtepomp	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	0	0	179	-	-0
Bijna Energieneutrale Gebouwen - warmtelevering	HDO	Nieuwbouw HDO	3	0	256	-	-
Warmte koude opslag	HDO	WMb	0	0	258	-	-27
Buitengevelisolatie	HDO	Niet WMb	0	0	268	-	0
Buitengevelisolatie	HDO	WMb	1	0	268	-	2
Warmtepomp stalverwarming	Landbouw	Veeteelt	1	0	273	-	-8
Inregelen installaties	Huishoudens	Alle	5	1	279	-	-
Waterzijdig inregelen	Huishoudens	Alle	5	1	294	-	-
Vloerisolatie	HDO	WMb	0	0	434	-	0
Vloerisolatie	HDO	Niet WMb	0	0	436	-	0
Warmtepomp	Huishoudens	Bestaande bouw Hr	0	0	897	-	-0
Huishoudens			88	16	79	-	-558
HDO			56	10	23	-	1,130
Industrie			113	21	-7	1,301	-703
Landbouw			53	10	12	38	21

Tabel C-2: Technische opties om beleidsdoel te halen in beleidsvariant B

Optie	Sector	Deelsector	Cum. effect	Effect	Kosten	Emissie effect	
			2021-2030	2030	effectiviteit	2030	
			PJ	PJ	€/GJ	Dir. kton	Indir. kton
LED verlichting kassen niet-ETS	Landbouw	Glastuinbouw niet-ETS	1	0	-36	75	-17
LED verlichting kassen ETS	Landbouw	Glastuinbouw ETS	0	0	-33	6	0
Extra besparing electra grondgebonden landbouw	Landbouw	Grondgebonden activiteiten	0	0	-17	9	0
Pompschakelaar vloerverwarming	Huishoudens	Alle	3	1	-16	90	0
Veegpulsschakeling	HDO	Niet WMb	3	1	-16	102	0
Veegpulsschakeling	HDO	WMb	6	1	-16	179	0
Vrije koeling toepassen	HDO	Niet WMb	1	0	-14	34	0
Vrije koeling toepassen	HDO	WMb	4	1	-14	130	0
Procesefficiency industrie 0 ETS	Industrie	Alle ETS	18	3	-12	113	0
Ketenefficiency: recycling 1 ETS	Industrie	Alle ETS	37	7	-11	117	0
Procesefficiency industrie 1 ETS	Industrie	Alle ETS	39	7	-10	245	0
Restwarmte industrie aan industrie	Industrie	Alle	2	0	-9	0	0
Ketenefficiency: recycling 2 ETS	Industrie	Alle ETS	47	9	-8	146	0
Procesefficiency industrie 2 ETS	Industrie	Alle ETS	9	2	-8	54	0
Procesefficiency industrie 3 ETS	Industrie	Alle ETS	28	5	-7	172	0
Bij vervangen koelkast kiezen voor A+++	Huishoudens	Alle	1	0	-5	40	0
Procesefficiency industrie 4 ETS	Industrie	Alle ETS	35	6	-5	218	0
Procesefficiency industrie 5 ETS	Industrie	Alle ETS	24	4	-3	151	0
Restwarmte industrie aan gebouwde omgeving	Industrie	Alle	2	0	-2	0	0
Procesefficiency industrie 6 ETS	Industrie	Alle ETS	8	1	-1	47	0
Aanwezigheidsdetectie	HDO	Niet WMb	2	0	0	50	0
Aanwezigheidsdetectie	HDO	WMb	5	1	0	155	0
Bij vervangen wasdroger kiezen voor A+++	Huishoudens	Alle	1	0	1	45	0
LED verlichting	HDO	Niet WMb	14	2	2	422	0
LED verlichting	HDO	WMb	24	4	2	762	0
Elektrificatie, trendmatig ETS	Industrie	Alle ETS	5	1	2	-216	0
KaE kas ETS	Landbouw	Glastuinbouw ETS	6	1	4	-2	0
Buitengevelisolatie	Huishoudens	Bestaande bouw Kp	4	1	5	0	37
KaE kas niet-ETS	Landbouw	Glastuinbouw niet-ETS	14	3	6	-4	144
Huishoudens			9	2	-3.7	175	37
HDO			59	11	-2.6	1,834	-
Industrie			253	46	-7.7	1,047	-
Landbouw			21	4	3.4	83	127

Tabel C-3: Technische opties om beleidsdoel te halen in beleidsvariant C

Optie	Sector	Deelsector	Cum. effect 2021-2030	Effect 2030	Kosten effectiviteit	Emissie effect 2030	
			PJ	PJ	€/GJ	Dir. kton	Indir. kton
LED verlichting kassen niet-ETS	Landbouw	Glastuinbouw niet-ETS	4	1	-36	375	-84
LED verlichting kassen ETS	Landbouw	Glastuinbouw ETS	0	0	-33	30	0
Extra besparing electra grondgebonden landbouw	Landbouw	Grondgebonden activiteiten	0	0	-17	13	0
Pompschakelaar vloerverwarming	Huishoudens	Alle	7	1	-16	225	0
Veegpulsschakeling	HDO	Niet WMB	3	1	-16	102	0
Veegpulsschakeling	HDO	WMB	6	1	-16	179	0
Vrije koeling toepassen	HDO	Niet WMB	1	0	-14	34	0
Vrije koeling toepassen	HDO	WMB	4	1	-14	135	0
Procefefficiency industrie 0 ETS	Industrie	Alle ETS	18	3	-12	111	0
Ketenefficiency: recycling 1 ETS	Industrie	Alle ETS	37	7	-11	114	0
Procefefficiency industrie 1 ETS	Industrie	Alle ETS	38	7	-10	239	0
Restwarmte industrie aan industrie	Industrie	Alle	6	1	-9	0	0
Ketenefficiency: recycling 2 ETS	Industrie	Alle ETS	74	13	-8	230	0
Procefefficiency industrie 2 ETS	Industrie	Alle ETS	8	2	-8	52	0
Procefefficiency industrie 3 ETS	Industrie	Alle ETS	27	5	-6	168	0
Bij vervangen koelkast kiezen voor A+++	Huishoudens	Alle	3	1	-5	101	0
Procefefficiency industrie 4 ETS	Industrie	Alle ETS	34	6	-5	213	0
Procefefficiency industrie 5 ETS	Industrie	Alle ETS	36	6	-3	223	0
Restwarmte industrie aan gebouwde omgeving	Industrie	Alle	9	2	-2	0	0
Procefefficiency industrie 6 ETS	Industrie	Alle ETS	22	4	-1	139	0
Aanwezigheidsdetectie	HDO	WMB	4	1	0	111	0
Huishoudens			10	2	-12.8	326	-
HDO			18	3	-12.0	561	-
Industrie			309	56	-7.2	1,487	-
Landbouw			5	1	-34.1	418	-84

Bijlage D. Toelichting analyse Artikel 7 in primaire termen in plaats van finale termen

De EED laat het vrij aan landen om de doelstelling en gerealiseerde besparing voor Artikel 7 in finale of primaire termen uit te drukken. In het laatste geval wordt het finale verbruik, dat als grondslag dient voor het besparingsdoel, met primaire factoren omgerekend naar een finaal verbruik in primaire termen. ECN heeft analyses uitgevoerd om vast te stellen of een keuze voor de ene of de andere definitie van wezenlijke invloed is op de inspanning die Nederland moet doen om het doel te realiseren. Hieruit is geconcludeerd dat het geen wezenlijk verschil maakt of gerekend wordt in finale of primaire termen. De opties en kosten blijven min of meer gelijk. Deze bijlage geeft toelichting op de analyses die gedaan zijn in vier delen:

- Doelstelling oprekenen naar primaire termen
- De besparingseffecten van opties omrekenen naar primaire termen
- Bepalen van het kostenoptimale pakket in primaire termen
- Conclusies analyses over Artikel 7 doel in primaire termen

Doelstelling oprekenen naar primaire termen

De grondslag voor de doelstelling betreft het finale energieverbruik in de periode 2016-2018. Om het eindverbruik in finale termen om te rekenen in primaire termen worden zogenaamde Primaire Energie Factoren (PEF) gehanteerd. Voor warmte wordt uitgegaan van een PEF van 1,11 en de gemiddelde PEF voor elektriciteit is in de periode 2016-2018 2,32. Wanneer het finale verbruik in de eindsectoren via deze PEFs wordt omgezet naar verbruik in finale termen bedraagt het totale eindverbruik in primaire termen 2667 PJ. Volgens de EED mag een lidstaat er voor kiezen het verbruik in de transportsector buiten de grondslag te laten. Deze aftrekpost is in primaire termen procentueel minder groot dan in finale termen, omdat in de transportsector relatief weinig elektriciteit wordt verbruikt. Na aftrek blijft een grondslag t.b.v. het EED doel van 1971 PJ over.

De opgave van 1,5% per jaar bedraagt op basis van deze grondslag 1627 PJ cumulatief in primaire termen.

Ook in dit geval kan Nederland gebruik maken van de mogelijkheid 25% van de doelstelling in te vullen op alternatieve wijze. De mogelijkheid het energieverbruik in de industrie voor zover onder ETS buiten de grondslag te laten is hiertoe voldoende. Daarnaast heeft Nederland ook de mogelijkheid van andere alternatieven gebruik te maken, zoals invulling via hernieuwbare energie achter de meter. Er van uitgaande dat Nederland gebruik maakt van de mogelijkheid de doelstelling voor 25% op deze of

andere alternatieve wijze te voldoen, resteert een opgave van 1220 PJ cumulatief in primaire termen die via besparingen in het eindverbruik gerealiseerd moet worden. Volgens de NEV vindt in de periode 2021-2030 reeds besparing plaats die bij kan dragen aan de EED Artikel 7 opgave. Op basis van een ruwe analyse van de NEV-resultaten bedraagt de besparing in de NEV in primaire termen circa 620 PJ. Bovenop de NEV moet in primaire termen dus nog 600 PJ cumulatief worden bespaard.

Het ESR pakket levert een besparing in primaire termen van 116 PJ. Daarmee zou dan nog een opgave van 484 PJ resteren.

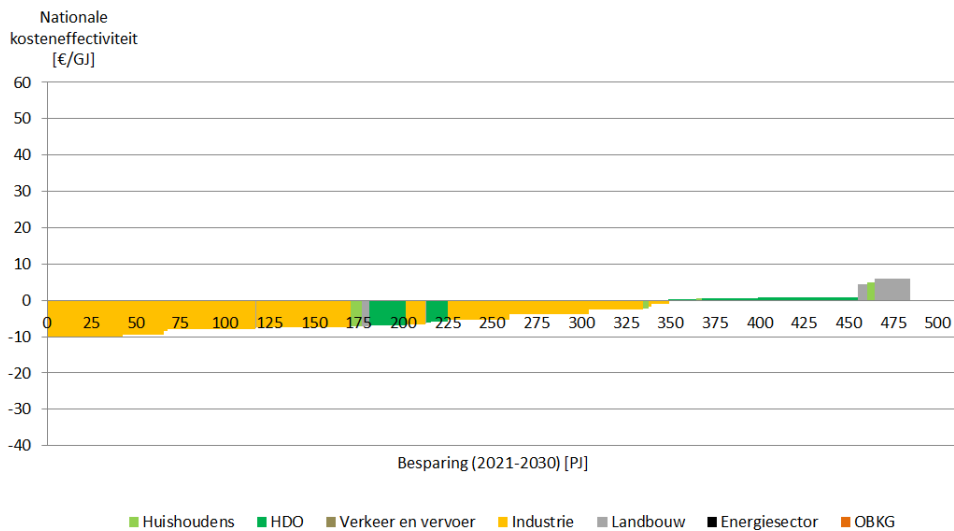
De besparingseffecten van opties omrekenen naar primaire termen

Onafhankelijk van in welke termen de doelstelling voor Artikel 7 wordt uitgedrukt, blijft deze uitsluitend betrekking hebben op besparingsmaatregelen die het finale energieverbruik verminderen. Dat betekent dat de toegestane opties dezelfde zijn als die bij finale termen gelden. Qua kosten efficiëntie in euro's per GJ besparing verandert hun onderlinge rangschikking echter, met name doordat elektriciteitsbesparing zwaarder weegt.

Door het gebruik van primaire factoren anders dan 1, zullen opties die invloed hebben op het verbruik van elektriciteit of warmte anders scoren in primaire dan in finale termen. In de periode 2021-2030 is de cumulatief gewogen gemiddelde PEF voor elektriciteit 2,28. Daardoor zullen vooral opties die elektriciteit besparen beter scoren in primaire termen. Voor warmte - met een PEF van 1,11 - is het effect kleiner. Opties die echter meer elektriciteit (elektrificatie) of warmte gebruiken zullen in primaire termen juist slechter scoren. Sommige opties die in finale termen energie besparen leiden hierdoor in primaire termen zelfs tot 'ontsparring'. Dit geldt bijvoorbeeld voor toepassing van warmtepompen. Dit soort opties dragen bij gebruik van primaire termen dus niet bij aan de doelstelling van Artikel 7. De ranking van opties is zodoende afhankelijk van de gehanteerde methodiek. In grote lijnen blijft het beeld voor de meeste opties echter gelijk: goedkopere opties in finale termen zijn veelal ook de goedkopere opties in primaire termen. Van de 29 opties die samen het pakket vormen dat in beleidsvariant B voldoet aan de EED Artikel 7 opgave in finale termen, horen 28 ook bij de goedkoopste opties in primaire termen. Uitzondering is de elektrificatie in de industrie die bij een doel in primaire termen vervangen wordt door elektriciteitsbesparing in huishoudens.

Bepalen van het kostenoptimale pakket in primaire termen

Bij beleidsvariant B is de opgave van Artikel 7 in primaire termen te voldoen met vrijwel uitsluitend opties die nationale baten opleveren. De totale nationale baten die horen bij dit pakket bedragen circa 370 miljoen euro in 2030. Het maatregelpakket dat het doel tegen minimale kosten kan bereiken is vrijwel identiek aan het pakket dat de opgave in finale termen zou kunnen voldoen. Het pakket bestaat uit vrijwel alle opties die ook het pakket bij finale termen vormen. Wel kennen de opties in primaire termen onderling een iets andere rangschikking. Figuur D-1 geeft de kostencurve behorende bij het pakket met minimale kosten om te voldoen aan de opgave van Artikel 7 in primaire termen, bij beleidsvariant B.



Figuur D-1 Kostencurve maatregelenpakket bij primaire doelstelling 484PJ variant B

Bij beleidsvariant A is de opgave in zowel finale als primaire termen niet te bereiken.

Conclusies analyses over Artikel 7 doel in primaire termen

- Het maakt geen wezenlijk verschil of gerekend wordt in finale of primaire termen. De opties en kosten blijven min of meer gelijk.
- Voor zowel het halen van de doelstelling in finale als in primaire termen is verdergaand beleid nodig (variant B of C). Intensivering van het huidige beleid (variant A) is niet genoeg, ongeacht in welke termen het doel is uitgedrukt
- Energieverbruik in primaire termen staat dicht bij CO2 reductie op korte termijn, maar het meten van energiebesparing in primaire termen sluit minder goed aan bij sturen op CO2 vanuit een lange termijn perspectief.
- Het uitdrukken van finale besparing in primaire termen leidt er toe dat opties die extra elektriciteit gebruiken slechter scoren t.b.v. de doelstelling, of ertoe helemaal niet meer bijdragen. Het betreft dan echter opties die vaak wel zinnig worden geacht in een lange termijn decarbonisatiestrategie, zoals warmtepompen, elektrische voertuigen en power to heat. Deze opties zorgen voor reductie van de directe emissies in eindverbruiksectoren, maar voor een deel komen deze emissies terug in de energiesector. Netto is daarbij meestal sprake van emissiereductie, zeker wanneer rekening gehouden wordt met het overall plafond op emissies binnen het ETS. In een decarbonisatiestrategie kan dat verstandig zijn, omdat reductie van emissies in de energiesector gemakkelijker wordt geacht. Het recente en huidige energiebeleid stimuleert (daarom) deze opties.
- Ook wanneer de doelstelling voor Artikel 7 in primaire termen wordt uitgedrukt, blijft deze uitsluitend betrekking hebben op besparingsmaatregelen die het finale energieverbruik verminderen. Dat betekent dat de toegestane opties dezelfde zijn als die bij finale termen gelden. Qua kostenefficiëntie uitgedrukt in euro per vermeden GJ verandert hun onderlinge rangschikking echter, met name doordat elektriciteitsbesparing zwaarder meetelt.
- De resterende opgave na NEV+ESR bedraagt in primaire termen 477 PJ cumulatief.

- De opgave van Artikel 7 is bij beleidsvariant B in primaire termen is net iets moeilijker te bereiken dan in finale termen. Het pakket van opties die dit doel tegen minimale kosten kunnen bereiken bestaat uit bijna alle opties die ook het pakket bij finale termen vormen, met uitzondering van elektrificatie in de industrie die vervangen wordt door elektriciteitsbesparing in huishoudens. Dit levert echter slechts zeer beperkte meerkosten, waardoor de nationale kosten vergelijkbaar zijn als in finale termen: baten van circa 380 miljoen euro in 2030.

Bijlage E. Vergelijking doelstellingen EED en ESR

Vergelijking scope op hoofdlijnen

In juli 2016 heeft de Europese Commissie een voorstel voor 'effort sharing regulation' (ESR) gepubliceerd, dat van Nederland een reductie van broeikasgasemissie in niet-ETS sectoren vraagt van 36% ten opzichte van 2005. Het EED voorstel vraagt in Artikel 3 een reductie van het totale Europese energieverbruik met 30% ten opzichte van de PRIMES referentie en vraagt in Artikel 7 het jaarlijks realiseren van 1,5% energiebesparing in het eindverbruik door nationaal beleid in lidstaten.

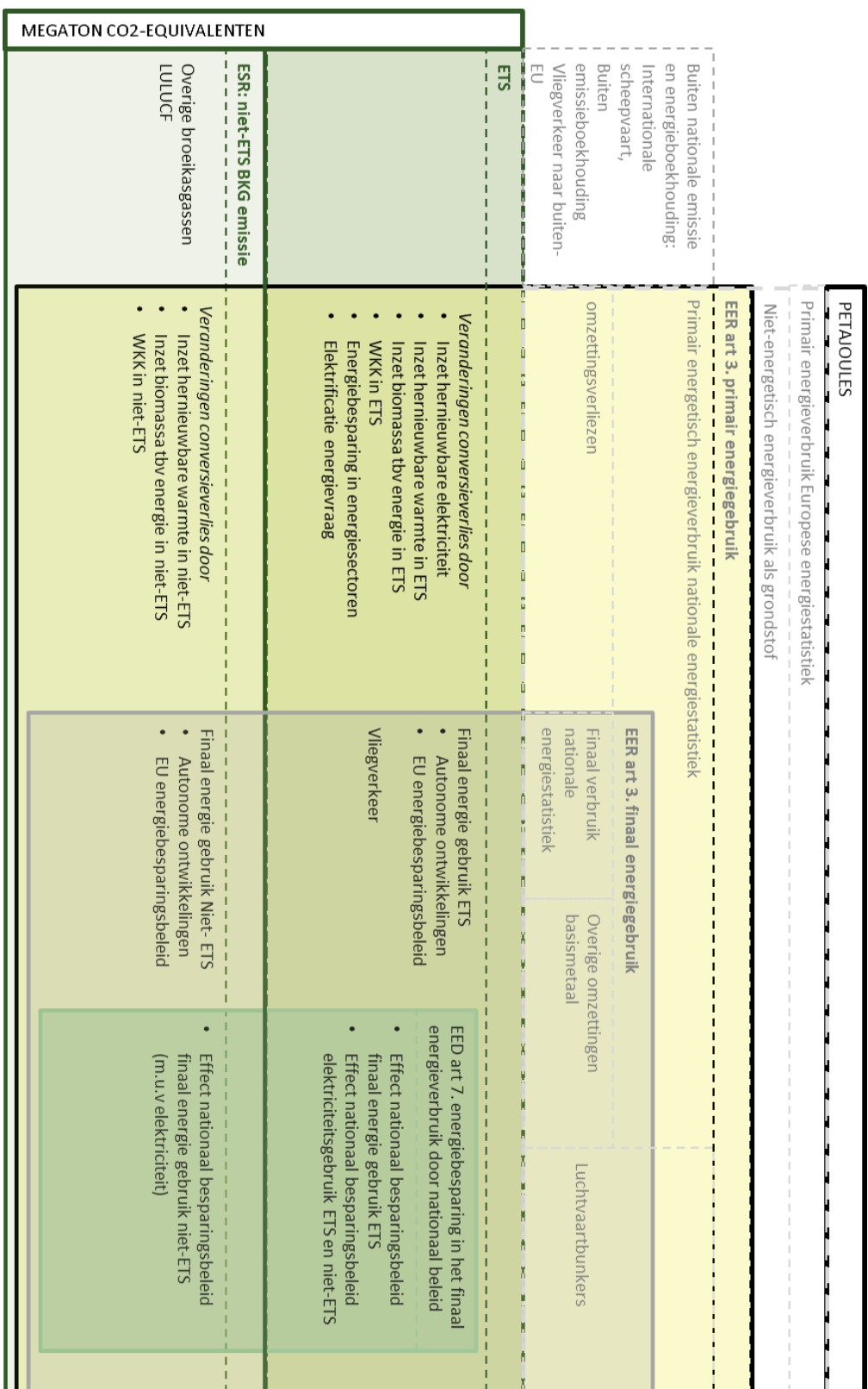
De doelen voor ESR, EED Artikel 3 en EED Artikel 7 hebben daarmee betrekking op verschillende deelverzamelingen van de energiehuishouding, hebben een verschillende grondslag, en vragen een andere relatieve opgave. De doelen zijn daarmee niet één op één met elkaar te vergelijken. Wel bestaat er een gedeeltelijke overlap tussen de doelen, waardoor maatregelen vaak bijdragen aan meerdere doelen.

Onderstaande **Figuur E-1** geeft de relatie tussen verschillende doelen op hoofdlijnen weer. Door specifieke rekenregels ten aanzien van de energieboekhouding kunnen effecten van specifieke maatregelen op detailniveau afwijken van het hier geschetste beeld, met name wanneer meerdere energiedragers of energiebronnen betrokken zijn.

Besparingsactiviteiten die bijdragen aan het doelbereik voor EED Artikel 7 dragen in principe ook bij aan de reductie van het finaal energieverbruik (EED Artikel 3 finaal). Veranderingen in het finaal energieverbruik werken in principe ook door in het primair energieverbruik (EED Artikel 3 primair), waarbij conversierendementen in de energiesector het precieze effect beïnvloeden. Evenwel is de scope van Artikel 3 ruimer dan Artikel 7. Ook autonome ontwikkelingen (zoals economische groei, demografie, energieprijzen) en effecten van EU beleid dragen bij aan veranderingen van het finale energiegebruik. De inzet van hernieuwbare elektriciteit is een belangrijke variabele die in principe geen invloed heeft op het finale energiegebruik, maar wel op het primair energieverbruik, doordat hiermee conversieverliezen in de energieproductie kunnen worden voorkomen. Ook inzet van hernieuwbare warmte en biomassa voor energie kunnen invloed hebben op het primaire energieverbruik wanneer hun winning een ander conversierendement heeft dan bestaande productie van energiedragers.

De doelstelling in de EED is gebaseerd op de Europese energiestatistiek. Tussen de nationale energiestatistiek en de Europese bestaan enkele belangrijke verschillen. Zo worden de luchtvaartbunkers in de nationale energiestatistiek niet tot het verbruik gerekend, maar in Europa wel. De zogenaamde 'overige omzettingen' van steenkool in de basismetaleen tellen in de nationale statistiek alleen als primair verbruik, maar in Europese statistiek (ook) als finaal. Het gebruik van energiedragers als grondstoffen hoort in beide statistieken wel bij het primaire energiegebruik, maar valt buiten de scope van EED Artikel 3. Bijlage F gaat dieper in op de verschillen tussen nationale en Europese statistiek.

De scope van de ESR doorsnijdt de scopes van de energiedoelstellingen. Besparingsmaatregelen leiden in het algemeen tot emissiereductie, maar de ESR betreft dat gedeelte van het energiegebruik dat buiten ETS sectoren valt. Besparingsmaatregelen die bijdragen aan Artikel 7 van de EED kunnen daarmee bijdragen aan het ESR doel, zolang ze toegepast worden binnen niet-ETS sectoren. Daarnaast kunnen ook autonome ontwikkelingen, EU beleid, en de inzet van hernieuwbare warmte of brandstoffen in niet-ETS sectoren bijdragen aan het ESR doel. Naast energie gerelateerde emissies vallen ook de meeste overige broeikasgasemissies en emissies uit landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw (LULUCF) onder de ESR regulering.



Figuur E-1: Overzicht scopes ESR, EED art 3 en EED art 7.

Bijlage F. Van finaal verbruik volgens CBS naar het finaal verbruik volgens Eurostat

In Nederland is de energiestatistiek van het CBS leidend, echter de Europese doelen voor besparing en hernieuwbare energie worden afgeleid van de energiestatistiek volgens Eurostat. Hier zitten een aantal verschillen in. In deze bijlage worden deze verschillen uitgelegd en hoe daar mee om wordt gegaan in dit rapport.

Het finaal verbruik volgens Eurostat (final energy consumption) heeft als basis het finaal energetisch verbruik volgens het CBS. Echter Eurostat ziet de verliezen bij de basismetale ijzer en staal van de omzettingen van kolengrondstoffen en cokes naar hoogoven gas ook als energetisch verbruik. In principe kan er vanuit worden gegaan dat met de verliezen warmte wordt geproduceerd waarmee het ijzererts wordt gesmolten. Tevens ziet Eurostat het verbruik van de internationale luchtvaart als nationaal energetisch verbruik. Bij het CBS zit dit bij de luchtvaartbunkers. Als laatste grote verschillen gebruikt Eurostat de methode dat alle energie die verhandeld wordt tot de energiesector hoort en dat binnen de eindverbruikssectoren geen energieconversie plaatsvindt. Dit heeft tot gevolg dat als binnen een bedrijf warmte wordt opgewekt met een WKK en deze warmte zelf wordt gebruikt, het CBS dit ziet als finaal warmteverbruik en Eurostat dit terugrekent naar finaal verbruik van de brandstof die de WKK is ingegaan.

Naast deze grote fundamentele verschillen zijn er nog een aantal posten die tot verschillen leiden maar die aan verandering onderhevig zijn. Met ingang van het verslagjaar 2017 wordt de benutte omgevingswarmte voor de warmtepompen ook gerapporteerd door Eurostat onder het finaal verbruik. Als laatste gebruikt het CBS een energiedrager (de andere energiedragers) die tot nu toe niet door Eurostat gezien wordt. Deze wordt dan ook niet gerapporteerd aan Eurostat. Het is mogelijk dat deze in toekomst wel gerapporteerd gaat worden. In tabel F-1 staan voor 2014 de verschillen getalsmatig weergegeven.

Tabel F-1: Verschillen tussen finaal energetisch verbruik CBS en final energy consumption Eurostat

Finaal energetisch verbruik voor eindverbruikers CBS	1758 PJ	
Internationale luchtvaart	151 PJ	+
Saldo overige omzettingen kolen basismetaal ijzer en staal	59 PJ	+
Eigen verbruik warmte uit WKK zien als verbruik brandstof	15 PJ	+
Finaal energetisch verbruik 'andere energiedragers'	4 PJ	-
Final energy consumption Eurostat	1980 PJ	

In dit rapport wordt uitgegaan van een gemiddeld verbruik over de periode 2016-2018 en het verbruik in 2030. Voor deze jaren zijn nog geen statistieken beschikbaar en worden de resultaten uit de Nationale Energieverkenning (NEV) gebruikt. Omdat de benutte omgevingswarmte bij de warmtepompen vanaf 2017 in het finaal verbruik wordt meegenomen, wordt dit nu ook al in dit rapport meegenomen.

Daarnaast wordt in de NEV niet gekeken of door bedrijven geproduceerde warmte verkocht wordt aan een ander bedrijf (in de NEV gaat alles per sector en daarin zijn eindverbruikssectoren zo goed als altijd per saldo warmteverkwijgende sectoren). Dit speelt zowel bij warmte vanuit een WKK (waardoor het finaal verbruik naar boven zou moeten worden bijgesteld), als bij warmte uit ketels (waardoor het finaal verbruik naar beneden zou moeten worden bijgesteld). Deze laatste categorie ziet het CBS, net als Eurostat, niet als finaal verbruik, maar in de projecties dus wel. Vanwege de grote onzekerheid rond deze getallen (WKK neemt in de loop van de tijd af, wordt de warmtelevering dan overgenomen door ketels?) wordt deze post niet meegenomen in de correctie.

In onderstaande tabel F-2 staan de gebruikte posten voor de berekening van het gemiddelde verbruik over 2016-2018 (gebruikt voor Artikel 7, excl. transport) en dat in 2030 (gebruikt voor Artikel 3).

Tabel F-2: Posten voor de berekening van het energiegebruik t.b.v. Artikel 7 en Artikel 3

	2016-2018 Art 7	2030 Art 3		
Fin. ener. verbruik voor eindverbr. (incl. omg.warmte warmtepompen)	1401	1781	PJ	
Internationale luchtvaart	nvt	165	PJ	+
Saldo overige omzettingen kolen basismetaal ijzer en staal	64	70	PJ	+
Finaal energetisch verbruik 'andere energiedragers'	2	2	PJ	-
Final energy consumption	1464	2015	PJ	

Bijlage G. Kosten en potentieel van energiebesparingsmaatregelen

In deze bijlage is een overzicht gegeven van de in dit rapport beschouwde opties voor energiebesparing. Het betreft technische potentiëlen voor energiebesparing in het jaar 2030; de cumulatieve energiebesparing voor de periode 2021-2030, de kosteneffectiviteit voor energiebesparing in euro per GJ besparing in 2030 en de kosteneffectiviteit uitgedrukt in euro per ton emissiereductie voor zowel ETS als niet-ETS-emissies. Ook zijn 'ontsluitingspercentages' gegeven voor drie in dit rapport beschouwde denkbare beleidsvarianten. De ontsluitingspercentages bij de beleidsvarianten (A, B, C) geven de mate waarin het technisch potentieel wordt ontsloten. De beleidsvarianten zijn zo geconstrueerd dat ze een indruk geven van welk deel van het potentieel ontsloten zou kunnen worden met beperkte intensivering van huidig beleid (variant A), een verdergaande intensivering (variant B) en een nog verdergaande intensivering (variant C).

Baseline

Alle potentiëlen en ontsluitingspercentages zijn additioneel ten opzichte van de NEV 2016, variant met voorgenumen beleid. Een overzicht van de beleidsmaatregelen die daarin zitten is te downloaden op: <https://www.ecn.nl/nev>

Variatie: Potentiëlen niet uniform

De hier gepresenteerde kosteneffectiviteiten zijn representatieve gemiddelden. Binnen de afzonderlijke potentiëlen kan nog een aanzienlijk variatie zijn. Afhankelijk van bijvoorbeeld woningkarakteristieken en gedrag van bewoners kan de kosteneffectiviteit van een specifieke optie als spouwmuurisolatie op de ene plaats veel gunstiger zijn dan op de andere. Die variabiliteit is hier dus niet zichtbaar.

Onzekerheden

De onzekerheid in de besparings- en emissie-effecten en kosteneffectiviteit is groter dan de precisie van de hier gepresenteerde cijfers doet vermoeden. De effecten hebben doorgaans een waarschijnlijke onzekerheid van orde 10%. De kosteneffectiviteit wordt o.a. sterk beïnvloed door de veronderstelde prijzen van energie, die hier zijn overgenomen uit de NEV2016. Andere veronderstellingen zullen leiden tot een andere ordening van maatregelen in termen van kosteneffectiviteit.

Momentane en cumulatieve energiebesparing

De tabellen laten zowel de momentane als de cumulatieve energiebesparing zien. De verhouding tussen beide hangt af van het ingroeitraject en het startjaar. Voor de meeste opties is het uitgangspunt een lineair ingroeitraject dat start in 2021. In dat geval is de verhouding tussen de cumulatieve en momentane reductie 5,5. Andere gevallen komen ook voor: een optie kan ook vanaf het moment dat beleid er op inzet al meteen (bijna) het maximale effect hebben, zoals bij verandering van de maximumsnelheid.

Huishoudens

Overzichtstabel technische energiebesparingsmaatregelen huishoudens

In Tabel G-1 staan alle in de berekening meegenomen technische opties voor de sector huishoudens en de bijbehorende energiebesparing en kosteneffectiviteit. Ook staat per optie een schatting van het percentage van het technisch potentieel dat bij verschillende beleidsintensiteiten gerealiseerd kan worden.

Tabel G-1: Overzicht technische energiebesparingsopties huishoudens

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosteneffectiviteit	Kosteneffectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
	(PJ)	(PJ)	(€/GJ)	(euro/ton)	A	B	C
Bestaande bouw Koop:							
Vloerisolatie	7	40	16	286	3%	20%	35%
Spouwmuurisolatie	8	47	-4	-63	3%	20%	35%
Buitengevelisolatie	3	18	5	86	3%	20%	35%
Dakisolatie	20	112	31	553	3%	20%	35%
Enkel naar HR++ glas	0	1	7	133	3%	20%	35%
Dubbel naar HR++ glas	3	18	48	871	3%	20%	35%
Vraag gestuurde decentrale ventilatie met warmteterugwinning	18	101	43	1452	3%	20%	35%
Extra ingroei warmtenetten woningen	15	82	172	2014	20%	50%	100%
Warmtepomp	3	18	23	133	3%	20%	35%
Bij vervangen ketel kiezen voor Hybride WP	30	167	18	1028	3%	20%	35%
Zonneboiler	14	78	57	419	3%	20%	35%
NOM-renovatie (1,5 mln. koopwoningen)	36	200	101	4079	3%	20%	35%
Bestaande bouw huur:							
Vloerisolatie	4	20	12	218	10%	20%	50%
Spouwmuurisolatie	2	9	-4	-71	10%	20%	50%
Buitengevelisolatie	1	7	-2	-40	10%	20%	50%
Dakisolatie	7	36	32	579	10%	20%	50%
Enkel naar HR++ glas	1	4	7	123	10%	20%	50%
Dubbel naar HR++ glas	2	11	44	811	10%	20%	50%
Vraag gestuurde decentrale ventilatie met warmteterugwinning	9	47	58	1680	10%	20%	50%
Extra ingroei warmtenetten woningen	2	13	791	5813	20%	50%	100%
Warmtepomp	2	13	23	133	10%	20%	50%
Bij vervangen ketel kiezen voor Hybride WP	18	102	18	1028	10%	20%	50%
Zonneboiler	4	24	62	471	10%	20%	50%
NOM-renovatie (1 mln. huurwoningen)	18	97	105	4246	10%	20%	50%
Nieuwbouw koop:							
Bijna Energieneutrale	1	7	88	258	100%	100	100

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosten-effectiviteit	Kosten-effectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
	(PJ)	(PJ)	(€/GJ)	(euro/ton)	A	B	C
woning - warmtelevering i.p.v. gas						%	%
Nieuwbouw Huur:							
Bijna Energieneutrale woning - warmtelevering i.p.v. gas	1	3	88	258	100%	100%	100%
Huishoudens overig:							
Modulerende, zelflerende kamerthermostaat, met condenserend instellen HR-ketel	4	23	11	198	20%	50%	70%
Actieve feedback systemen	1	8	16	203	20%	50%	70%
Bij vervangen koelkast kiezen voor A+++	2	13	-5	-30	5%	10%	25%
Bij vervangen wasdroger kiezen voor A+++	3	14	1	6	5%	10%	25%
Bij vervangen wasmachine kiezen voor A+++	0	1	28	165	5%	10%	25%
Bij vervangen vriezer kiezen voor A+++	0	2	11	66	5%	10%	25%
Gelijkstroomventilatoren	1	3	76	445	10%	20%	50%
Douche warmteterugwinning	10	54	37	657	10%	20%	50%
Inregelen installaties	10	54	276	4900	10%	20%	50%
Waterzijdig inregelen	9	48	292	5172	10%	20%	50%
Pompschakelaar vloerverwarming	3	14	-16	-95	10%	20%	50%
LET OP! In verband met overlap tussen opties, kunnen maatregelen niet zonder meer opgeteld worden.							

Toelichting ontsluitingspercentage huishoudens

Inleiding

In Tabel G-1 is het technisch potentieel van verschillende besparingsmaatregelen bij huishoudens weergegeven. In de praktijk zal meestal niet dit hele potentieel te realiseren zijn. Het is afhankelijk van de bereidheid van de doelgroep of maatregelen getroffen. De weergegeven potentiëlen zijn additionele potentiëlen ten opzichte van het voorgenomen beleidsscenario uit de Nationale Energie Verkenning 2016 (NEV 2016). Dat wil zeggen dat voor deze maatregelen de bereidheid van huishoudens niet zodanig is dat het hele technische potentieel wordt benut in de periode tot 2030. Er is dus extra beleid nodig om dit additionele potentieel te benutten. In Tabel G-1 is voor drie beleidsintensiteiten (A, B en C) weergegeven hoeveel procent van het technische potentieel ontsloten kan worden. In variant A gaat het om intensivering van huidig en voorgenomen beleid zoals dat in de NEV 2016 is meegenomen. In variant B gaat het om nieuw beleid, maar wel op basis van gangbare beleidsinstrumenten en scope. Variant C gaat uit van nieuwe zware instrumenten die politiek controversieel zijn en/of deelsectoren aanpakken die eerder buiten schot bleven.

Aannames ontsluitingspercentages koopsector

Het huidige beleid gericht op koopwoningen gaat uit van voorlichting, financiële ondersteuning en facilitering. De keuze voor woningeigenaren om maatregelen te treffen blijft echter vrijwillig. In variant A kan deze aanpak verder worden geïntensiveerd, maar het extra effect zal beperkt zijn. Er is uitgegaan dat hierdoor 3% van het technische potentieel wordt bereikt. In variant B wordt meer verplichtend beleid verondersteld. Dit zou kunnen in de vorm van een besparingsverplichting voor energieleveranciers of een tendersysteem voor energiebesparing. Ook hier is het bereik afhankelijk van medewerking van de woningeigenaar, maar marktpartijen zullen veel intensiever besparingsproducten aanbieden, zodat we het bereik inschatten op 20%. Bij nog verdergaande beleid gericht op woningeigenaren zelf, zoals een labelverplichting of belastingprikkelers kan wellicht tot 35% van het potentieel worden ontsloten (variant C).

Aannames ontsluitingspercentages huursector

De huursector in Nederland bestaat uit een beperkt aantal partijen, voornamelijk woningcorporaties, die eenvoudiger aanspreekbaar zijn dan individuele woningeigenaren. Er is daarom verondersteld dat meer technisch potentieel met beleid kan worden ontsloten. Variant A gaat er van uit dat de huidige aanpak met convenanten wordt doorgezet naar 2020, waarbij gestreefd wordt naar gemiddeld label A in 2030. Een grove schatting is dat dit 10% van het potentieel aanspreekt. Als in variant B ook een energiebesparingsverplichting voor energieleveranciers van kracht is, dan zou dit 20% kunnen ontsluiten. Bij heel intensieve aanpak van de huursector, met veel energieneutrale renovaties, kan in variant C tot 50% worden bereikt.

Aannames ontsluitingspercentages nieuwbouw

Nieuwbouw moet vanaf 2020 Bijna Energie Neutraal (BENG) gebouwd worden. In de huidige invulling is het ook mogelijk om dit met aardgasgestookte verwarmingssystemen in te vullen. Door deze eis zodanig aan te passen dat alleen gasloze varianten mogelijk zijn, wordt 100% van het potentieel voor emissiereductie in nieuwbouw ontsloten. Deze aanname is gedaan in alle drie de varianten.

Aannames ontsluitingspercentages overig

Voor warmtenetten in bestaande bouw geldt dat overheidsbeleid nodig is om ze aantrekkelijk genoeg te maken. Dit kan door financiële ondersteuning en/of met ruimtelijke ordeningsbeleid. In de varianten is uitgegaan van een oplopend ambitieniveau van 20, 50 en 100% van het potentieel. Overigens is in dit potentieel al rekening gehouden met vele praktische beperkingen. Slimme thermostaten en feedbacksystemen zijn aantrekkelijke producten, maar nog wel redelijk kostbaar. Afhankelijk van de mate van ondersteuning is 20%, 50% en 70% ontsluiting verondersteld in variant A, B en C.

Toelichting maatregelen huishoudens

Vloerisolatie

Isoleren van vloeren zorgt voor energiebesparing en comfortverbetering. Bij de potentieelbepaling is gebruik gemaakt van de WoON 2012 energiemodule. Voor het bepalen of een vloer nageïsoleerd kan worden, is gekeken naar woningen waar minder dan 90% van de vloer een RC waarde heeft van 1,3 of meer. In deze woningen is verondersteld dat alle vloeren met RC waarde van minder dan 1,3 worden nageïsoleerd met een RC-waarde van 3,65. Er is voor de kosten uitgegaan van de investeringskosten van RVO voor vloerisolatie aan de onderkant van de vloer.

Spouwmuurisolatie en Buitengevelisolatie

Veel spouwmuren in Nederland zijn ongeïsoleerd. Bij de potentieel bepaling is gebruik gemaakt van de WoON 2012 energiemodule. Voor het bepalen of een spouwmuur nageïsoleerd kan worden, is gekeken naar woningen waar minder dan 90% van de muur een RC waarde heeft van 1,3 of meer. In deze woningen is verondersteld dat alle spouwmuren met RC waarde van minder dan 1,3 worden nageïsoleerd. De dikte van de spouw en RC-waarde na isolatie hangt af van het bouwjaar en de daaraan verbonden spouwmuurdikte. Spouwmuren uit bouwjaar 1930 t/m 1969 krijgen RC-waarde 1,36, 1970 t/m 1984 RC-waarde 2,11 en vanaf 1985 RC-waarde 2,86. Woningen van ruwweg voor 1930 hebben geen spouw. Bij buitenmuren zonder spouw is verondersteld dat ze worden geïsoleerd naar RC-waarde 2,86. Dit komt overeen met 10 cm isolatie.

Dakisolatie

Circa 10% van de daken in Nederland is helemaal niet geïsoleerd. Verder zijn veel daken matig geïsoleerd en ook hier kan nog eenvoudig extra besparing worden gerealiseerd. Bij de potentieel bepaling is gebruik gemaakt van de WoON 2012 energiemodule. Voor het bepalen of een dak nageïsoleerd kan worden, is gekeken naar woningen waar minder dan 90% van het dak een RC waarde heeft van 1,97 of meer. In deze woningen is verondersteld dat alle daken met RC -waarde van minder dan 1,97 worden nageïsoleerd met een RC-waarde van 3,47. Afhankelijk van het type dak en of de zolder verwarmd wordt is voor de investeringskosten uitgegaan plat dak, hellend dak of zoldervloerisolatie.

Enkel naar HR++ glas

Het meeste enkel glas is in Nederland vervangen door dubbel glas, maar soms is in slaapkamers nog enkel glas aanwezig. Bij de potentieel bepaling is gebruik gemaakt van de WoON 2012 energiemodule. Al het enkel glas is in de schatting verondersteld vervangen te worden door HR++ glas met een U-waarde van 1,2.

Dubbel naar HR++ glas

Dubbel glas vervangen door HR++ glas levert een vergelijkbare besparing op als enkel glas vervangen door dubbel glas. Bij de potentieel bepaling is gebruik gemaakt van de WoON 2012 energiemodule. Al het dubbel glas is in de schatting verondersteld vervangen te worden door HR++ glas met een U-waarde van 1,2.

Warmtepomp

Combi lucht-water warmtepompen leveren zowel warmte voor ruimteverwarming als voor warmwater. Bij de potentieel bepaling is gebruik gemaakt van de WoON 2012 energiemodule. In de effectschatting is uitgegaan van vervanging van alle gasgestookte CV-ketels door combi lucht-water warmtepompen, zowel de individuele als de collectieve ketels. Omdat Warmtepompen relatief lage temperatuur leveren en moeilijk

piekbelasting kunnen opvangen, worden in de praktijk dergelijke systemen gecombineerd met lage temperatuurverwarming en vergaande isolatie. In de tabel wordt de maatregel echter op zichzelf staand weergegeven. In de kostencurves wordt rekening gehouden met de combinatie van deze maatregelen.

Warmtepompboiler

Een warmtepompboiler is een speciale warmtepomp die met energie uit de buitenlucht of afgezogen ventilatielucht tapwater opwarmt. Ze vormen een alternatief voor een 'standaard' elektrische boiler en hebben dus een besparend effect op elektriciteit.

Bij vervangen ketel kiezen voor Hybride WP

In een hybride systeem wordt een warmtepomp gecombineerd met een HR-107 combiketel. Hoewel er vele verschillende configuraties mogelijk zijn, wordt in de basis de warmtepomp gebruikt voor de 'basislast' van de ruimteverwarming. De HR-ketel wordt gebruikt om piekvragen op koude momenten op te vangen en voor het maken van warmwater dat minimaal 60 graden moet zijn.

Zonneboiler

Een zonneboiler bestaat uit een zonnecollector die het zonlicht opvangt en omzet in warmte en een voorraadvat dat de warmte opslaat. Hoewel zonneboilers ook toegepast kunnen worden voor ruimteverwarming, worden ze in Nederland vrijwel altijd toegepast om warm water te produceren. Omdat warmwater altijd tot minimaal 60 graden moet kunnen worden opgewarmd, is voor minder zonnige dagen verwarming nodig. In de berekeningen zijn we er van uitgegaan dat op woningen met een eigen dak een individuele zonneboiler wordt geïnstalleerd. Deze levert een gasbesparing van circa 250 m³ aardgas per woning en kost ongeveer 3.400,- euro.

Zon PV individuele systemen

Pv panelen zetten zonlicht om in elektriciteit. Bij de potentieel bepaling is gebruik gemaakt van de WoON 2012 energiemodule. Hierin is gekeken hoeveel geschikt dakoppervlak er is. Bij eengezinswoningen met een eigen dak kan gemiddeld maximaal circa 38 m² dak gebruikt worden voor zonnepanelen. Dit levert ongeveer 3300 kWh per woning op en kost ongeveer 10.000 euro aan investeringen.

Zon PV collectieve systemen

Ook op meergezinswoningen kan PV worden geïnstalleerd. Bij de potentieel bepaling is gebruik gemaakt van de WoON 2012 energiemodule. Per meergezinswoning kan gemiddeld max. 24 m² PV worden geïnstalleerd. Dit levert gemiddeld 2.200 kWh per jaar aan opbrengst op en kost ongeveer 6600 euro per woning.

Modulerende, zelflerende kamerthermostaat, met condenserend instellen HR-ketel

Een modulerende verwarmingsregeling kan de branderhoogte van de ketel op verschillende standen laten branden. Hierdoor wordt gezorgd voor een nauwkeurige temperatuurregeling, en wordt de branderactiviteit van de ketel precies aangepast aan de warmtebehoefte. Een zelflerende thermostaat past automatisch het stookpatroon in de woning aan op basis van bijvoorbeeld weeromstandigheden en de aanwezigheid van de bewoner. Een HR-ketel wint warmte terug uit waterdamp door condensatie. Dit kan alleen als de retourtemperatuur van het water laag genoeg is. Sommige slimme thermostaten kunnen de ketel automatisch instellen, zodat de ketel condenseert. In de berekeningen is verondersteld dat dergelijke slimme thermostaten 10% kunnen besparen op het gasverbruik. De kosten voor slimme thermostaten variëren sterk. In de berekeningen is uitgegaan van een consumentenprijs van 250 euro.

Actieve feedback systemen

Er is een grote variëteit aan feedback systemen die bewoners inzicht geven in hun energiegebruik.²⁸ Er zijn websites, apps maar ook displays voor in de woning die feedback geven over het energiegebruik. Het besparende effect is sterk afhankelijk van het type en hier wordt nog volop onderzoek naar gedaan. Voor onze berekeningen zijn we uitgegaan van een besparing van 5% op het gas- en elektriciteitsverbruik van huishoudens.

Bij vervangen koelkast kiezen voor A+++

Veel elektrische apparaten worden steeds zuiniger onder meer door Europese Ecodesign richtlijnen. Vanaf 2014 mogen in Europa alleen koelkasten verkocht worden met een Energy Efficiency Index (EEI) van 42 of lager. Dit komt overeen met energielabel A+.²⁹ Het verbruik dat hiermee gepaard gaat is afhankelijk van het type en de afmetingen van het apparaat, maar gemiddeld verbruikt een koelkast met EEI 42, 280 kWh per jaar. De verwachting is dat veel huishoudens uit zichzelf een koelkast kopen die zuiniger is dan de wettelijke eis. Hierdoor zal het gemiddelde verbruik van een koelkast in 2030 dalen naar 187 kWh/jaar. Een A+++ koelkast gebruikt gemiddeld 110 kWh/jaar en is dus 77 kWh zuiniger. Als alle ruim 10 miljoen koelkasten in 2030 op A+++ niveau worden gebracht, bespaart dit ruim 2,3 PJ aan elektriciteit. De meerkosten zijn naar schatting ongeveer 86 euro per apparaat ten opzichte van het gemiddelde.

Bij vervangen wasdroger kiezen voor A+++

Vanaf 2015 mogen in Europa alleen wasdrogers verkocht worden met een Energy Efficiency Index (EEI) van 76 of lager. Dit komt overeen met energielabel B.³⁰ Het verbruik dat hiermee gepaard gaat is afhankelijk van het type en de afmetingen van het apparaat, maar gemiddeld verbruikt een wasdroger met EEI 76, 339 kWh per jaar. De verwachting is dat veel huishoudens uit zichzelf een wasdroger kopen die zuiniger is dan de wettelijke eis. Hierdoor zal het gemiddelde verbruik van een wasdroger in 2030 dalen naar 210 kWh/jaar. Een A+++ wasdroger gebruikt gemiddeld 89 kWh/jaar en is dus 121 kWh zuiniger. Als alle ruim 5,7 miljoen wasdrogers in 2030 op A+++ niveau worden gebracht, bespaart dit ruim 2,6 PJ aan elektriciteit. De meerkosten zijn naar schatting ongeveer 145 euro per apparaat ten opzichte van het gemiddelde.

Bij vervangen wasmachine kiezen voor A+++

Vanaf 2015 mogen in Europa alleen wasmachines verkocht worden met een Energy Efficiency Index (EEI) van 59 of lager. Dit komt overeen met energielabel A+.³¹ Het verbruik dat hiermee gepaard gaat is afhankelijk van het type en de afmetingen van het apparaat, maar gemiddeld verbruikt een wasmachine met EEI 59, 157 kWh per jaar. De verwachting is dat veel huishoudens uit zichzelf een wasdroger kopen die zuiniger is dan

²⁸ Zie bijvoorbeeld de website <https://www.energieverbruiksmanagers.nl/> voor een overzicht.

²⁹ COMMISSION REGULATION (EC) No 643/2009 of 22 July 2009, implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for household refrigerating appliances, <http://www.eceee.org/static/media/uploads/site-2/ecodesign/products/domestic-fridges-and-freezers/refrigerating-appliances-regulation-090723.pdf>

³⁰ COMMISSION REGULATION (EU) No 932/2012 of 3 October 2012, implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for household tumble driers, <http://www.eceee.org/static/media/uploads/site-2/ecodesign/products/laundry-driers/household-tumble-driers-regulation-121012.pdf>

³¹ COMMISSION REGULATION (EU) No 1015/2010 of 10 November 2010, implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for household washing machines, <http://www.eceee.org/static/media/uploads/site-2/ecodesign/products/domestic-washing-machines/ecodesign-regulation-wm-10nov2010.pdf>

de wettelijke eis. Hierdoor zal het gemiddelde verbruik van een wasdroger in 2030 dalen naar 118 kWh/jaar. Een A+++ wasmachine gebruikt gemiddeld 113 kWh/jaar en is dus 5 kWh zuiniger. Als alle ruim 8 miljoen wasmachines in 2030 op A+++ niveau worden gebracht, bespaart dit minder dan 0,2 PJ aan elektriciteit. De meerkosten zijn naar schatting ongeveer 79 euro per apparaat ten opzichte van het gemiddelde.

Bij vervangen vriezer kiezen voor A+++

Vanaf 2014 mogen in Europa alleen vriezers verkocht worden met een Energy Efficiency Index (EEI) van 42 of lager. Dit komt overeen met energielabel A+. ³² Het verbruik dat hiermee gepaard gaat is afhankelijk van het type en de afmetingen van het apparaat, maar gemiddeld verbruikt een vriezer met EEI 42, 220 kWh per jaar. De verwachting is dat veel huishoudens uit zichzelf een vriezer kopen die zuiniger is dan de wettelijke eis. Hierdoor zal het gemiddelde verbruik van een koelkast in 2030 dalen naar 183 kWh/jaar. Een A+++ vriezer gebruikt gemiddeld 151 kWh/jaar en is dus 32 kWh zuiniger. Als alle ruim 3,8 miljoen vriezers in 2030 op A+++ niveau worden gebracht, bespaart dit ruim 0,4 PJ aan elektriciteit. De meerkosten zijn naar schatting ongeveer 189 euro per apparaat ten opzichte van het gemiddelde.

Vraaggestuurde decentrale ventilatie met warmteterugwinning

Bij ventilatie treden warmteverliezen op. De koude lucht van buiten moet weer worden opgewarmd, wat energie kost. Ook gebruiken mechanische ventilatiesystemen elektriciteit. Vraagsturing maakt dat alleen geventileerd wordt als dat nodig is. Dit kan met een tijds klok maar er zijn ook meer geavanceerde systemen met sensoren die het CO₂ gehalte of relatieve vochtigheid meten. Ook kan er warmte worden teruggewonnen uit ventilatielucht waarmee inkomende lucht voorverwarmd kan worden. Dit wordt ook wel balansventilatie genoemd. In deze optie is het besparende effect van beide besparingsmethodes gecombineerd. ³³ Er zijn tegenwoordig systemen op de markt die relatief eenvoudig in bestaande woningen aangebracht kunnen worden. Het besparingspotentieel is bepaald aan de hand van de Energiemodule uit het WoON 2012 onderzoek. Voor woningen met natuurlijke ventilatie of met mechanische afzuiging is gekeken hoeveel vraaggestuurde ventilatie bespaart.

Gelijkstroomventilatoren

Gelijkstroomventilatoren zijn zuiniger dan wisselstroomventilatoren. Volgens MilieuCentraal is de besparing ongeveer 135 tot 275 kWh per jaar. Er zijn in 2020 nog ongeveer 2,1 miljoen woningen waar wisselstroomventilatoren kunnen worden vervangen.

Douche warmteterugwinning

Een douche warmteterugwinning gebruikt het wegstromende warme douchewater om het 'nieuwe' nog koude douchewater alvast voor te verwarmen. In de berekening is uitgegaan van circa 20% besparing op het gasverbruik voor warmwater.

Inregelen installaties

³² COMMISSION REGULATION (EC) No 643/2009 of 22 July 2009, implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for household refrigerating appliances, <http://www.eceee.org/static/media/uploads/site-2/ecodesign/products/domestic-fridges-and-freezers/refrigerating-appliances-regulation-090723.pdf>

³³ RVO (j)2014), Infoblad Ventilatiesystemen in energiezuinige nieuwbouwwoningen, <http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/10/Infoblad%20Ventilatiesystemen%202014.pdf>

Een niet goed ingeregelde verwarmingsinstallatie zorgt vaak voor onvoldoende comfort in huis. De inregeling van een cv- of klimaatinstallatie moet goed aansluiten bij de werkelijke koude- en warmtebehoefte. Een installateur kan de cv-installatie opnieuw instellen.

Waterzijdig inregelen

Waterzijdig inregelen is het optimaliseren van de volumestromen naar radiatoren, zodat naar elke radiator op de juiste snelheid de juiste hoeveelheid water stroomt die nodig is om de ontwerptemperatuur in de ruimte te realiseren. Het waterzijdig inregelen van een installatie moet worden uitgevoerd door een installateur of adviseur.³⁴ Door het installeren van thermostaatkranen en sensoren kan het verwarmingssysteem geoptimaliseerd worden. Verondersteld is dat ongeveer 3% bespaard kan worden op het gasverbruik.

Pompschakelaar vloerverwarming

In naar schatting 350 duizend woningen is elektrische vloerverwarming geïnstalleerd. Het gaat dan vrijwel altijd om een beperkt oppervlak in bijvoorbeeld de badkamer. Deze verwarming is alleen nodig op een specifieke moment. Als door goede schakelingen de gebruiksduur gehalveerd kan worden, dan bespaart dit 200 kWh per woning.

Bijna energieneutrale woning - all-electric in plaats van gas

In de Europese Richtlijn Energieprestatie van gebouwen (EPBD) is vastgelegd dat alle nieuwbouw vanaf 2020 bijna energieneutraal moet zijn. Alle lidstaten hebben zelf invulling gegeven aan de invulling van deze eis. In Nederland zijn er drie eisen bepaald waar gebouwen aan moeten voldoen. Voor woningen geldt³⁵:

1. De maximale energiebehoefte per vierkante meter gebruiksoppervlak per jaar mag niet meer zijn dan 25 kWh/m².jr
2. Het maximale primair fossiel energiegebruik per vierkante meter gebruiksoppervlak per jaar mag niet meer zijn dan 25 kWh/m².jr
3. Het minimale aandeel hernieuwbare energie moet 50% zijn.

Binnen deze drie randvoorwaarden zijn verschillende concepten nodig. Ook concepten op basis van aardgas, waarbij het gasgebruik gecompenseerd wordt met hernieuwbare opwekking is mogelijk.

Bijna energieneutrale woning - warmtelevering in plaats van gas

Zie beschrijving *Bijna energieneutrale woning - all-electric in plaats van gas*. De kosten voor de aansluiting van een individuele woning op een warmtenet zijn iets hoger dan die voor een standaard HR-107 ketel.

NOM-renovatie (1 mln. huurwoningen)

“Bij een Nul op de Meter woning zijn de in- en uitgaande energiestromen voor gebouwgebonden energie (o.a. ruimteverwarming, -koeling, warm tapwater gebruik) en het gebruik van huishoudelijke apparatuur op jaarbasis per saldo nul, onder standaard klimaatcondities zoals die gelden in Nederland en bij gemiddeld gebruik van de woning, zoals vastgelegd in de ontwerputgangspunten en onderbouwd door Nederlandse

³⁴ <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/duurzame-gebouwen/gebouwfases/beheer-en-onderhoud/klimaatinstallaties/waterzijdig-inregelen>

³⁵ <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/energieprestatie-beng/wettelijke-eisen>

normen.”³⁶ De netto reductie per woning is dus gelijk aan het totale gasverbruik en elektriciteitsverbruik per jaar. In het Stroomversnellingsprogramma waarin op grote schaal woningen gerenoveerd moeten worden naar NOM-niveau, wordt uitgegaan van een kostendaling naar 45.000 euro per jaar per woning. Er is nog veel infrastructuur en capaciteit in de bouw nodig om op grote schaal woningen te renoveren. Vanwege deze beperking zijn we uitgegaan van maximaal 1 miljoen nom-renovaties in de huursector t/m 2030 extra bovenop de afgesproken 111.000 renovaties die al in de NEV zijn meegenomen.

NOM-renovatie (1,5 mln. koopwoningen)

Zie beschrijving NOM-renovatie (1 mln. huurwoningen). Omdat koopwoningen gemiddeld groter zijn dan huurwoningen en minder projectmatig gewerkt kan worden, is verondersteld dat de investeringen voor koopwoningen 60.000 euro per woning bedragen. De besparing per woning is ook groter. Vanwege de beperkingen in capaciteit gaan we uit van maximaal 1,5 miljoen NOM-renovaties tot en met 2030.

Dienstensector

Overzichtstabel technische energiebesparingsmaatregelen dienstensector

In Tabel G-2 staan alle in de berekening meegenomen technische opties voor de dienstensector en de bijbehorende energiebesparing en kosteneffectiviteit. Ook staat per optie een schatting van het percentage van het technisch potentieel dat bij verschillende beleidsintensiteiten gerealiseerd kan worden.

Tabel G-2: Overzicht technische energiebesparingsopties dienstensector

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosteneffectiviteit	Kosteneffectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
	(PJ)	(PJ)	(€/GJ)	(euro/ton)	A	B	C
Dienstensector vallend onder Wet Milieubeheer:							
Energieverbruik registratie en ondernemen acties	3	15	-13	-97	75%	75%	75%
Controleren of binnen- en buitenvoelers op een representatieve plek zijn geïnstalleerd	2	10	-5	-85	75%	75%	75%
Gebruikstijden instellen	1	6	-12	-109	75%	75%	75%
Optimaliserende regeling	1	4	-7	-108	75%	75%	75%
Vrije koeling toepassen	1	6	-14	-81	75%	75%	75%
Waterzijdig inregelen	1	4	-5	-85	75%	75%	75%
Weerafhankelijke regeling	1	3	-8	-138	75%	75%	75%

³⁶ <http://www.energielng.nl/document/definities-nul-op-meter/>

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosten-effectiviteit	Kosten-effectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
	(PJ)	(PJ)	(€/GJ)	(euro/ton)	A	B	C
Aanwezigheidsdetectie	5	25	0	0	3%	20%	35%
Daglichtafhankelijke regeling	12	68	31	181	3%	20%	35%
LED verlichting	6	33	2	9	75%	75%	75%
Veegpulsschakeling	1	8	-16	-92	75%	75%	75%
Spouwmuurisolatie	3	18	7	105	75%	75%	75%
Enkel naar HR++ glas	3	19	44	715	0%	75%	75%
Balansventilatie met warmteterugwinning	9	48	2	28	0%	0%	30%
Vloerisolatie	0	2	415	6909	3%	20%	35%
Buitengevelisolatie	7	39	257	4169	3%	20%	35%
Dakisolatie	4	21	12	202	0%	75%	75%
Dubbel naar HR++ glas	2	12	102	1650	3%	20%	35%
Vraaggestuurde ventilatie obv CO ₂	0	2	36	336	0%	0%	30%
WP lucht-water groot (10-70 kW)	2	11	45	-430	3%	20%	35%
Zonneboiler	0	1	44	346	3%	20%	35%
Warmte koude opslag	2	10	246	464	3%	20%	35%
Dienstensector niet vallend onder Wet Milieubeheer:							
Energieverbruik registratie en ondernemen acties	2	10	-12	-102	75%	75%	75%
Controleren of binnen- en buitenvoelers op een representatieve plek zijn geïnstalleerd	1	4	-5	-85	75%	75%	75%
Gebruikstijden instellen	1	7	-11	-117	75%	75%	75%
Optimaliserende regeling	1	4	-6	-110	75%	75%	75%
Vrije koeling toepassen	0	1	-14	-81	75%	75%	75%
Waterzijdig inregelen	1	4	-5	-85	75%	75%	75%
Weerafhankelijke regeling	1	4	-8	-139	75%	75%	75%
Aanwezigheidsdetectie	1	8	0	0	3%	20%	35%
Daglichtafhankelijke regeling	5	25	31	181	3%	20%	35%
LED verlichting	3	18	2	9	0%	75%	75%
Veegpulsschakeling	1	4	-16	-92	0%	75%	75%
Spouwmuurisolatie	2	8	7	118	0%	75%	75%
Enkel naar HR++ glas	3	14	44	755	0%	75%	75%
Balansventilatie met warmteterugwinning	3	16	2	34	0%	0%	30%
Vloerisolatie	0	1	415	7181	3%	20%	35%
Buitengevelisolatie	3	17	257	4418	3%	20%	35%
Dakisolatie	1	6	13	217	0%	75%	75%
Dubbel naar HR++ glas	1	6	102	1760	3%	20%	35%
Vraaggestuurde ventilatie obv CO ₂	0	1	37	442	0%	0%	30%

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosten-effectiviteit	Kosten-effectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
	(PJ)	(PJ)	(€/GJ)	(euro/ton)	A	B	C
WP lucht-water groot (10-70 kW)	1	4	45	-425	3%	20%	35%
Zonneboiler	0	0	44	346	3%	20%	35%
Nieuwbouw Dienstensector							
Bijna Energieneutrale Gebouwen- all-electric	0	3	90	-3635	100%	100%	100%
Bijna Energieneutrale Gebouwen - warmtelevering	0	3	256	252	100%	100%	100%
LET OP! In verband met overlap tussen opties, kunnen maatregelen niet zonder meer opgeteld worden.							

Toelichting ontsluitingspercentage dienstensector

Aannames ontsluitingspercentage bestaande gebouwen in dienstensector

Het huidige beleid gericht op de dienstensector is voornamelijk gebaseerd op het handhaven van de 5 jaar terugverdientijd uit de Wet Milieubeheer. De ontsluitingspercentages in variant A in Tabel G-2 zijn gebaseerd op het verder uitbreiden van deze eisen. Dit kan betekenen dat ofwel bedrijven die nu niet onder de eis vallen, omdat hun verbruik onder de verbruiksgrenzen valt alsnog onder de eis worden gebracht, of wel dat de TVT-eisen verruimd worden naar een ruimere terugverdientijd dan 5 jaar. Voor de meest technische potentiëlen geldt dan dat ze op die wijze te ontsluiten zijn. Wel is verondersteld dat er een bepaald uitvalpercentage is zodat maximaal 75% van het potentieel te bereiken is. In variant B is het uitgangspunt niet alleen kantoren maar alle gebouwen in de dienstensector verplicht label C niveau moeten hebben in 2030 en in variant C minimaal label A niveau.

Aannames ontsluitingspercentages nieuwbouw

Nieuwbouw moet vanaf 2020 Bijna Energie Neutraal (BENG) gebouwd worden. In de huidige invulling is het ook mogelijk om dit met aardgasgestookte verwarmingssystemen in te vullen. Door deze eis zodanig aan te passen dat alleen gasloze varianten mogelijk zijn, wordt 100% van het potentieel voor emissiereductie in nieuwbouw ontsloten. Deze aanname is gedaan in alle drie de varianten.

Toelichting maatregelen Dienstensector

Gebruikstijden instellen

Door het instellen van de klimaatregeling kan worden voorkomen dat buiten gebruikstijd gekoeld, verwarmd of geventileerd wordt. Ook wordt voorkomen dat gelijktijdig gekoeld en verwarmd wordt. De besparing is 5% op het gasverbruik en 2% op het elektriciteitsverbruik.

Energieverbruik registratie en ondernemen acties

Door het energiegebruik te monitoren kunnen mogelijkheden voor energiebesparing worden gevonden. Zo wordt bijvoorbeeld duidelijk dat er ook buiten bedrijfstijd energiegebruik is dat kan worden voorkomen door tijdschakelaars toe te passen. Deze maatregel is aanvullend aan de maatregel gebruikstijden instellen en richt zich ook op verlichting en apparaten. De besparing is 5% van het gas- en elektriciteitsverbruik.

Controleren of binnen- en buitenvoelers op een representatieve plek zijn geïnstalleerd

Temperatuursensoren zijn een belangrijk onderdeel van een klimaatinstallatie. Wanneer deze zich op een verkeerde plaats bevinden kan de installatie niet effectief

reageren op veranderingen. Vaak hangen temperatuurvoelers in eerste instantie goed. Maar bij interne verschuiving, functieverandering of verbouwing worden ze regelmatig vergeten. Het gevolg is dat het gebouw niet energie-efficiënt verwarmd, gekoeld en/of geventileerd wordt. Deze maatregel bepaalt als regelfactor het rendement van de CV-ketel.

Optimaliserende regeling

Een optimaliserende regeling regelt de opstarttijd van de cv-installatie automatisch. Een dergelijke regeling zorgt ervoor dat het opwarmen van een gebouw (vanuit nachtbedrijf naar dagbedrijf) zo kort mogelijk duurt. Op basis van verschillende parameters bepaalt een optimaliserende regeling hoeveel tijd de cv-installatie nodig heeft om het gebouw te verwarmen. Hierdoor is het gebouw op een gewenst tijdstip op de gewenste temperatuur zonder dat de installatie onnodig veel energie verbruikt. De regeling zorgt er voor dat de klimaatinstallatie vroeger begint met opwarmen als het buiten kouder is. Deze maatregel bepaalt als regelfactor het rendement van de CV-ketel.

Vrije koeling toepassen

In plaats van elektrische koeling met airconditioners kan ook gebruik gemaakt worden van vrije koeling. Het gebouw wordt dan gekoeld met koude buitenlucht. Dat kan zodra de temperatuur onder de 16 °C graden Celsius komt, bijvoorbeeld tijdens een zomernacht.

Waterzijdig inregelen

Waterzijdig inregelen is het optimaliseren van de volumestromen naar radiatoren, zodat naar elke radiator op de juiste snelheid de juiste hoeveelheid water stroomt die nodig is om de ontwerptemperatuur in de ruimte te realiseren. Het waterzijdig inregelen van een installatie moet worden uitgevoerd door een installateur of adviseur.³⁷ Bij installaties die niet goed waterzijdig zijn ingeregeld, treedt geen goede warmteverdeling en warmteafgifte op. Dit levert comfortklachten op, maar ook energieverlies bijvoorbeeld door een te hoge retourtemperatuur. Deze maatregel bepaalt als regelfactor het rendement van de CV-ketel.

Weersafhankelijke regeling

Een stooklijn legt de relatie vast tussen de buitentemperatuur en de temperatuur van het ketelwater. Een weersafhankelijke regeling past de temperatuur van het CV water aan de buitentemperatuur. Deze maatregel bepaalt als regelfactor het rendement van de CV-ketel

Aanwezigheidsdetectie

Bij aanwezigheidsdetectie schakelt het kunstlicht aan bij binnenkomst van de gebruiker en weer uit bij het verlaten van de ruimte. Toepassing van aanwezigheidsdetectie kan het elektriciteitsverbruik reduceren met 10 tot 30 procent.³⁸

Daglichtafhankelijke regeling

Met een daglichtafhankelijke regeling schakelt de lamp automatisch uit als er voldoende daglicht aanwezig is.

De regeling vindt plaats per armatuur. Ieder armatuur moet worden voorzien van een dimbaar hoogfrequent elektronisch voorschakelapparaat en een daglichtsensor.³⁹

³⁷ <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/duurzame-gebouwen/gebouwfases/beheer-en-onderhoud/klimaatinstallaties/waterzijdig-inregelen>

³⁸ AgentschapNL, Slim licht werkt beter in kantoorgebouwen, Snel en eenvoudig kosten besparen met energiezuinige verlichting, <http://www.rvo.nl/file/1476>

³⁹ <https://www.uneto-vni.nl/consumenten/verlichting/hoe-regelt-u-het-licht/hoe-regelt-u-het-licht-uneto-vni>

LED verlichting

Oude TL verlichting (T8) in utiliteitsgebouwen kan vervangen worden door energie-efficiënte TL verlichting (T5) maar ook door LED verlichting. De LED verlichting is ook in de vorm van een TL buis te koop zodat deze ook kan worden toegepast in bestaande armaturen.

Veegpulsschakeling

Met een veegschakeling wordt op een bepaald tijdstip de gehele verlichting uitgeschakeld in een gebouw, zodat het licht niet onnodig 's avonds en 's nachts aan blijft staan. De besparing ligt tussen de 10 en 25% op elektriciteitsverbruik voor verlichting.⁴⁰

Spouwmuurisolatie

Door een spouwmuur vol te spuiten met glaswolvlokken of polystyreen parels wordt de gevel geïsoleerd. Alleen gebouwen gebouwd voor 1975 hebben oorspronkelijk een spouwmuur zonder isolatie. Heel oude gebouwen, gebouwd voor 1920 hebben een enkel steens muur en kennen geen spouw. Spouwmuurisolatie gebeurt ook autonoom in het kader van renovatie en staat op de erkende maatregelenlijst van de Wet Milieubeheer.

Enkel naar HR++ glas

Bij HR++ glas is de spouw tussen de 2 lagen dubbel glas gevuld met een isolerend edelgas. Hoe goed glas isoleert hangt af van de zogenaamde U-waarde (uitgedrukt in Watt per m² Kelvin). Het getal geeft aan hoe groot de warmtestroom door een constructie is. Hoe lager de U-waarde, hoe beter het glas isoleert. Bij het vervangen van enkel door HR++ glas verbetert de U-waarde van 5,6 naar 1,8.

Dubbel naar HR++ glas

Bij HR++ glas is de spouw tussen de 2 lagen dubbel glas gevuld met een isolerend edelgas. Hoe goed glas isoleert hangt af van de zogenaamde U-waarde (uitgedrukt in Watt per m² Kelvin). Het getal geeft aan hoe groot de warmtestroom door een constructie is. Hoe lager de U-waarde, hoe beter het glas isoleert. Bij het vervangen van enkel door HR++ glas verbeterd de U-waarde van 2,8 naar 1,8 HR++glas isoleert 50% beter dan dubbel glas.

Balansventilatie met warmteterugwinning

Bij een gebouw dat zowel mechanische toevoer als mechanische afvoer van lucht heeft, kan de uitgaande warme lucht gebruikt worden om de koude inkomende lucht op te warmen. Dat kan met een warmte terugwinningseenheid waarin een warmtewisselaar is geplaatst.

WP lucht-water groot (10-70 kW)

Een warmtepomp met buitenlucht als bron heeft een SPF van 2,6. We gaan uit van een bivalent systeem, dat wil zeggen dat een gasgestookte ketel blijft staan als back up. De warmtepomp kan, uitgaande van 20% van het vermogen, 60% van de warmtevraag dekken, De besparing is afhankelijk van de bedrijfstijd van het gebouwtype.

Vloerisolatie

Vloerisolatie van de begane grond vloer kan de warmtevraag van een gebouw reduceren. Gebouwen met een bouwjaar voor 1975 zijn oorspronkelijk zonder isolatie opgeleverd. We gaan uit van na-isolatie van 10 cm dik met een Rc van 3,5.

⁴⁰ <http://www.ecwf.nl/kennisbank/veegschakeling>

Buitengevelisolatie

Buitengevelisolatie kan de warmtevraag van een gebouw reduceren. Gebouwen met een bouwjaar voor 1975 zijn oorspronkelijk zonder isolatie opgeleverd. We gaan uit van na-isolatie van 10 cm dik met een Rc van 3,5.

Dakisolatie

Dakisolatie kan de warmtevraag van een gebouw reduceren. Gebouwen met een bouwjaar voor 1975 zijn oorspronkelijk zonder isolatie opgeleverd. We gaan uit van na-isolatie van 10 cm dik met een Rc van 3,5.

Zonneboiler

In de utiliteitsbouw wordt veel tapwater gemaakt met kleine elektrische boilers. Dat is een goede keuze wanneer de tappunten erg verspreid over het gebouw zijn en de tapwatervraag beperkt is. Alleen in zorginstellingen, sportaccommodaties, horeca en hotels is er een grotere warmtevraag die normaliter met een gasgestookte ketel wordt voorzien. Op die warmtevraag kan 40% bespaard worden door een zonneboiler te installeren.

Zon PV individuele systemen

Zonnepanelen voor elektriciteitsopwekking kunnen op de daken van utiliteitsgebouwen in de dienstensector worden toegepast.

Vraaggestuurde ventilatie op basis van CO₂

Ventilatie draagt bij aan warmteverlies, de koude lucht van buiten moet weer worden opgewarmd, wat energie kost. Ook gebruiken mechanische ventilatiesystemen elektriciteit. Vraagsturing maakt dat alleen geventileerd wordt als dat nodig is. Dit kan met een tijd klok maar er zijn ook meer geavanceerde systemen met sensoren die het CO₂ gehalte in de lucht meten.

Warmte koude opslag

Een Warmte Koude Opslag (WKO) installatie wordt gebruikt voor het verwarmen en koelen van gebouwen waarbij grondwater wordt gebruikt als warmtebuffer. Met behulp van een warmtewisselaar wordt 's winters koud water en 's zomers warm water opgeslagen. Het opgeslagen koude water wordt 's zomers gebruikt voor koelen en het opgeslagen warme water 's winters voor verwarming van gebouwen. De besparing is afhankelijk van de bedrijfstijd van het gebouwtype. De besparing op koeling wordt berekend met een COP van 8 t.o.v. een COP van 4 voor een compressiekoelmachine. De besparing op aardgasverbruik is afhankelijk van de koudevraag. Een WKO systeem levert evenveel koude als warmte. Voor verwarming is een COP van 4 aangehouden.

Landbouw

Overzichtstabel technische energiebesparingsmaatregelen landbouw

In Tabel G-3 staan alle in de berekening meegenomen technische opties voor de landbouw en de bijbehorende energiebesparing en kosteneffectiviteit. Ook staat per optie een schatting van het percentage van het technisch potentieel dat bij verschillende beleidsintensiteiten gerealiseerd kan worden. Deze aannames bij de percentages en de maatregelen zelf worden hier toegelicht.

Tabel G-3: Overzicht technische energiebesparingsopties landbouw

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosteneffectiviteit	Kosteneffectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
	(PJ)	(PJ)	(€/GJ)	(euro/ton)	A	B	C
Landbouw – Veeteelt							
warmtepomp stalverwarming	2	13	273	-27857	5%	10%	15%
Landbouw grondgebonden							
hybride MWT	3	14	132	1806	10%	25%	50%
aanpassen/optimaliseren veldwerk	0	1	-15	-202	10%	50%	100%
Extra besparing elektriciteit grondgebonden landbouw	0	1	-17	-102	10%	20%	30%
Landbouw - Glastuinbouw ETS							
LED verlichting kassen	0	1	-33	-78	5%	10%	50%
KaE kas	3	14	4	78	27%	40%	75%
Landbouw - Glastuinbouw niet-ETS							
LED verlichting kassen	1	8	-36	-86	5%	10%	50%
KaE kas	32	174	6	105	27%	40%	75%
LET OP! In verband met overlap tussen opties, kunnen maatregelen niet zonder meer opgeteld worden.							

Toelichting ontsluitingspercentages landbouw

De ontsluitingspercentages voor maatregelen gericht op het energiegebruik in de landbouw zijn gebaseerd op verschillende aannames per deelsector. Voor de glastuinbouw, de belangrijkste energieverbruiker in de sector, zijn de percentages gebaseerd op het areaal dat door de maatregel bereikt kan worden. Voor variant A is uitgegaan van een verhoogde toepassing vergeleken met het referentiescenario, vaak gebaseerd op historische implementatiegraden die nu niet meer gehaald worden, door bv een lager areaal nieuwbouw per jaar. Naast het investeringsklimaat voor de tuinder, kan de overheid verder stimulerende acties ondernemen om bestaande trends te

versnellen. Variant B bouwt hierop voort. Variant C betreft zwaar verplichtende ondersteuning vanuit het beleid. Voor de veeteelt zijn de ontsluitingspercentages gebaseerd op het aantal bedrijven dat bereikt kan worden, rekening houdend met het feit dat niet elk bedrijf technisch geschikt is om de maatregel in te voeren. Voor de grondgebonden landbouw, voornamelijk akkerbouw, zijn de percentages afgeleid van het energieverbruik van de betrokken activiteiten, zoals afgeleid door LEI in de studie “Energie neutrale landbouw 2025” (2015). Veeteelt en grondgebonden landbouw vallen volledig onder het niet-ETS, voor de glastuinbouw is er uitgegaan van een verdeling van de effecten en kosten van 7,5% onder ETS en 92,5 % onder niet-ETS.

De ontsluitingspercentages voor maatregelen gericht op overige broeikasgassen zijn ruwe inschattingen van wat met voorlichting, convenanten, subsidiemaatregelen en of verplichtingen zou kunnen worden gerealiseerd. In beleidsvariant A kan gedacht worden aan voorlichting, convenanten en subsidies met relatief beperkt budget, in beleidsvariant B en C en in geval van verdergaande ontsluitingspercentages kan gedacht worden aan forsere subsidies en/of verplichtingen. Er is rekening gehouden met bedrijfsomstandigheden zoals beschikbare ruimte bij bedrijven om vergistingsinstallaties te plaatsen of buitenopslagen voor mest te realiseren.

Toelichting maatregelen landbouw

Warmtepomp stalverwarming

Warmtepompen kunnen toegepast worden op die veehouderbedrijven die een vrij constante warmtevraag hebben. Te denken valt hierbij aan bedrijven met jongvee. De optie gaat er van uit dat alle fossiele en biomassagestookte verwarmingssystemen vervangen worden door een warmtepomp. Omdat dit een nieuwe techniek is in deze sector en omdat niet alle gebouwen geschikt gemaakt kunnen worden voor toepassing, is het ontsluitingspotentieel beperkt.

Hybride MWT

In de studie “Energie neutrale landbouw 2025” is door LEI en Probos ingeschat dat de toepassing van hybride bosbouw machines 17,5% op het brandstofverbruik kan besparen. Dit besparingspercentage is toegepast op de volledige inzet van mobiele werktuigen in de landbouw. Voor de inschatting van het effect is ervan uitgegaan dat 3000 tractoren – als representatief voor de sector – per jaar vervangen kunnen worden. Maar niet alle landbouwvoertuigen zijn geschikt voor een hybride versie, vandaar dat een maximum van 50% is aangehouden waarop de besparing mogelijk is.

Aanpassen/optimaliseren veldwerk

Deze optie betreft optimalisatie van planning en rijpatronen bij veldwerk in de grondgebonden landbouw, voornamelijk de akkerbouw. Dit kan gebeuren met de bestaande mobiele werktuigen en tractoren. Als zodanig zijn er geen kosten verbonden aan deze optie. Het effect wordt geschat op 1% besparing op het brandstofverbruik.

Extra besparing elektriciteit grondgebonden landbouw

Dit betreft een combinatie van allerlei elektriciteitsbesparende toepassing in de grondgebonden landbouw. Te denken valt aan efficiëntere aandrijfmotoren voor ventilatoren, pompen, maar ook aan intelligente regelsystemen voor verlichting, koeling, etc. Het effect van deze maatregel is door LEI begroot op 0,25 PJ elektriciteitsbesparing (Energie neutrale landbouw 2025).

LED verlichting kassen (niet-ETS en ETS)

Verlichting in kassen is de grootste elektriciteitsverbruiker in de glastuinbouw. Door verdere intensivering van de teelten, zowel in volumes als in teeltseizoenslengte, neemt deze vraag alleen maar toe. Hoewel LED reeds bestaat is de toepassing ervan in de glastuinbouw nog volop in ontwikkeling. Effecten op plantontwikkeling en opbrengst worden in demonstratieprojecten bestudeerd. De verwachting is dat steeds meer soorten teelt van LED gebruik kunnen gaan maken. Voor de opties is er van uitgegaan dat in 2030 1500 hectare gebruik maakt van LED verlichting, met 1900 branduren per jaar. Vergeleken met de standaardverlichting kan LED een besparing van 60% realiseren. Volgens de Kwalitatieve Informatie voor de Glastuinbouw (KWIN, ed. 23) is de kostprijs van LED vergelijkbaar met die van assimilatiebelichting. Verder is rekening gehouden met de gederfde warmteproductie door assimilatiebelichting bij vervanging door LED, door uit te gaan van een opslag op het gasverbruik van 4%. Omdat de techniek toch relatief nieuw en onbekend is, en er uitgegaan wordt van installatie bij natuurlijke momenten, is het maximale ontsluitingspercentage op 50% gezet.

Kas als Energiebron (niet-ETS en ETS)

Een van de ambities van het programma Kas als Energiebron (KaE) is om tegen 2020 kastypes op de markt te hebben die 50% minder energie gebruiken dan de huidige types. Conform de NEV2016 wordt hier ook uitgegaan van de helft van de areaalvernieuwing van 100 ha per jaar tegen 2020 en volledig daarna. Dit is de grootte van de ombouw bij natuurlijke momenten. In variant A gebeurt de ombouw ook bij niet-natuurlijke momenten, a rato van bijkomend 150 ha/jaar na 2020. In variant B is dit 200 ha per jaar en in variant C is driekwart van het areaal omgebouwd naar dit energiezuinige type kas. Voor de kosten is uit KWIN geput met extra kosten voor energieschermen, speciaal glas, be- en ontvochtigingssystemen en regelsystemen. Deze optie heeft ook effect op de volgende opties die een technologiewisseling voor de warmtevoorziening beschrijven.

Industrie

Overzichtstabel technische energiebesparingsmaatregelen industrie

In G-4 staan alle in de berekening meegenomen technische opties in de industrie en de bijbehorende energiebesparing en kosteneffectiviteit. Ook staat per optie een schatting van het percentage van het technisch potentieel dat bij verschillende beleidsintensiteiten gerealiseerd kan worden. Deze aannames bij percentages en de maatregelen zelf worden hier toegelicht.

De efficiency-opties in de industrie zijn zeer divers. Het kan gaan om meer generieke opties als isolatie van stoomleidingen, allerlei gebouwgebonden maatregelen, efficiëntere regelsystemen, elektromotoren en pompen, maar ook om maatregelen die heel specifiek zijn voor bepaalde processen. De efficiency-opties zijn daarom samengevoegd in clusters van opties met een vergelijkbare kosteneffectiviteit.

Tabel G-4: Overzichtstabel technische energiebesparing maatregelen industrie

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosten-effectiviteit	Kosten-effectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
	(PJ)	(PJ)	(€/GJ)	(euro/ton)	A	B	C
ETS – Industrie:							
Ketenefficiency: recycling 1	10	52	-11	-141	50%	80%	80%
Ketenefficiency: recycling 2	19	105	-9	-109	0%	50%	80%
Procesefficiency industrie 0	5	27	-12	-149	75%	75%	75%
Procesefficiency industrie 1	10	58	-10	-129	75%	75%	75%
Procesefficiency industrie 2	2	13	-9	-110	50%	75%	75%
Procesefficiency industrie 3	7	41	-7	-90	25%	75%	75%
Procesefficiency industrie 4	9	52	-6	-70	0%	75%	75%
Procesefficiency industrie 5	10	54	-4	-51	0%	50%	75%
Procesefficiency industrie 6	6	34	-2	-31	0%	25%	75%
Procesefficiency industrie 7	3	16	-1	-11	0%	0%	75%
Procesefficiency industrie 8	3	15	1	9	0%	0%	75%
Procesefficiency industrie 9	12	64	2	28	0%	0%	50%
Procesefficiency industrie 10	23	125	4	48	0%	0%	25%
Elektrificatie, trendmatig	1	8	2	-21	30%	60%	90%
Elektrificatie, power to heat	2	10	63	-65	30%	40%	50%
Non-ETS– Industrie:							
Ketenefficiency: recycling 1	1	3	-10	-121	50%	80%	80%
Ketenefficiency: recycling 2	1	6	-7	-88	0%	50%	80%
Procesefficiency industrie 0	1	4	-11	-134	75%	75%	75%
Procesefficiency industrie 1	2	9	-9	-114	75%	75%	75%

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosten- effectiviteit	Kosten- effectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
					(PJ)	(PJ)	(€/GJ)
Procesefficiency industrie 2	0	2	-8	-95	50%	75%	75%
Procesefficiency industrie 3	1	7	-6	-75	25%	75%	75%
Procesefficiency industrie 4	2	8	-4	-55	0%	75%	75%
Procesefficiency industrie 5	2	9	-3	-36	0%	50%	75%
Procesefficiency industrie 6	1	6	-1	-16	0%	25%	75%
Procesefficiency industrie 7	0	3	0	4	0%	0%	75%
Procesefficiency industrie 8	0	2	2	23	0%	0%	75%
Procesefficiency industrie 9	2	10	3	43	0%	0%	50%
Procesefficiency industrie 10	4	20	5	63	0%	0%	25%
Elektrificatie, trendmatig	1	8	6	-53	30%	60%	90%
Elektrificatie, power to heat	1	3	78	-80	30%	40%	50%
LET OP! In verband met overlap tussen opties, kunnen maatregelen niet zonder meer opgeteld worden.							

Toelichting op ontsluitingspercentages industrie

Voor industrie is in kaart gebracht tegen welke kosteneffectiviteit maatregelen getroffen kunnen worden. Bij de inschatting van de ontsluitingspercentages is verondersteld dat een steeds grotere beleidsdruk nodig is om minder kosteneffectieve maatregelen te ontsluiten. Verondersteld is dat deze druk in variant B hoger is dan in A en in variant C hoger dan in variant B. Als algemene aanname is verondersteld dat er 25% van het potentieel niet bereikbaar is, zodat het maximaal ontsluitingspercentage 75% is. Voor trendmatige elektrificatie is uitgaan van een toenemende beleidsdruk in variant A tot en met C waardoor het ontsluitingspercentage toeneemt van 30%, 60% naar 90%.

Toelichting op maatregelen industrie

Restwarmte industrie naar gebouwde omgeving⁴¹

Restwarmtelevering vanuit de industrie naar woning- en utiliteitsbouw is een relatief gunstige optie ten opzichte van levering door AVI's of centrales. Bij beide gaat dit ten koste van de elektriciteitsproductie. Het restwarmteaanbod van de industrie is echter laag ten opzichte van AVI's en centrales, volgens (Daniëls 2011) is het ongeveer 60 PJ bij

⁴¹ Deze paragraaf is grotendeels gebaseerd op de notitie Benutting restwarmte (Wetzels, 2010).

de raffinage, 60 PJ bij de chemie en 10 PJ bij de overige industrie, op een totaal van 440-480 PJ. Wat overblijft aan netto besparingspotentieel van dat totaal is 10-25 PJ waarbij bruto 25-45 PJ restwarmte wordt geleverd. Distributieverliezen zijn dus aanzienlijk. Proportioneel zou het netto besparingspotentieel vanuit de zowel industrie als raffinage ieder circa 2 PJ zijn bij een levering van 5 PJ warmte. Voor de uitgangspunten van warmtenetten wordt verwezen naar de desbetreffende paragraaf onder gebouwde omgeving.

Restwarmte industrie naar andere industrie (inclusief raffinage)

Restwarmtepotentieel van de industrie naar de industrie heeft een meer incidenteel karakter, het moet net passen maar dan is het ook interessant en relatief goedkoper dan levering aan de gebouwde omgeving. Hier wordt een extra potentieel verondersteld van 5 PJ levering, 4 PJ netto, op een kostenniveau van 50-100 euro per ton CO₂-reductie.

Procesefficiency industrie

Deze opties zijn niet afzonderlijk per techniek en sector weer te geven, maar opgenomen in stappen van kosteneffectiviteit⁴². Deze scope van energiebesparing betreft procesefficiency, inclusief restwarmtebenutting en materiaalefficiency op de inrichting, nieuwe processen etc. De output van het proces blijft hetzelfde maar de input en hardware kan anders zijn. Elektrificatie maakt ook deel uit van dit onderdeel, voor zover er primaire besparing mee wordt bereikt, bijvoorbeeld met warmtepompen. De potentiëlen voor procesefficiency zijn groot maar een groot deel is onder de baselinecondities niet kosteneffectief. Veel opties in de duurdere segmenten zijn in de optiek van de industrie denkbaar maar nog niet realistisch. Het reductiepotentieel dat betrekking heeft op het niet-ETS deel tot en met het hoogste hier gehanteerde kostenniveau bedraagt 0,67 megaton, met bijbehorende besparing van 14,7 PJ finaal. Het hoogste kostenniveau betreft hier een investering van 100 euro (2013)/GJ primair bespaard. Een GJ aardgas kost volgens de NEV2016 in 2020 marginaal 7,8 euro en in 2030 11,5 euro. De huidige (2016) groothandelsprijzen liggen rond 5 euro/GJ.

Extra trendmatige elektrificatie stimuleren

In veel bedrijfstakken, met name in metaalelektro, voeding, bouwmaterialen en overige industrie is de groeivoet van het elektriciteitsverbruik 1-2% hoger dan van het gasverbruik. Er vindt dus trendmatige substitutie plaats. Het betreft bijvoorbeeld industriële warmtepompen, mechanisch ontwateren, warmte toepassingen in de lichte industrie (glas louteren, gieterijen en hardingsovens metaal, vriesdrogen in de voeding, steriliseren met licht, drogen in de grafische industrie, etc.). De optie betreft het versnellen van de substitutie t.o. de baseline, bijvoorbeeld om 0,5% extra groeiverschil te stimuleren met een combinatie van prijsprikkel en technologiestimulatie via EIA. In de genoemde sectoren levert dat 7 PJ aardgas (0,4 megaton CO₂) reductie in 2030 op. Tenminste de helft daarvan zit buiten het ETS. De meerinvestering van dit soort technologie is per saldo beperkt omdat er meestal aanzienlijke bijkomende voordelen zijn: betere productkwaliteit, een beter gecontroleerd proces, voordelen voor arbeidsomstandigheden of milieu. Toename van elektriciteitsverbruik is gemiddeld ingeschat op 60% van de gasbesparing in finale termen. Per saldo is de finale besparing dan 1,4 PJ ETS en 1,4 PJ non-ETS. Primair is sprake van 2,6 PJ ontsparing.

⁴² De gegevens zijn gebaseerd op literatuurgegevens verwerkt in modelberekeningen, en gekalibreerd op geëxtrapolerde data uit de energie-efficiencyplannen voor 2013-2016 (RVO.nl).

Power to heat

Deze elektrificatie opties hebben de vorm van het verder elimineren van het brandstofverbruik, waarbij elektriciteit wordt ingezet. Het betreft hier niet specifieke technologie maar eenvoudige weerstandsverwarming in verwarmingsketels. Hier vervangt 0,9 PJ elektriciteit ongeveer 1 PJ aardgas. Dit wordt interessant bij elektriciteitsprijzen die in dalperioden rond 20 euro/MWh liggen tegenover gasprijzen van 0,25 ct/m³. De break-even elektriciteitsprijs per sector verschilt. In 2030 wordt de optie interessant voor de zware industrie, bij elektriciteitsprijsniveaus van 15-21 euro/MWh. Deze optie is toepasbaar voor vrijwel het gehele potentieel voor verwarmingstoepassingen in de industrie (enkele honderden PJ), kan dus bij elke sector specifiek toegevoegd worden. De investeringen die nodig zijn voor deze optie zijn laag indien dit wordt meegenomen in de geplande ketelvervanging. Voldoende elektrische capaciteit in de nabijheid van ketels is belangrijk, bijvoorbeeld bij WKK-installaties. Investeringskosten bedragen circa 0,2 cent per kWh verbruik bij 15 jaar en 2000 draaiuren per jaar. Het totale verbruik van lagere temperatuur stoom ligt in de grootteorde van 100 PJ, daarvan zou bij 2000 draaiuren flexibele substitutie dus 25 PJ met elektriciteit gemaakt kunnen worden. Voor power to heat wordt geen finale besparing ingeboekt maar alleen CO₂-reductie: bij 25 PJ gas is dat 1,5 megaton. Geschat wordt dat het 25% non-ETS, 75% ETS kan betreffen. Als instrumentering kan gebruik gemaakt worden van extra stimulering van intermitterend hernieuwbare elektriciteitsopwekking, of flexibele afnamecontracten met elektriciteitsproducenten of netbeheerders.

Stimuleren recycling en upstream ketenefficiency

Tot deze optie behoren drie concepten, afgeleid uit de ketenopties onder de convenanten MEE en MJA3. Ten eerste betreft het acties bij de Nederlandse verwerkende industrie die leiden tot materiaalbesparing met een volume-effect bij Nederlandse materiaalproducenten. Ten tweede verbeteringen in materiaalspecificaties bij Nederlandse materiaalproducenten waardoor Nederlandse afnemers minder volume nodig hebben. Ten derde vergroting van de secundaire stromen bij Nederlandse materiaalproducenten, met name kunststoffen, waardoor primaire productie vermindert. Een analyse van de convenantenrapportage en opschaling naar 2030 wijst uit dat dit in de baseline 28 PJ besparing in Nederland oplevert. Dit is echter geen finale besparing in de zin van het Energieakkoord of de EU EED. Geschat wordt een potentieel van nog eens 30 PJ dat instrumenteerbaar is met vergaand beleid, waarvan 10 PJ relatief makkelijk te ontsluiten is met extra convenanten, zie bijvoorbeeld (I&M brief circulaire economie b.v. productterugname verplichtingen bij verpakkingen en luiers). Hier zitten slechts beperkte nationale kosten, maar waarschijnlijk ook baten. Bij verdergaande verplichtingen zijn er mogelijk wel maatschappelijke kosten, dit is echter moeilijk te kwantificeren. De CO₂-reductie zit vooral onder het ETS⁴³. Aangenomen wordt dat er 5% van de besparing en het CO₂-effect optreedt bij het niet-ETS-deel. Het is aan te nemen dat materiaalbesparing gestimuleerd kan worden door innovatiesubsidies. De nationale kosten voor deze besparingen zijn daarom relatief laag, cq er kunnen ook baten zijn.

⁴³ Namelijk voor 95%, ongeveer 2 megaton. Dat is exclusief rebound-effecten bijvoorbeeld als de producent primaire productie op peil houdt en meer gaat exporteren.

Verkeer en vervoer

Overzichtstabel technische energiebesparingsmaatregelen verkeer en vervoer

In Tabel G-5 staan alle in de berekening meegenomen opties voor verkeer en vervoer en de bijbehorende energiebesparing en kosteneffectiviteit. Ook staat per optie een schatting van het percentage van het technisch potentieel dat bij verschillende beleidsintensiteiten gerealiseerd kan worden. Deze aannames bij percentages en de maatregelen zelf worden hier toegelicht.

Tabel G-5: Overzichtstabel emissiereductiemaatregelen verkeer en vervoer

Optie	Besparing 2030	Cumulatieve besparing 2021-2030	Kosten-effectiviteit	Kosten-effectiviteit ETS en niet-ETS	Ontsluitingspercentages		
	(PJ)	(PJ)	(€/GJ)	(euro/ton)	A	B	C
Verkeer en vervoer - wegverkeer							
Fiscalisering toepassing zuiniger banden	4	36	-21	-298	80%	80%	80%
Verlagen maximum snelheid snelwegen; 130 -> 120	2	16	11	161	0%	100%	100%
Kilometerheffing vrachtverkeer (Maut)	5	46	30	461	0%	100%	100%
Kilometerheffing personenverkeer	29	289	31	448	0%	0%	100%
Fiscale stimulering FEVs na 2020	2	14	5	-367	100%	100%	100%

Toelichting op ontsluitingspercentages verkeer en vervoer

De in kaart gebrachte potentiële voor verkeer en vervoer zijn al geïnstrumenteerd. Dat wil zeggen dat de effecten gekoppeld zijn aan beleid. Voor het bepalen van het ontsluitingspercentage per beleidsvariant is daarom gekeken in welke mate een bepaalde aanpak als intensivering van huidig beleid (variant A), nieuw beleid (variant B) of vergaand nieuw beleid (variant C) kan worden beschouwd. Efficiencyverbetering vrachtauto's, normstellingbestelauto's en Fiscale stimulering FEVs na 2020 wordt gezien als intensivering van huidig beleid. Het verlagen van de maximum snelheid naar 120 km/u wordt gezien als nieuw beleid net als kilometerheffing voor vrachtverkeer. Een kilometerheffing van personenverkeer wordt gezien als vergaand nieuw beleid. Toepassing zuiniger banden wordt gezien als intensivering van huidig beleid. Omdat Nederlands beleid niet 100% benutting van het potentieel garandeert, is gekozen voor 80% als maximum effect.

Toelichting op maatregelen verkeer en vervoer

Efficiencyverbetering vrachtauto's

In tegenstelling tot de CO₂-emissies van personen- en bestelauto's zijn de CO₂-emissies van vrachtauto's nog niet gereguleerd. In mei 2014 heeft de Europese Commissie een strategie uitgebracht over het terugdringen van de CO₂-emissies van vrachtverkeer (EC, 2014a). De eerste stap daarin is het ontwikkelen van protocollen voor het bepalen van de CO₂-uitstoot tijdens de typekeuring van nieuwe vrachtauto's. Regelgeving is

complexer dan bij personen- en bestelauto's, omdat bij vrachtauto's er een grote diversiteit is in types. Als typekeuringsprocedures zijn vastgesteld kan normstelling daarop worden gebaseerd. In de doorrekening is uitgegaan van een normstelling zodanig dat de efficiency van vrachtauto's 1,1% per jaar verbetert tussen 2020 en 2030.

Verplichte toepassing zuiniger banden

Autobanden moeten in de EU voorzien worden van een label dat de prestaties aangeeft voor een drietal aspecten: de brandstofefficiency, de gemeten waarde van de rolgeluidsemissie en de grip op nat wegdek (EC, 2009a). Het label beoogt consumenten te stimuleren tot het kiezen van energiezuinigere, stillere en veiligere banden. De brandstofefficiency van banden is verdeeld tussen label G (minst zuinige band) tot label A (zuinigste band). Bij deze beleids optie is verondersteld dat er vanaf 2017 verkoop van label-A banden wordt gestimuleerd via een bonus/malus heffing voor autobanden. In Daniëls en Koelemeijer (2016) is een verplichting opgenomen voor de verkoop van label-A, maar omdat dat besluitvorming zou vergen op EU-niveau, is hier uitgegaan van een bonus/malus regeling. In Daniëls en Koelemeijer is uitgegaan van gemiddeld 4,5% brandstofbesparing van label-A banden ten opzichte van de referentie, gebaseerd op TNO (2014). Er is echter twijfel gerezen of dit niet een te (theoretisch) optimistisch beeld schetst. Een aantal bandentests (Consumentenbond en ANWB) suggereren dat er momenteel weinig verschil is tussen banden met een zuinig label en een minder zuinig label. Deels zou dit kunnen komen doordat het label soms weinig zegt over het daadwerkelijke gebruik. Vanwege deze onzekerheid is in deze studie het effect met driekwart verlaagd ten opzichte van de veronderstellingen in het TNO-rapport.

Verlagen maximum snelheid snelwegen; 130 -> 120

Deze optie behelst het terugdraaien van de verhoging van de maximumsnelheden op het hoofdwegennet die sinds 2012 stapsgewijs is ingevoerd⁴⁴. Op wegvakken waar nu 130 km/u mag worden gereden gaat de maximumsnelheid terug naar 120 km/u. En op wegvakken waar de maximumsnelheid in afgelopen jaren is verhoogd van 80 naar 100 of van 100 naar 120 km/u wordt de maximumsnelheid verlaagd naar het niveau uit 2011.

Kilometerheffing vrachtverkeer (Maut)

Deze optie behelst de invoering van een kilometerheffing voor vrachtauto's in Nederland. In verschillende Europese landen, waaronder Duitsland, geldt al een kilometerheffing voor vrachtauto's. Nederland kent momenteel geen kilometerheffing, maar heeft samen met vier landen (Denemarken, Luxemburg, Zweden en tot 1 april 2016 België) het Eurovignet voor vrachtwagens boven de 12 ton die gebruik maken van het snelwegennet. In deze optie wordt op het hele Nederlandse wegennet een kilometerheffing ingevoerd van gemiddeld 15 cent per kilometer voor alle vrachtauto's met een maximaal gewicht hoger dan 3,5 ton. Bij de invoering van de kilometerheffing vervalt het Eurovignet en wordt de MRB teruggebracht tot het Europese minimumniveau.

⁴⁴ In deze doorrekening zijn de effecten voor 2020 en 2030 gebaseerd op het terugdraaien van de reeds per verkeersbesluit vastgestelde snelheidsverhogingen dan wel de snelheidswijzigingen die gerelateerd zijn aan projecten met de status van ten minste voorkeursvariant (en financiële dekking), zoals opgenomen in de basisprognose autonetwerken van WVL van april 2015.

Kilometerheffing personenverkeer

Deze optie behelst de invoering van een kilometerheffing voor personenauto's in Nederland. In deze optie wordt op het hele Nederlandse wegennet een kilometerheffing ingevoerd van gemiddeld 7 cent per kilometer voor alle personenauto's. De heffing is op alle wegen en gedurende de gehele dag van toepassing. De invoering van de kilometerheffing voor personenverkeer gaat gepaard met het afschaffen van de motorrijtuigenbelasting (mrb) en de belasting op personenauto's en motorrijwielen (bpm).

Fiscale stimulering FEVs na 2020

In de NEV2020 loopt de fiscale stimulering van volledig elektrische auto's tot 2020 door, maar stopt daarna. In deze optie is een vorm van fiscale stimulering van volledig elektrische auto's verondersteld na 2020, waardoor de instroom 50% hoger ligt dan in de NEV2016 is verondersteld. De kosten zijn gebaseerd op veronderstellingen in Daniëls en Koelemeijer (2016).