

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180
2611 HH Delft
tel: 015 2 150 150
fax: 015 2 150 151
e-mail: ce@ce.nl
website: www.ce.n

Uitwerking CO₂-index

Rapport

Delft, oktober 2001

Opgesteld door: ir. P.B. Klimbie
ir. F.J. Rooijers
ir. M.I. Groot



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

ir. B. Klimbie

Uitwerking CO₂-index

Delft, CE, 2001

Kooldioxide / Afname / Overheidsbeleid / Beleidsinstrumenten / Rendement / Meetmethoden / Kwaliteit

Publicatienummer: 01.3986.23

Verspreiding van CE-publicaties gebeurt door:

CE

Oude Delft 180

2611 HH Delft

Tel: 015-2150150

Fax: 015-2150151

E-mail: publicatie@ce.nl

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider de heer P.B. Klimbie.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

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

CE is onderverdeeld in vijf secties die zich richten op de volgende werkteerrenen:

- economie
- energie
- industrie
- materialen
- verkeer & vervoer

Van elk van deze secties is een publicatielijst beschikbaar. Geïnteresseerden kunnen deze opvragen bij CE tel: 015-2150150. De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl

Inhoud

1	Samenvattende conclusies	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Doel	1
1.2.1	Uitwerking CO ₂ -index	2
1.2.2	Referenties	3
1.2.3	Inzicht in uitvoeringsaspecten	4
1.2.4	Relevante voorbeelden	4
1.3	Conclusies	6
2	Inleiding	7
2.1	Achtergrond	7
2.2	Doel	7
2.3	Relatie tot andere beleidsinstrumenten	8
2.4	Leeswijzer	9
3	Uitwerking index	11
3.1	Randvoorwaarden	11
3.2	Globale uitwerking	12
3.3	Contouren van de index	13
4	Referentiekeuzes	15
4.1	Referentie voor elektriciteit	15
4.2	Warmte	15
4.3	Referentie in de loop van de tijd	16
4.4	Uitwerking referenties	16
5	Certificering	19
5.1	Eisen aan certificering	19
5.1.1	Zekerheid	19
5.1.2	Kosten en opbrengsten van certificering	19
5.1.3	Universele certificaten	20
5.2	Mogelijke certificeringsroutes	20
5.2.1	Gecertificeerde marktpartij	21
5.2.2	Gecertificeerde controleur	22
5.2.3	Gecertificeerde beheerder	22
5.2.4	Kosten	23
6	Praktijkschrijvingen	25
6.1	Bepalen systeemgrenzen	25
6.1.1	Elektriciteit	25
6.1.2	Warmte	25
6.1.3	Gas	26
6.2	De warmtepomp	26
7	Berekeningen	29
7.1	Uitgangsgegevens bij de berekeningen	29
7.2	Prestaties van afzonderlijke installaties	29
7.3	Berekeningen aan het bestaande park	31
7.4	Mogelijke stimulering	33
7.4.1	Stimulering bij individuele installaties.	33
7.4.2	Warmtedumping	34

Literatuurlijst	37
A Gasprijzen	41
B Berekening REB-vergoeding per ton CO ₂	43
C Deelnemers bespreking CO ₂ -index	45
D Referentiekeuze van de branche	47

1 Samenvattende conclusies

1.1 Inleiding

Op vele manieren stimuleert de overheid CO₂-reductie. De twee best herkenbare peilers in het CO₂-reductiebeleid zijn energiebesparing en duurzame energie. Binnen deze peilers zijn er diverse regelingen die de aanschaf van energie efficiëntere apparatuur bevorderen, zoals de EIA en het CO₂-reductieplan. De aanschaf van efficiënte installaties is echter nog geen garantie dat de beoogde emissiereductie ook wordt bereikt, omdat de feitelijke reductie ook samenhangt met het gebruik van de apparatuur.

Aangezien het uiteindelijke doel CO₂-reductie is en niet het promoten van een specifieke technologie, is de vraag ontstaan of het mogelijk is om de werkelijke CO₂-reductie van een installatie in kaart te brengen. Dit houdt in dat er niet wordt gekeken naar wat het *potentieel* is van een concrete installatie, maar naar de *prestatie*. Deze prestatie zou met een 'CO₂-index' moeten worden berekend.

Mede naar aanleiding van een motie van het Tweede Kamerlid de heer Blaauw heeft het Ministerie van Economische Zaken aangekondigd, de mogelijkheden te gaan onderzoeken om te komen tot een CO₂-index. Deze index moet degelijk genoeg zijn om als basis te dienen voor het verstrekken van CO₂-reductie certificaten.

De bedoeling van dat onderzoek is, om een antwoord te krijgen op de vraag of zo'n index, in combinatie met de certificaten, een nieuw aangrijpingspunt zou kunnen vormen voor financiële stimulering van CO₂-reductie. Daarnaast zou de index wellicht gebruikt kunnen worden om het effect van reductie-maatregelen in kaart te brengen.

In het licht van het bovenstaande heeft het Ministerie van Economische Zaken CE gevraagd om een kwaliteitsindex voor CO₂-reductie te ontwikkelen. In een vooronderzoek¹ is CE tot de conclusie gekomen dat de ontwikkeling van een dergelijke systematiek mogelijk is. In dit vervolgonderzoek wordt de CO₂-index concreet uitgewerkt.

Gedurende de uitwerking van de CO₂-index zijn er drie bijeenkomsten geweest met vertegenwoordigers van de WKK-sector en andere belanghebbenden. Bij deze bijeenkomsten is de systematiek voorgelegd, en op basis van de discussie die er over was is deze aangescherpt.

1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is op te splitsen in 3 onderdelen:

- 1 Uitwerken van de CO₂-index in detail.
- 2 Inzicht geven in de uitvoeringsaspecten.
- 3 Beschrijven relevante voorbeelden.

Een belangrijke afbakening bij dit onderzoek is dat het gaat om het uitwerken van een rekenmethodiek voor CO₂-reductie en niet om het opzetten van een (financiële) stimuleringsregeling.

¹ Is een kwaliteitsindex voor CO₂-reductie mogelijk? CE, 2000, ir. F. Rooiers e.a.

Gezien de urgentie van de problemen in de WKK-sector is de systematiek uitgewerkt voor een aantal WKK-installaties en een warmtepomp.

1.2.1 Uitwerking CO₂-index

De CO₂-index is een methodiek waarmee zo objectief mogelijk de CO₂-reductie van een bepaalde installatie wordt bepaald. Dit gebeurt door de in- en uitgaande energiestromen van de installatie te *meten*, volgens een gecertificeerde procedure. Van de gemeten energie-input wordt bepaald van welk type² en welke kwaliteit³ deze is. Op basis van deze gegevens wordt de CO₂-emissie van de installatie bepaald.

De emissie van de installatie wordt vergeleken met een referentie. Deze referentie moet per type output zijn gedefinieerd. Per type output kan vervolgens worden berekend hoeveel CO₂ er zou zijn vrijgekomen als dezelfde hoeveelheid met de referentietechniek zou zijn gemaakt en op dezelfde plek zou zijn afgeleverd. Door de emissies van de verschillende types referenties bij elkaar op te tellen, wordt berekend hoeveel CO₂ er zou zijn geëmitteerd als de installatie er niet was geweest. Dit verschil is de bereikte CO₂-reductie.

Voorbeeld

Stel de te beoordelen installatie is een WKK-eenheid met een elektrisch rendement van 33% en een thermisch rendement van 50%, met een energie-input van 100 eenheden gas. Deze installatie heeft een output van 33 eenheden elektriciteit en 50 warmte.

Stel dat de referentie voor elektriciteit een (gasgevoede) installatie is met een rendement van 55% en de referentie voor warmte een (gasgevoede) installatie met een rendement van 95%, dan is er voor het produceren van een zelfde output de volgende input nodig:

- elektriciteit: $33 / 0,55 = 60$ eenheden;
- warmte: $50 / 0,95 = 53$ eenheden.

Dit is in het totaal 113 eenheden gas.

Als bij het verbranden van 1 eenheid gas 1 eenheid CO₂ vrijkomt, dan is de CO₂-reductie van deze installatie $(60+53) - 100 = 13$ eenheden CO₂.

Deze manier van werken biedt de volgende voordelen:

- er wordt rekening gehouden met de exploitatie van een installatie;
- er hoeft geen rekening te worden gehouden met ontwerpdocumenten;
- er is geen onderscheid waar de installatie in de keten staat (op het terrein van de elektriciteitsleverancier of bij de consument van de energiedragers);
- er wordt geen onderscheid gemaakt naar eigen gebruik van elektriciteit of teruglevering aan het net;
- de systematiek is geschikt om meerdere concurrerende technieken te vergelijken (WKK, warmtepompen maar ook andere klimaatneutrale energiedragers);

² Olie, gas, etc..

³ CO₂ per MegaJoule.



- de systematiek kan worden gebruikt om emissiereductie te berekenen zowel als emissietoename;
- de energieverliezen die elders in de keten plaatsvinden worden verrekend;
- de systematiek is eenvoudig en universeel toepasbaar;
- de uitvoeringskosten zijn in de orde grootte van 3.000 Euro per installatie (voor WKK) op jaarbasis;
- en last but not least: de systematiek grijpt aan op daadwerkelijke CO₂-reductie en biedt de mogelijkheid om hierop stimuleringsbeleid te voeren.

In de CO₂-index is gekozen voor het werken met energieproducten: energiedragers en (sub)energiedragers. Op dat niveau kunnen referenties worden bepaald en kunnen verschillende manieren om dat energieproduct te realiseren met elkaar worden vergeleken. Daartoe wordt gewerkt met de gehele keten, alle mogelijke manieren om de CO₂-emissie van die producten te verlagen (CO₂-opslag, CO₂-arme energiebronnen, e.d.) hebben daarin een plek.

1.2.2 Referenties

De referentie wordt bepaald op basis van de beste gangbare technologie die in het jaar van investeren gebruikt werd. Een installatie die in 1996 is neergezet blijft vergeleken worden met de referentie die in dat jaar gold. Deze referentie blijft 10 jaar geldig, daarna wordt deze aangepast op het dan geldende niveau.

De referentie die geldt voor het jaar dat de investering in een installatie plaatsvindt, wordt elk jaar aangescherpt, om bij te blijven bij de beste technologie. Hiervoor wordt jaarlijks bekeken wat de prestatie is van de installatie die in het voorgaande jaar het best heeft gefunctioneerd.

Voor elektriciteit en warmte zijn de referenties uitgewerkt. Omdat voor elektriciteit niet te achterhalen was wat de prestaties van de installaties zijn geweest, hebben we dit ingevuld met de prestaties van een STEG van 250 MWe, die een 54% elektrisch ontwerpendement heeft⁴. Rekening houdend met opstart- en stopverliezen komen we tot de rendementen in tabel 1.

Bij warmte wordt onderscheid gemaakt naar hoge en lage temperatuur warmte. Het verschil tussen lage temperatuur warmte en tapwater bleek te klein om relevant te zijn voor de systematiek. Het onderscheid voor hoge en lage temperatuur wordt opgehangen aan het wel of niet leveren van stoom.

Tabel 1 Gebruikte referentierendementen

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Elektriciteit	48,3%	48,6%	49,0%	49,3%	49,6%	50,0%	50,3%	50,6%	51,0%	51,3%
Warmte stoom	93,1%	93,2%	93,3%	93,4%	93,5%	93,6%	93,7%	93,8%	93,9%	94,0%
Warmte LT	99,1%	99,2%	99,3%	99,4%	99,5%	99,6%	99,7%	99,8%	99,9%	100%

⁴ Dit sluit aan bij het CO₂-reductieplan.

1.2.3 Inzicht in uitvoeringsaspecten

De index is bedoeld om over een goede en betrouwbare maat te kunnen beschikken bijvoorbeeld als grondslag voor een stimuleringsmaatregel van de overheid of emissiehandel. In dat geval wil de 'koper' van de emissiereductie zekerheid hebben dat de beloofde reductie ook daadwerkelijk is bereikt. Dit kan door het proces te certificeren. Deze certificering moet voldoen aan de volgende eisen:

- zekerheid, dat de reductie daadwerkelijk is gerealiseerd;
- universeel; de certificaten moeten aansluiten bij overige regelgeving en
- de kosten moeten laag zijn.

Samen met KEMA Registered Quality B.V. is onderzocht hoe een certificeringssysteem er uit kan zien en hoe het kan worden opgezet. De conclusie hiervan is dat het mogelijk is om te komen tot een systeem dat aan de hierboven genoemde voorwaarden voldoet.

1.2.4 Relevante voorbeelden

De CO₂-index is opgezet om bestaande installaties mee te beoordelen op basis van hun gerealiseerde productiecijfers. Deze berekeningen zijn onafhankelijk van de ontwerpendementen van de beoordeelde installaties.

Individuele installaties

Om een beeld te krijgen van mogelijke uitkomsten hebben we een aantal installaties doorgerekend. Bij deze berekeningen zijn we uitgegaan van rendementen zoals die in literatuur gevonden kunnen worden. In zekere zin zijn deze berekeningen daardoor erg academisch geworden, omdat het doel van de index juist is om met praktijkcijfers te werken. Maar de berekeningen leveren wel inzicht in de werking van de systematiek.

Tabel 2 CO₂-reductie volgens de rekenmethodiek van de index

	CO ₂ -reductie
WKK-Gasmotor 1 Mwe	13%
WKK-Gasturbine 10 Mwe	12%
WKK-STEG 50 Mwe	21%
WKK-STEG 250 Mwe	24%
WKK-Biomassa	100%
Elektrische warmtepomp	43%
WKK-STEG 250 MWe stoomlevering	13%

Opvallend in tabel 2 is de CO₂-reductie van 100% van de biomassa gestookte WKK. Dit komt omdat volgens de index de CO₂ die vrijkomt bij productie en transport van biomassa moet worden toegerekend aan de landbouw- en transportsector. Overigens is deze klein t.o.v. de CO₂-emissie van de fossiele bronnen, zeker als in acht wordt genomen dat voor het transport van fossiele bronnen ook energie nodig is.

Ook valt op dat er een groot verschil in reductie is tussen een WKK-STEG 250 MWe die lage temperatuur warmte levert en een die stoom genereert. Bij de laatste is het elektrisch rendement van de installatie lager, waardoor de CO₂-reductie afneemt.



Gemiddeld park

Alhoewel de systematiek niet is ontworpen om de prestaties van het bestaande park mee door te rekenen, is dit – bij gebruik maken van bepaalde aannames – wel mogelijk. Bij deze berekeningen is gebruik gemaakt van het overzicht van het bestaande WKK-park uit '99. Volgens de rekenmethodiek van de CO₂-index wordt er op jaarbasis ongeveer 3 Mton aan CO₂ minder uitgestoten dan zonder WKK. Dit getal is lager dan de waarde die meestal aan WKK wordt toegekend. Het verschil is deels te verklaren doordat wordt gewerkt met een hogere referentie voor elektriciteit en doordat de systematiek niet is ontworpen voor het doorrekenen van parken.

Mogelijke stimuleringsmaatregelen

Voor de individuele installaties zijn ook berekeningen gemaakt van de gevolgen van mogelijke stimuleringsmaatregelen. Hierbij zijn de stimuleringen die nu worden gegeven via het CO₂-reductieplan en de REB, omgerekend naar een fictieve stimulering gebaseerd op de CO₂-reductie volgens de index. De uitkomsten hiervan zijn uitgedrukt in de daling van de gasprijs per kubieke meter.

Bij de berekeningen van de stimulering volgens het CO₂-reductieplan is uitgegaan van een vergoeding van 9 Euro per ton CO₂, dit is de vergoeding die ook aan andere projecten wordt gegeven. Bij de berekening van de mogelijke vergoeding via de REB is uitgegaan van een zelfde prijs als die nu wordt gegeven aan leveranciers van groene stroom (4,27 ct/kWh). Door uit te gaan van het aantal grammen CO₂ dat de referentietechnologie emitteert dit bedrag waard is, kan een vergoeding per ton CO₂ worden berekend. Dit is 49,31 Euro per ton.

Tabel 3 Fictieve stimulering van CO₂-reductie in Eurocent per m³ gas

	Volgens CO ₂ -reductieplan	Volgens REB-vergoeding
WKK-gasmotor 1 Mwe	0,34	1,85
WKK-gasturbine 10 Mwe	0,32	1,78
WKK-STEG 50 Mwe	0,59	3,21
WKK-STEG 250 Mwe	0,69	3,80
WKK-biomassa	1,52	8,33
WKK-STEG 250 MWe stoom	0,40	2,19
Warmtepomp ⁵	2,71	14,86

Warmtedumping

Een stimulering heeft uiteraard een positief effect op de rentabiliteit van dergelijke installaties. Dit vergroot het risico op dumping van warmte. Aan de hand van de elektriciteitsprijzen op de APX is doorgerekend in welke mate dit risico zich daadwerkelijk kan voordoen. Het is onze conclusie dat het niet aannemelijk is dat de CO₂-index, gekoppeld aan een stimuleringsregeling tot grootschalige dumping van warmte zal leiden.

⁵ Warmtepompen en WKK-biomassa gebruiken geen gas als energiebron, dus is de uitdrukking van de vergoeding in Eurocenten per m³ gas een illustratieve.

1.3

Conclusies

Instrumentering

Bij het uitwerken van deze CO₂-index zijn wij tot de conclusie gekomen dat het goed mogelijk is om een instrument te maken waarmee de emissiereductie op een gecertificeerde manier in kaart wordt gebracht.

Andere broeikasgassen

Kort voor het verschijnen van dit rapport kwamen de voorlopige resultaten beschikbaar van een onderzoek van Gastec. Dit onderzoek is eveneens in opdracht van de rijksoverheid uitgevoerd en heeft zich gericht op de methaan (CH₄) emissies van gasmotoren.

Uit dit onderzoek volgen aanwijzingen dat de methaan emissies van gasmotoren in sommige gevallen niet verwaarloosbaar zijn. Het verdient daarom de aanbeveling om de mogelijke gevolgen van de Gastec-studie voor de resultaten van dit rapport nader te bekijken na afronding van de Gastec-studie.

Implementatie in software

Voor een eenvoudige praktische toepasbaarheid van de CO₂-index zou een software hulpmiddel kunnen worden ontwikkeld.



2 Inleiding

2.1 Achtergrond

Op vele manieren stimuleert de overheid CO₂-reductie. De twee best herkenbare peilers in het CO₂-reductiebeleid zijn energiebesparing en duurzame energie. Binnen deze peilers zijn er diverse regelingen die de aanschaf van energie efficiëntere apparatuur bevorderen, zoals de EIA en het CO₂-reductieplan. De aanschaf van efficiënte installaties is echter nog geen garantie dat de beoogde emissiereductie ook wordt bereikt, omdat de feitelijke reductie ook samenhangt met het gebruik van de apparatuur.

Aangezien het uiteindelijke doel CO₂-reductie is en niet het promoten van een specifieke technologie, is de vraag ontstaan of het mogelijk is om de werkelijke CO₂-reductie van een installatie in kaart te brengen. Dit houdt in dat er niet wordt gekeken naar wat het *potentieel* is van een concrete installatie, maar naar de *prestatie*. Deze prestatie zou met een 'CO₂-index' moeten worden berekend.

Mede naar aanleiding van een motie van het Tweede Kamerlid de heer Blaauw heeft het Ministerie van Economische Zaken aangekondigd, de mogelijkheden te gaan onderzoeken om te komen tot een CO₂-index. Deze index moet degelijk genoeg zijn om als basis te dienen voor het verstrekken van CO₂-reductie certificaten.

De bedoeling van dat onderzoek is, om een antwoord te krijgen op de vraag of zo'n index, in combinatie met de certificaten, een nieuw aangrijpingspunt zou kunnen vormen voor financiële stimulering van CO₂-reductie. Daarnaast zou de index wellicht gebruikt kunnen worden om het effect van reductie-maatregelen in kaart te brengen.

In het licht van het bovenstaande heeft het Ministerie van Economische Zaken CE gevraagd om een kwaliteitsindex voor CO₂-reductie te ontwikkelen. In een vooronderzoek⁶ is CE tot de conclusie gekomen dat de ontwikkeling van een dergelijke systematiek mogelijk is. In dit vervolgonderzoek wordt de CO₂-index concreet uitgewerkt.

Gedurende de uitwerking van de CO₂-index zijn er drie bijeenkomsten geweest met vertegenwoordigers van de WKK-sector en andere belanghebbenden. Bij deze bijeenkomsten is de systematiek voorgelegd, en op basis van de discussie die er over was is deze aangescherpt.

2.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is op te splitsen in 3 onderdelen:

- 1 Uitwerken van de CO₂-index in detail.
- 2 Inzicht geven in de uitvoeringsaspecten.
- 3 Beschrijven relevante voorbeelden.

⁶ Is een kwaliteitsindex voor CO₂-reductie mogelijk? CE, 2000, ir. F. Rooiers e.a.

Een belangrijke afbakening bij dit onderzoek is dat het gaat om het uitwerken van een rekenmethodiek voor CO₂-reductie en niet om het opzetten van een (financiële) stimuleringsregeling.

Urgentie voor Warmte Kracht

De afgelopen jaren heeft het Ministerie van Economische Zaken de installatie van Warmte Kracht eenheden gestimuleerd. Deze installaties hebben – door de gecombineerde levering van warmte en elektriciteit – een hoger totaalrendement dan wanneer deze energiedragers gescheiden worden geproduceerd. Door het hogere rendement is de CO₂-emissie lager.

Het blijkt echter steeds lastiger te zijn om dergelijke installaties commercieel te exploiteren. Door de stijgende gasprijs en het onder druk staan van de elektriciteitsprijzen worden de kosten hoger en de opbrengsten lager. Veel van deze installaties dreigen hierdoor uit gebruik genomen te worden, wat een nadelig effect heeft op de nationale CO₂-emissie.

De WKK-installaties worden financieel ondersteund, omdat zij een bijdrage leveren aan de CO₂-reductie. Met behulp van de CO₂-index kan de CO₂-reductie van een installatie worden 'gemeten', om mogelijk als basis te dienen voor een meer toegesneden stimulering.

Gezien de urgentie van de problemen in de WKK-sector (zie kader) is de systematiek uitgewerkt voor een aantal WKK-installaties en een warmtepomp.

2.3 Relatie tot andere beleidsinstrumenten

De CO₂-index staat niet op zichzelf als instrument. Zoals hierboven al is aangegeven stimuleert de overheid op diverse manieren energiebesparing en CO₂-reductie. Bij de ontwikkeling van de CO₂-index is daarom ook gekeken naar de wijze waarop we aansluiting kunnen vinden met de andere beleidsinstrumenten, of hoe tekortkomingen van bestaande instrumenten kunnen worden opgevangen.

Zonder volledig te zijn heeft de CO₂-index raakvlakken met de volgende 'regelingen':

- CO₂-reductieplan;
- convenant kolencentrales en CO₂-reductie;
- Protocol Monitoring Duurzame Energie;
- Protocol Monitoring Energiebesparing (in ontwikkeling)
- VAMIL en EIA;
- specifieke WKK-stimuleringsmaatregelen zoals de afdrachtkorting en de REB-vergoeding.

De relatie van de CO₂-index met de bovenstaande regelingen komt het meest specifiek aan de orde bij de keuze van de referentietechnologieën in hoofdstuk 4.



2.4

Leeswijzer

In dit onderzoek geven we een vervolg aan de 1^e fase waarin is onderzocht of het mogelijk was om een index te ontwikkelen. In hoofdstuk 3 worden op basis van de uitgangspunten die in de 1^e fase zijn geformuleerd de contouren geschetst van de CO₂-index, waarna in het volgende hoofdstuk een invulling wordt gegeven aan de referenties voor elektriciteit en warmte.

Om er zeker van te zijn dat de emissiereductie ook daadwerkelijk in de praktijk wordt gerealiseerd, wordt in hoofdstuk 5 beschreven hoe een certificeringssysteem er uit kan zien. Enkele praktijkgerelateerde kantekeningen worden gemaakt in hoofdstuk 6, waarna in het laatste hoofdstuk een aantal installaties en het park worden doorgerekend op emissiereductie en de mogelijkheid tot warmtedumping.



3 Uitwerking index

3.1 Randvoorwaarden

In het vooronderzoek is een aantal randvoorwaarden beschreven waar de index aan moet voldoen. Deze zijn:

Voor de indexering:

- 1 De index moet een **objectieve maat zijn voor de werkelijk gerealiseerde CO₂-reducties**, wat kan worden uiteengehaald in de volgende subrandvoorwaarden:
 - a De index moet een maat zijn voor **CO₂-emissies**: eerst moeten namelijk de emissies worden vastgesteld voordat de reducties kunnen worden vastgesteld. Dit is niet hetzelfde als dat de index een maat is voor fossiel brandstofgebruik. Verschillende vormen van fossiele brandstof, zoals kolen, olie en aardgas, leiden namelijk tot verschillende CO₂-emissies per eenheid verbrandingswaarde.
 - b De index moet een **rechtevenredige** maat zijn voor CO₂-emissies: d.w.z. dat elk punt op de CO₂-index vergelijkbaar is met een ander punt. De punten zijn dan dus optelbaar. Bijvoorbeeld, het moet niet uitmaken voor de gerealiseerde reductie wanneer de index verandert van 103 naar 104 of van 90 naar 91. Alleen dan zijn CO₂-indexen optelbaar en uitwisselbaar.
 - c De index moet een maat zijn voor CO₂-reducties t.o.v. **een eenduidige baseline/referentie**: de referentie moet voor alle concurrerende technieken gelijk zijn.
De optelsom van CO₂-indexen van alle Nederlandse installaties moet corresponderen met de CO₂-index van Nederland als geheel: er mogen **geen overlappen of dubbeltellingen** in voor komen.
- 2 De CO₂-index moet in principe toepasbaar zijn **voor meerdere concurrerende technieken** waarmee CO₂-reductie gerealiseerd kan worden.
- 3 De index moet **geen onderscheid maken tussen plaatsen** in de energieketen waar de CO₂-reducties worden gerealiseerd: opstelling van een installatie voor of achter de meter van het energiebedrijf bijvoorbeeld moet geen verschil maken voor de CO₂-index van de installatie.
- 4 De index moet de **CO₂-emissies stroomopwaarts** in de energieketen meenemen. De ene techniek reduceert namelijk CO₂ door schonere bronnen te gebruiken (aardgas in plaats van kolen, duurzame energie), de andere door bij de productie CO₂ af te vangen en op te slaan, en weer een andere door efficiëntere omzetting bij de gebruiker te realiseren (WKK, maar ook membranen). Alleen door de hele keten stroomopwaarts mee te nemen, worden prestaties van technieken vergelijkbaar.

Voor de praktische uitvoerbaarheid:

- 5 De index moet **gebruikersvriendelijk** zijn, d.w.z. in de praktijk hanteerbaar zijn door bedrijven, energieleveranciers, overheid e.d. (partijen die betrokken zijn bij het realiseren van CO₂-reducties).
- 6 De **uitvoeringskosten** moeten binnen de perken blijven.

Voorwaarde 1, objectieve maat voor werkelijke reducties

Reductie zelf is niet meetbaar. Iets wat niet gebeurd is immers ook niet waar te nemen. Wel is het mogelijk om de emissies te meten om deze te vergelijken met een referentie. Het verschil tussen de referentie en de gemeten waarde is dan de reductie.

Om aan voorwaarde 1 te kunnen voldoen moet de meting plaatsvinden aan de installatie waarvan de CO₂-emissie moet worden beoordeeld. Alleen door de in- en uitgaande energiestromen te meten kan met zekerheid worden vastgesteld hoe groot deze zijn. Natuurlijk moet per energiestroom worden vastgelegd van welk type dit is (olie, gas, etc.).

De zekerheid van 'objectiviteit van de meting' wordt verkregen door het hele proces van de metingen aan de installaties te certificeren (zie hoofdstuk 4).

Hiermee wordt een verbetering bereikt ten opzichte van de Senterrendementen⁷. Bij de beoordeling of een installatie in aanmerking komt voor de afdrachtkorting, wordt nu gekeken of deze voldoet aan het Senterrendement. Is dat zo, dan komt de installatie in aanmerking voor de afdrachtkorting en anders niet.

Bij de voorgestelde methodiek wordt niet gekeken naar het ontwerpendement, maar naar de werkelijke prestaties in de praktijk.

Voorwaarde 2, meerdere concurrerende technieken

Voorwaarde 2 stelt eisen aan de referentie. Per output (of product) moet één referentie gelden. Dit houdt in dat bijvoorbeeld alle installaties die warmte maken, allemaal moeten worden vergeleken met dezelfde installatie. Stel dat de referentie installatie een HR-ketel is, dan moeten alle warmtebronnen (WKK, warmtepomp) met deze HR-ketel worden vergeleken.

Per type output moet er dus één referentie worden gedefinieerd. In deze studie zijn dat:

- elektriciteit;
- warmte van een lage temperatuur;
- warmte van een hoge temperatuur (stoom).

Voorwaarde 3, geen onderscheid maken tussen plaatsen

Aan deze voorwaarde wordt tegemoet gekomen door aan de installatie zelf te gaan meten⁸. Van de installatie zelf worden de in- en uitgaande energiestromen in kaart gebracht waardoor de index onafhankelijk is van de meter van het energiebedrijf.

De plaats waar de meters staan die de productie van de installatie registreren wordt gebruikt als vergelijkingspunt met de referentie. Dat wil zeggen dat er bij de berekening van de CO₂-emissie van de referentie wordt gekeken hoeveel CO₂ er vrijkomt om dezelfde hoeveelheid 'product' te leveren op dezelfde plaats.

Door aan de machine zelf te meten word er geen onderscheid meer gemaakt naar de wijze waarop de elektriciteit wordt gebruikt. Op dit moment

⁷ Het Senter-rendement is het theoretisch elektrisch rendement plus 2/3^e deel van het thermische rendement.

⁸ Feitelijk wordt er niet aan de installatie gemeten, maar op de systeemgrenzen. Dit wil zeggen dat de warmtemeter bijvoorbeeld niet direct achter de installatie staat, maar op de plaats waarin het referentiegeval de warmte wordt geleverd. Dit wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 6.



wordt bijvoorbeeld de afdrachtkorting bepaald aan de hand van de aan het net geleverde elektriciteit. Bij de hier voorgestelde systematiek maakt het niet meer uit of de elektriciteit aan het net wordt geleverd of voor eigen gebruik dient. Dit sluit beter aan bij de praktijk van de CO₂-reductie, omdat elke kilowattuur die een installatie opwekt niet meer elders opgewekt hoeft te worden.

Voorwaarde 4, CO₂-emissies stroomopwaarts

Deze voorwaarde stelt eisen aan de inhoud van de CO₂-berekening. Als bij een installatie de energiestromen zijn gemeten, moet worden bekeken op wat voor een niveau deze plaatsvinden. Bij elektriciteit bijvoorbeeld, moet worden gekeken wat het aansluitniveau is. Dit zegt immers iets over de verliezen die in de keten ervoor worden gemaakt. Als een kleine WKK-installatie op het 10 kV net invoedt, dan hoeft dit vermogen niet door het hoogspanningsnet te worden getransporteerd met de daarbij horen de verliezen. Deze verliezen worden voorkomen door de WKK-installatie en de ermee samenhangende CO₂-emissiereductie zijn dan ook toe te rekenen aan de WKK-installatie.

Voorwaarde 5, gebruikersvriendelijk

De gebruikersvriendelijkheid wordt bereikt door van de spreadsheet waarmee de CO₂-berekeningen worden gemaakt een Windows applicatie te maken. In dit computerprogramma kan de gebruiker eenvoudig aangeven om wat voor een installatie het gaat (WKK, warmtepomp, etc) om vervolgens in te voeren welke energiestromen er waren en hoe groot deze zijn. Dit is wat complexiteit betreft vergelijkbaar met het jaarlijkse invullen van het energiegebruik thuis.

Een stuk complexer is het aanbrengen van de meters en het certificeren van de installatie. Dit is echter maar éénmalig en kan door een gespecialiseerd bedrijf worden uitgevoerd. Zie hiervoor ook hoofdstuk 4.

Belangrijk om op te merken bij voorwaarde 5, is dat deze op gespannen voet staat met de voorwaarden voor de objectieve maat. Het eerste vraagt namelijk om een eenvoudig model dat uitgaat van standaard informatie, terwijl het tweede vraagt om gedetailleerde gegevens.

Voorwaarde 6, uitvoeringskosten

De kosten waar de aanvrager mee te maken krijgt, zijn afhankelijk van de wijze waarop de certificering plaatsvindt. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden die worden beschreven in hoofdstuk 4.

3.3 Contouren van de index

Op grond van de bovengenoemde voorwaarden zijn de eerste contouren van de CO₂-index te schetsen:

De CO₂-index is een methodiek waarmee zo objectief mogelijk de CO₂-reductie van een bepaalde installatie wordt bepaald. Dit gebeurt door de in- en uitgaande energiestromen van de installatie te meten, volgens een gecertificeerde procedure. Van de gemeten energie-input wordt bepaald van welk type (olie, gas, etc.) en welke kwaliteit deze is. Op basis van deze gegevens wordt de CO₂-emissie van de installatie bepaald.

De emissie van de installatie wordt vergeleken met een referentie. Deze referentie moet per type product (de output van de installatie) zijn gedefini-

eerd. Per type output kan vervolgens worden berekend hoeveel CO₂ er zou zijn vrijgekomen als dezelfde hoeveelheid met de referentietechniek zou zijn gemaakt en op dezelfde plek zou zijn afgeleverd. Door de emissies van de verschillende types referentie's bij elkaar op te tellen, wordt berekend hoeveel CO₂ er zou zijn geëmitteerd als de installatie er niet was geweest. Dit verschil is de bereikte CO₂-reductie.

Het verdient de voorkeur om de systematiek in een computerprogrammavast te leggen, opdat deze makkelijk te gebruiken is.

Deze contouren laten een aantal vragen onbeantwoord:

- Hoe wordt de referentie bepaald?
- Hoe gaat de certificering in zijn werk?

In de volgende hoofdstukken zal op deze vragen een antwoord worden gegeven.

Voorbeeld

Stel de te beoordelen installatie is een WK-eenheid met een elektrisch rendement van 33% en een thermisch rendement van 50%, met een energie-input van 100 eenheden gas. Deze installatie heeft een output van 33 eenheden elektriciteit en 50 warmte.

Stel dat de referentie voor elektriciteit een (gasgevoede) installatie is met een rendement van 55% en de referentie voor warmte een (gasgevoede) installatie met een rendement van 95%, dan is er voor het produceren van een zelfde output de volgende input nodig:

- elektriciteit: $33 / 0,55 = 60$ eenheden;
- warmte: $50 / 0,95 = 53$ eenheden.

Dit is in totaal 113 eenheden gas.

Als bij het verbranden van 1 eenheid gas 1 eenheid CO₂ vrijkomt, dan is de CO₂-reductie van deze installatie $113 - 100 = 13$ eenheden CO₂.



4 Referentiekeuzes

In het vorige is gebleken dat er een referentie nodig is om een reductie vast te kunnen stellen. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe we tot deze referentie komen en hoe deze in de loop van de tijd wordt aangepast.

4.1 Referentie voor elektriciteit

Bij alle systematieken die een brug slaan tussen energiebesparing en emissies komt de vraag voor de referentie voor elektriciteit aan de orde. Omdat CO₂-reductie zelf niet te meten is, moet de emissie worden vergeleken met een referentie. Bij elektriciteit is de referentie een elektriciteitscentrale. Wat voor een type centrale, is de vraag waar we hier een antwoord op geven.

De keuze van de referentie voor elektriciteit hangt samen met het doel waarvoor de index wordt opgesteld. Dit doel is om inzicht te krijgen in de mate van CO₂-reductie ten opzichte van de beste gangbare technologie. De beste gangbare technologie is derhalve de referentie.

Met de beste wordt hier bedoeld de technologie die de hoogste kWh/gram CO₂ verhouding heeft. Gangbaar wil zeggen dat het niet een installatie is die zich alleen op laboratoriumschaal heeft bewezen, maar een die daadwerkelijk commercieel wordt toegepast. Van deze installatie moet dan worden gekeken hoeveel CO₂ deze in een jaar heeft geëmitteerd en hoeveel kilowattuur daaruit geproduceerd is.

Net als bij de voor de CO₂-index te beoordelen installatie, moet voor deze referentie over een heel jaar worden gekeken hoe deze daadwerkelijk heet gepresteerd. Hierdoor wordt rekening gehouden met dezelfde marktomstandigheden en praktische problemen⁹ als de waar de te beoordelen installatie hinder van ondervindt.

4.2 Warmte

Bij de bepaling van de referentie voor warmte zijn er een aantal overeenkomsten met die van elektriciteit. Er zijn echter ook twee belangrijke verschillen. Ten eerste is warmte moeilijker over langere afstanden te transporteren en ten tweede zijn de ontwikkelingen bij de rendementen minder groot dan bij elektriciteit.

Het eerste heeft als resultaat dat als referentie niet een ver weg gelegen installatie kan worden genomen, maar dat er moet worden gekeken naar een installatie die ook lokaal gebruikt kan worden. Bijvoorbeeld een HR of stoomketel.

Het tweede verschil geeft aan dat het minder belangrijk is om een referentie te kiezen die sterk de ontwikkelingen van de markt volgt. Stoomketels worden al gemaakt sinds de uitvinding van de stoommachine, waardoor deze techniek uitontwikkeld is. Dat wil zeggen dat er geen grote rendementsverbeteringen meer te verwachten zijn. Bij CV-ketels en installaties voor warm tapwater geldt een vergelijkbare redenatie, al is deze minder hard. De verwachting is echter dat de invloed van de rendementsverbeteringen klein zijn,

⁹ Als start- stopverliezen en deellastbedrijf.

waardoor de aanscherping van de referentie in de loop van de tijd minder nauw komt.

Als referentie voor hoge temperatuur warmte wordt een stoomketel gebruikt en voor de lage temperatuur warmte een HR-CV-ketel.

4.3 Referentie in de loop van de tijd

Zoals eerder in dit hoofdstuk is beschreven, wordt de referentie jaarlijks aangepast. Ieder jaar zal de referentie (zeker die voor elektriciteit) een klein beetje scherper worden. We verwachten dat de referentie voor warmte weinig zal verscherpen.

Bij het hanteren van deze methodiek voor bestaande installaties, stellen we voor om deze te blijven vergelijken met de referentie uit het jaar van oplevering. Dit wil zeggen dat een installatie die in 2002 wordt opgeleverd, ook in het jaar 2009 nog wordt vergeleken met de referentie die in 2002 geldig was.

Dus ook de installaties die in 1996 zijn gebouwd, zullen in 2004 nog worden beoordeeld op basis van een referentie zoals deze in 1996 zou zijn geweest.

De referenties blijven tien jaar hetzelfde, daarna worden ze opgetrokken tot het dan geldende niveau.

4.4 Uitwerking referenties

Zoals hierboven omschreven worden er drie referenties gezocht. Eén voor elektriciteit en twee voor warmte. Deze referenties moeten worden ingevuld voor de afgelopen jaren om de installaties die al zijn gebouwd te kunnen beoordelen op hun prestaties.

Bij de zoektocht naar gegevens bleek het niet mogelijk om een exact antwoord te krijgen op de vraag welke installaties de afgelopen jaren het best hebben gepresteerd. Wel is duidelijk¹⁰ dat dit – voor elektriciteit – een STEG moet zijn geweest van 250 MWe, maar door de marktgevoeligheid zijn feitelijke gebruiksgegevens niet voorhanden.

De oplossing die we hiervoor geven is om gebruik te maken van de ontwerp-rendementen van STEG-installaties van de afgelopen jaren. Hier trekken we vervolgens een percentage van af om de start-, stop- en deellastverliezen te verrekenen. Het huidige ontwerp-rendement van een 250 MWe STEG die puur voor elektriciteit wordt ingezet is 54%¹¹, waarbij het aannemelijk is dat deze 5%¹² rendement verliest door deellast en dergelijke.

Volgens Ahlstrom is het rendement van een dergelijke STEG de afgelopen tien jaar tussen 3 en 4% toegenomen, waardoor wij uitgaan van een verbetering over deze periode van 3,5%.

Voor de berekening van de warmterendementen hanteren we de volgende gegevens (er wordt uitgegaan van de onderwaarde van gas):

- hoge temperatuur stoom heeft een rendement van 94%, inclusief start en stop (EnergieNed);

¹⁰ Tijdens de gesprekken met diverse deskundigen.

¹¹ Bevestigd door Ahlstrom (producent STEG), ECN, CE.

¹² Dit is conform het Senterrendement verschil tussen ontwerp en exploitatierendement.



- lage temperatuur (tapwater en ruimteverwarming) kan worden gemaakt met een rendement van 107%, mits gebruik wordt gemaakt van een condensor, omdat dergelijke HR-ketels vaker start/stopverliezen hebben, gaan we uit van 7% verlies t.o.v. het ontwerprendement van 107%.

De ontwikkelingen van de ketelrendementen verlopen minder snel dan bij de elektriciteitscentrales, we veronderstellen een verbetering van 1% over de afgelopen tien jaar. Hiermee komen we op het volgende overzicht:

In navolging van het Protocol Monitoring Duurzame Energie leggen we de grens tussen HT-warmte en LT-warmte bij een installatievermogen van 100kW thermisch.

Tabel 4 Gebruikte referentierendementen

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Elektriciteit	48,3%	48,6%	49,0%	49,3%	49,6%	50,0%	50,3%	50,6%	51,0%	51,3%
warmte HT	93,1%	93,2%	93,3%	93,4%	93,5%	93,6%	93,7%	93,8%	93,9%	94,0%
warmte LT	99,1%	99,2%	99,3%	99,4%	99,5%	99,6%	99,7%	99,8%	99,9%	100%

Deze rendementen zijn inclusief de deellast- en start/stopverliezen.

Voor elektriciteit is het daarnaast ook van belang om rekening te houden met het spanningsniveau waarop de elektriciteit wordt geleverd. Immers hoe lager het spanningsniveau, hoe groter de 'upstream' energieverliezen die worden voorkomen. In deze studie hanteren we de volgende spanningsniveaus met de hierbij aangegeven verliezen (transmissie en distributie):

Tabel 5 Voorkomen energieverliezen afhankelijk van spanningsniveau

Spanningsniveau	Voltage	Voorkomen energieverliezen
Laagspanning	tot en met 10 kV	3%
Middenspanning	10kV tot en met 150 kV	2%
Hoogspanning	hoger dan 150 kV	1%



5 Certificering

CO₂-reductie is niet zichtbaar. Er moet dus een andere manier worden gevonden om een 'kwaliteitsgarantie' te geven dat de reductie ook aan kwaliteitseisen voldoet. In dit hoofdstuk bespreken we hoe dit met certificering kan worden geregeld. Met certificering bedoelen we dat er een set van regels is waar aan moet worden voldaan voordat gesproken kan worden van CO₂-reductie. Op basis van deze gecertificeerde reductie kunnen eventueel certificaten worden uitgereikt, die mogelijk in een handelssysteem kunnen worden gebruikt.

5.1 Eisen aan certificering

De CO₂-index kan worden gebruikt om CO₂-reductie mee aan te tonen. Om dit mogelijk te maken moeten er eisen worden gesteld aan het resultaat van de CO₂-index. Deze eisen zijn:

- zekerheid, dat de reductie daadwerkelijk is gerealiseerd;
- de kosten moeten laag zijn; en
- universeel certificaten; als het komt tot een stimuleringsregeling of handel in CO₂, dan moeten de er certificaten komen die aansluiten bij overige regelgeving.

5.1.1 Zekerheid

Omdat CO₂-reductie geen fysiek product is, wat een klant kan bekijken of testen, moet er op een andere wijze een garantie worden gegeven over de kwaliteit van het product. Dit kan door het proces dat de CO₂-reductie realiseert aan een certificering te onderwerpen.

Dit houdt in dat alle energiestromen die de installatie in- en uitgaan, op een zodanige wijze worden gemeten dat alle betrokken partijen vertrouwen dat de gemeten resultaten ook overeenkomen met de realiteit.

Niet alleen de meetapparatuur zal hiervoor aan eisen moeten voldoen, maar ook de plaatsing van de meters en de wijze waarop deze worden afgelezen. De eisen aan de meetapparatuur zijn wellicht nog het eenvoudigst, deze stellen dat de meters met een bepaalde nauwkeurigheid weergeven hoeveel energiedrager de meter is gepasseerd.

De plaatsing van de meters moet voldoen aan de beschrijving van het systeem van de CO₂-index, zodat ook daadwerkelijk op de systeemgrenzen wordt gemeten. Als bijvoorbeeld het elektriciteitsgebruik voor het in werking houden van de installatie pas na de meter wordt afgetapt, dan zal dit een afwijking in de berekende CO₂-reductie tot gevolg hebben.

Als laatste eis moet ook worden bepaald wie de meterstanden af mag lezen om het CO₂-reductie certificaat aan te vragen. Kan dit de beheerder van de installatie zelf zijn, of moet hier een milieuaccountant aan te pas komen?

5.1.2 Kosten en opbrengsten van certificering

Een nadeel van het werken met certificering van het proces is dat het kosten met zich meebrengt. Dit wil zeggen dat de kosten van het certificeren zo laag mogelijk gehouden moeten worden. Dit kan bijvoorbeeld door de be-

heerder van de installatie zelf de meterstanden van de energiemeter op te laten nemen en dit periodiek te controleren. Of bijvoorbeeld door voor te schrijven dat de meters op afstand kunnen worden uitgelezen door de instantie die de controle op het proces uitvoert.

Als het certificeren van het proces leidt tot certificaten dan is een tweede belangrijke vraag wie de eigenaar hiervan wordt. Vanuit het perspectief dat het moet leiden tot een optimale CO₂-prestatie kan dit zowel de eigenaar als de beheerder van de installatie zijn (als dit niet één rechtspersoon is). De eigenaar heeft immers de zeggenschap over vervanging van de installatie of onderdelen ervan om het rendement te verhogen. De beheerder daarentegen is verantwoordelijk voor de bedrijfsvoering.

5.1.3 Universele certificaten

Net als geld moeten de certificaten voldoen aan eisen van herkenbaarheid en betrouwbaarheid. De klant moet zeker weten dat als er een certificaat wordt overhandigd, dat dit ook werkelijk garant staat voor gerealiseerde reductie.

Bij de groencertificatenregeling wordt dit gewaarborgd doordat de marktplaats waarop de certificaten worden verhandeld gesloten is. Dit wil zeggen dat Tennet een virtuele bank heeft ingericht waar de handel plaatsvindt. Bij deze bank kunnen aanbieders en kopers van groencertificaten een rekening openen, waarop zij groencertificaten kunnen storten. De beheerder van de bank zorgt voor de overdracht van certificaten van de ene naar de andere rekening. Alle verhandelde certificaten vertegenwoordigen dezelfde hoeveelheid groene stroom, het enige verschil is dat per certificaat de bron is weergegeven.

Het is denkbaar dat de overheid in eerste instantie deze CO₂-certificaten gaat kopen en dat in tweede instantie ook een echte markthandel in CO₂-certificaten ontstaat. De commissie Vögtlander studeert op dit moment op de mogelijkheden van emissiehandel.

Als een dergelijke handel van de grond komt, dan ligt het voor de hand dat ook daar met CO₂-certificaten wordt gewerkt. De CO₂-index certificaten zouden hier dan op aan moeten sluiten.

5.2 Mogelijke certificeringsroutes

Zoals in dit hoofdstuk is opgemerkt is voor vertrouwen in de bereikte CO₂-reductie een certificering van het proces nodig. Deze certificering kan op verschillende manieren worden vormgegeven. In deze paragraaf worden drie verschillende mogelijkheden beschreven.

Bij het schrijven van deze tekst is gebruik gemaakt van een door KEMA Registered Quality B.V. aangeleverde tekst. Voor de duidelijkheid worden eerst de mogelijke partijen beschreven.

De **Raad voor Accreditatie** is de door de overheid ingestelde toezichthouder op de markt. Deze raad is vergelijkbaar met de NMa of de DTe en houdt toezicht op de certificerende instellingen. De **certificerende instellingen** zijn organisaties die certificeringsprocessen kunnen ontwerpen. Deze instellingen kunnen voor de CO₂-index een omschrijving maken van de voorwaarden waar bijvoorbeeld de elektriciteitsmeters en de gasmeters aan moeten voldoen, maar ook hoe de meetgegevens moeten worden verwerkt. Vervol-

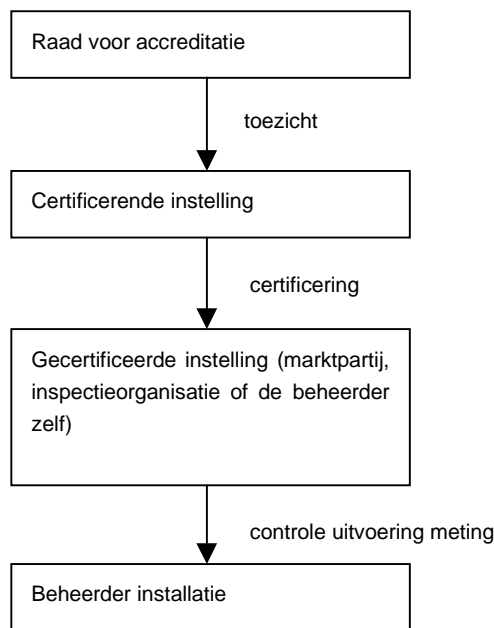


gens kunnen deze certificerende instellingen partijen aanwijzen die de beheerder van de WKK (of andere) installatie controleren.

De **beheerder** van de installatie is de partij die de WKK (of andere) installatie bedrijft. Deze wordt gecontroleerd door een **gecertificeerde instelling**. Van deze laatste worden in de onderstaande paragrafen drie verschillende typen beschreven. Bij de eerste is een marktpartij de gecertificeerde instelling, bij de tweede wordt een inspectieorganisatie gecertificeerd en als derde optie wordt de beheerder van de installatie gecertificeerd.

In de onderstaande figuur zijn de partijen in een overzicht gezet.

Figuur 1 Overzicht van de partijen



De certificeringsmogelijkheden zijn:

- 1 Controle van het meetproces door een gecertificeerde marktpartij.
- 2 Controle van het meetproces door een gecertificeerde controleur.
- 3 Verificatie van het meetproces door een gecertificeerde beheerder.

5.2.1 Gecertificeerde marktpartij

De Raad voor Accreditatie erkent, op haar voorwaarden, Certificerende Instellingen. Zij houdt hierbij voortdurend toezicht op de uitvoering van certificatie.

Certificerende Instellingen vullen hierbij hun verantwoordelijkheid in door marktpartijen, als beoordelaars en uitvoerders van meetprocessen, te certificeren. Zij stellen daarmee zeker dat de beoordeling van meetprocessen eenduidig zal plaats vinden en houden periodiek toezicht op de beheersing van de uitvoering van de meetprocessen. Zij houden toezicht op de toepassing van verstrekte certificaten.

Deze vorm van certificering heeft het voordeel dat goed controleerbare (markt)partijen op eenzelfde wijze aan de hand van dezelfde middelen met gelijke interpretaties, metingen zullen doen en beoordelingen zullen uitvoe-

ren. Dit wordt periodiek op onafhankelijke wijze door Certificerende Instellingen gecontroleerd.

Bij deze vorm van certificering bestaat tevens een voordeel dat er een ont koppeling is tussen de verantwoordelijkheid van beheerder en de verantwoordelijkheid van de externe uitvoerder (marktpartij) als beoordelaar van het meetproces voor de bereikte CO₂-reductie.

5.2.2 Gecertificeerde controleur

Dit is een vorm van certificering waarbij is uitgegaan van alléén controle. Hierbij worden, door middel van persoonscertificatie, controleurs gecertificeerd.

Al of niet in organisatieverband, worden met deze vorm van certificering, personen gecertificeerd die verantwoordelijk worden gesteld voor het achteraf, doorgaans steekproefsgewijs, controleren van meetprocessen en de resultaten ervan. Meetprocessen die door beheerders van de installatie zelf worden uitgevoerd.

Certificerende Instellingen zullen hierbij alleen hun verantwoordelijkheid invullen door personen, op het gebied van hun vakbekwaamheid, te certificeren. Zij stellen daarmee zeker dat de vakbekwaamheid nodig voor het controleren en beoordelen van het meetproces beschikbaar is.

De Raad voor Accreditatie erkent, op haar voorwaarden, Certificerende Instellingen die persoonscertificatie uitvoeren. Zij houdt bij voortduring toezicht op de uitvoering van deze vorm van certificering.

Deze vorm van certificering heeft het nadeel dat alleen de vakbekwaamheid van de controleur wordt beoordeeld en geborgd. Op het gebied van de uitvoering en de beheersing van de controle vindt, met deze wijze van certificering, geen beoordeling of verificatie plaats. Persoonsgebonden invulling van uitgevoerde controle is hierdoor mogelijk. Het geeft onvoldoende waarborg voor eenduidige uitvoering en vooral voor gelijke interpretatie van controle-resultaten.

Bij deze vorm van certificering is noodzakelijk een groot aantal controleurs op te leiden en in een overheids of andere organisatie samen te brengen. Teneinde de controlewerkzaamheden te plannen, te coördineren en te bewaken. Dit zal landelijk gezien erg kostenverhogend zijn.

5.2.3 Gecertificeerde beheerder

De derde mogelijkheid is een vorm van certificering waarbij de organisatie en de uitvoering van het meetproces van producenten van energiedragers wordt gecertificeerd. De producent, of het betrokken deel van zijn organisatie, wordt hierbij gecertificeerd.

Dit betekent dat certificering plaats vindt van een producent voor zijn organisatie of een onderdeel daarvan. Een producent die verantwoordelijk is voor het uitvoeren van het meetproces. Certificering bestaat hier uit periodiek onafhankelijk toezicht op de organisatie en op de beheersing van de uitvoering van het meetproces door producenten.



Certificerende Instellingen vullen hierbij hun verantwoordelijkheid in door producenten van energiedragers, als uitvoerders van het meetproces, te certificeren. Zij stellen daarmee zeker dat meetprocessen op beheerste wijze worden uitgevoerd en dat de resultaten op gelijke wijze worden geïnterpreteerd. Zij houden toezicht op de toepassing van verstrekte certificering.

De Raad voor Accreditatie erkent, op haar voorwaarden, Certificerende Instellingen. Zij houdt bij voortdurende toezicht op de uitvoering van certificering.

Deze vorm van certificering heeft het voordeel dat weinig energie gestoken hoeft te worden in externe uitvoering, beoordeling en controle van meetprocessen. Beheerders voeren de meetprocessen zelf uit. Alleen een periodieke verificatie door Certificerende Instellingen borgt dat metingen correct plaats vinden en beoordelingen over CO₂-reductie juist zullen zijn.

Een nadeel bij deze vorm van certificering bestaat eruit dat er géén ont koppeling is tussen de verantwoordelijkheid van een beheerder voor het beperken van CO₂ en de verantwoordelijkheid voor het uitvoeren van het meetproces en het beoordelen over de bereikte CO₂-reductie.

Hierdoor heeft een beheerder de uitvoering en de beoordeling van het meetproces in eigen beheer. Hij wordt alleen via certificering periodiek gecontroleerd. In verband met de vermoedelijk aantrekkelijke subsidies die kunnen worden verkregen, is bij het kiezen van deze vorm van certificering het risico van fraude aanwezig.

5.2.4 Kosten

Voor de eerst beschreven variant, waarbij een marktpartij de controles uitvoert, is een kostenschattning gemaakt. De kosten die hier worden beschreven zijn de kosten die de beheerder van de installatie zal moeten maken om zijn proces gecertificeerd te krijgen en te houden.

Er zijn drie verschillende kostenposten te onderscheiden:

- 1 Een eerste controle waarbij de installatie wordt beoordeeld (€ 3.000 - € 6.000).
- 2 Periodieke controles op de invulling en beheersing van de installatie (€ 1.000 tot € 3.000) en
- 3 Eventueel bij het werken met certificaten de kosten per certificaat (€ 250).



6 Praktijkschrijvingen

Het doel van deze studie is niet alleen om een referentiekader voor de beoordeling van CO₂-reductie te ontwikkelen, maar ook om dat gestalte te geven voor een aantal WKK en andere installaties. In dit hoofdstuk gaan we in op een aantal praktische uitvoeringsaspecten. Deze aspecten volgen uit de systematiek en worden in het volgende hoofdstuk gebruikt bij het maken van de berekeningen.

6.1 Bepalen systeemgrenzen

De systeemgrenzen geven aan wat allemaal tot de installatie wordt gerekend voor de CO₂-index en wat niet. Met name aan de outputkant van de installatie moet dit nauwkeurig gebeuren, omdat het overeen moet komen met een referentiesituatie. Dit is de situatie zoals die zou zijn geweest als er geen WKK-installatie zou worden gebruikt.

6.1.1 Elektriciteit

Dit houdt in de praktijk in dat moet worden aangegeven op welk deel van het elektriciteitsnet de installatie wordt aangesloten. Dit is immers van belang om te kunnen berekenen hoe groot de 'upstream' energieverliezen zijn die worden voorkomen. Hierbij kan keuze worden gemaakt uit:

- laagspanning (tot en met 10 kV);
- middenspanning (hoger dan 10 kV tot en met 150 kV) en
- hoogspanning (hoger dan 150 kV).

Ook de plaatsing van de meter is van belang. Niet zozeer de fysieke plaats als wel dat het eigen verbruik van de installatie niet mag worden afgetapt ná de meter. Hierdoor zou immers het eigen verbruik meetellen voor de CO₂-index.

Het elektriciteitsgebruik van de warmtepomp wordt behandeld in paragraaf 6.2.

6.1.2 Warmte

Bij de warmte is het nog van belang op welke plaats de meter staat opgesteld. In de referentiesituatie loont het immers om de installatie zo dicht mogelijk op de plek te zetten waar de warmte nodig is. Zo zijn immers de leidingverliezen het kleinst. Door de fysiek grotere afmetingen van de WKK-installatie is het aannemelijk dat deze minder dicht op het proces kan worden geplaatst. De warmtemeters kunnen echter wel tegen het proces aan worden geplaatst, aangezien deze klein zijn. Door de warmtemeters dicht bij het proces te plaatsen, wordt de referentiesituatie zo dicht mogelijk benaderd.

Als het om praktische redenen toch de voorkeur heeft om de warmtemeters dicht op de WKK-installatie te plaatsen, dan moet er per meter een bedrag voor warmteverlies in de leidingen van de warmte worden afgetrokken.

6.1.3 Gas

Zoals de naam van deze studie al aangeeft is het er om begonnen om een instrument te ontwikkelen dat de CO₂-reductie in kaart brengt. Dit kan het best door daadwerkelijk in de schoorsteen van een installatie de CO₂-emissies te meten. Dit geeft de meest zuivere benadering. Een goed alternatief is om de (aard)gas input te meten. Bij volledige verbranding is dit direct om te rekenen naar CO₂-emissies¹³. Bij de verbranding van 1 kuub (=31,65 MJ) aardgas komt 1.772 gram CO₂ vrij.

Naast aardgas kan ook synthetisch gas (LPG bijvoorbeeld) of brandstof op basis van biomassa worden gebruikt. Bij het gebruik van synthetisch gas moet de hoeveelheid CO₂/MJ worden bepaald te vergelijking met aardgas, hier wordt verder niet op ingegaan.

Biomassa als brandstof is een ander verhaal. Omdat biomassa geen fossiele brandstof is, levert deze in eerste instantie géén bijdrage aan het versterken van het broeikas-effect. Dit wil echter niet direct zeggen dat het ook een klimaatneutrale brandstof is. Op dit moment zijn er twee redenen om aan te nemen dat het gebruik van biomassa niet klimaatneutraal is. Ten eerste komt bij de verbouwing en het transport van biomassa CO₂ vrij die in de meeste gevallen afkomstig is van fossiele brandstoffen. De tweede reden is dat uit onderzoek van o.a. prof. Reijnders blijkt dat bij het verbouwen van productiehout toch broeikasgassen vrijkomen door o.a. het verrotten van de wortels.

De CO₂ die bij het maken en transporteren van biomassa vrijkomt valt toe te rekenen aan de sectoren die dit verzorgen (diesel voor tractoren en vrachtwagens) en daardoor buiten de systeemgrenzen van dit kader. Een zelfde redenatie gaat op voor de broeikasgassen die bij verrotting vrijkomen. In deze studie rekenen wij daarom met een nul-emissie als het gaat om bio-brandstoffen.

6.2 De warmtepomp

De warmtepomp is in vergelijking met de andere installaties een bijzonder geval. Dit komt omdat de installatie zelf geen CO₂-emissie heeft die kan worden vergeleken met de referentie én omdat deze een lage kwaliteit warmte opwaardeert tot een hoge.

De CO₂-emissie van een warmtepomp is de CO₂-emissie die vrijkomt bij de productie van de elektriciteit die de warmtepomp gebruikt. In het geval van duurzaam opgewekte elektriciteit betekent dit dat de warmtepomp CO₂-vrije warmte levert. Wordt de pomp gevoed met kolenstroom dan hangt er wel degelijk een CO₂-prijskaartje aan de warmte.

De zuiverste manier om hiermee om te gaan, is als de CO₂-kwaliteit van de elektriciteit die de pomp gebruikt bekend is. Hiervoor is echter een systeem van elektriciteitsetikettering nodig, dat er op dit moment niet is. Zou het er

¹³ Kort voor het verschijnen van dit rapport kwamen de voorlopige resultaten beschikbaar van een onderzoek van Gastec. Dit onderzoek is eveneens in opdracht van de rijksoverheid uitgevoerd en heeft zich gericht op de methaan (CH₄) emissies van gasmotoren. Uit dit onderzoek volgen aanwijzingen dat de methaan emissies van gasmotoren in sommige gevallen niet verwaarloosbaar zijn.



wel zijn dan is exact te bepalen wat de CO₂-reductie is, maar tot die tijd gebruiken we een andere oplossing.

Bij gebruik van elektriciteit (zoals bij de warmtepomp), gaan we uit van dezelfde kwaliteit elektriciteit als de hier gebruikte referentie. De CO₂-emissies ten gevolge van het gebruik van de warmtepomp zijn dan ook de emissie die vrijkomen uit een 250 MWe STEG, verrekend per kiloWattuur.

De keuze om dezelfde referentie te hanteren is gebaseerd op eenvoud (om te voorkomen dat er verschillende referenties voor elektriciteit ontstaan).

Voor de gebruikte warmte aan de inputkant van de warmtepomp wordt er van uitgegaan dat dit afvalwarmte is, die anders niet zou worden gebruikt. Door als referentie voor deze warmte een 'nulscenario' te gebruiken, kan deze warmte CO₂-vrij worden veronderstelt. Als de warmte anders wél nuttig gebruikt kan worden, dan moet de CO₂-inhoud ervan worden bepaald. Dit kan met dezelfde referenties als die in de rest van deze studie voor warmte worden gebruikt.



7 Berekeningen

Om gevoel te krijgen voor de consequenties van het hanteren van de CO₂-index hebben we een aantal berekeningen uitgevoerd. De uitgangspunten die bij deze berekeningen zijn gebruikt presenteren we in paragraaf 7.1. De berekeningen zelf zijn opgesplitst in drie delen; met als eerste de CO₂-index voor een aantal individuele installaties, als tweede wordt er gerekend aan het bestaande park en tenslotte wordt onderzocht hoe groot de vergoeding zou kunnen worden en wat voor effecten dat heeft.

7.1 Uitgangsgegevens bij de berekeningen

In de hierna volgende paragrafen rekenen we met de CO₂-index een aantal installaties en het Nederlandse WKK-park door. Voor al deze berekeningen maken we gebruik van een aantal uitgangspunten die we hier bespreken.

De in dit hoofdstuk gepresenteerde cijfers zijn niet van invloed op de uiteindelijke werking van de CO₂-index, afgezien van fysieke grootheden zoals de kenmerken van gas. De rendementen die hieronder worden gepresenteerd voor de berekeningen zijn natuurlijk wel van invloed op de uitkomst, maar het zijn aannames die niet in de CO₂-index zelf zijn verwerkt. Deze rendementen moeten immers blijken uit de metingen aan de installaties zelf.

Algemeen

De CO₂-index vergelijkt de prestatie van een individuele installatie met die van een referentie. De keuze van de referentie en de daarbij horende rendementen zijn beschreven in hoofdstuk 4.

Gas

De meeste WKK-installaties gebruiken gas als energiebron, net als de referenties. Bij deze gasinput gaan we er van uit dat dit aardgas is, tenzij het anders wordt vermeld. Dit aardgas heeft de volgende kenmerken:

- de energie-inhoud per m³ is 31,65 MJ;
- bij de verbranding komt 56 gram CO₂ per MJ vrij;
- de gasprijs voor WKK-installaties is 0,15453 Euro per m³;
- de gasprijs voor niet WKK-toepassingen is 0,1717 Euro per m³¹⁴.

7.2 Prestaties van afzonderlijke installaties

De individuele installaties die we doorrekenen worden vergeleken met de referenties voor het jaar 2001. Ter vergroting van de illustratieve waarde van de berekeningen wordt niet alleen gekeken naar de procentuele vermindering van de CO₂-emissie van de installaties, maar ook naar de absolute vermindering bij een bepaalde vraag.

In de berekeningen wordt een thermische energievraag voor een woonwijk van 5.000 woningen verondersteld. De installaties worden gedimensioneerd op de warmtevraag van deze woonwijk. Als het vermogen van de installatie niet overeenkomt met het gevraagde vermogen dan gaan we ervan uit dat het lineair toe te rekenen is. Dit wil zeggen dat als de installatie kleiner is dan het gevraagde vermogen dat we er van uit gaan dat er meerdere instal-

¹⁴ Voor een uitgebreider prijzenoverzicht zie bijlage A.

laties van hetzelfde type worden geplaatst, of als de installatie een groter vermogen heeft dat de rest van de warmte ook nuttig wordt gebruikt.

De te leveren warmte moet van de installatie worden getransporteerd naar de woningen. Hierbij treedt verlies op. In de CO₂-index zelf is dit verlies opgenomen, doordat de meters voor de warmtelevering moeten worden geplaatst op het afleverniveau, oftewel in de woningen. Bij de berekeningen die we hier uitvoeren gaan we uit van een rendement voor de distributie (de levering tussen de woningen) van 85%¹⁵, en bij de grote installaties die op afstand van de woonwijk worden geplaatst met een transportrendement van 85% (transport van de installatie naar de wijk).

Voor de rendementen van de afzonderlijke installaties gaan we uit van de volgende cijfers:

Tabel 6 Uitgangsgegevens van de installaties

	elektrisch rendement	Thermisch rendement	Elektrisch aansluitingsniveau	transportrendement warmte
WKK-Gasmotor 1 Mwe	36%	51%	10 kV	nvt
WKK-Gasturbine 10 Mwe	33%	56%	10 kV	nvt
WKK-STEG 50 Mwe	44%	46%	10 kV	nvt
WKK-STEG 250 Mwe	50%	46%	150 kV	85%
WKK-Biomassa	14%	68%	10 kV	nvt
Grote elektrische warmtepomp		380%	10 kV	nvt
WKK-STEG 250 MWe stoomlevering	38%	51%	150 kV	85%

Wanneer je uitgaat van een warmtevraag voor een woonwijk 140 TJ per jaar (dat is de warmtebehoefte van ongeveer 5.000 nieuwe woningen) dan is de CO₂-reductie zoals in tabel 7 is aangegeven. Zoals in de tabel is te zien is de reductie eenvoudig berekend aan de hand van de onderstaande formule. Let wel, bij een WKK heb je altijd te maken met twee referenties. Een namelijk voor warmte en een voor elektriciteit.

$$\text{CO}_2\text{-reductie} = \text{CO}_2\text{-emissiereferentie} - \text{CO}_2\text{-emissieinstallatie}$$

Tabel 7 CO₂-reductie bij warmtelevering 5.000 woningen (140 TJ/jaar) in ton CO₂/jaar

	CO ₂ emissie			CO ₂ reductie	
	Referentie Elektriciteit	Referentie Warmte	WKK	Absoluut	relatief
WKK-Gasmotor 1 MWe	12.660	8.232	18.085	2.806	13%
WKK-Gasturbine 10 MWe	10.569	8.232	16.471	2.330	12%
WKK-STEG 50 MWe	17.155	8.232	20.051	5.336	21%
WKK-STEG 250 MWe	22.934	8.232	23.590	7.577	24%
WKK-Biomassa	3692	8.232	0	11.924	100%
WKK-STEG 250 MWe stoomlevering	15.721	8.665	21.277	3.110	13%
Elektrische warmtepomp (groot)	0	8.232	4.728	3.504	43%

¹⁵ CE, 1997.



De CO₂-emissie van de referentie voor warmte geleverd met de 250 MWe STEG met stoomlevering, is hoger dan de referentie voor lage temperatuur-warmte. Dit komt doordat het rendement voor warmtelevering op een hoge temperatuur lager is. De relevantie hiervan is gering, omdat het hier slechts gaat om de levering van warmte aan een woonwijk, wat in de praktijk niet met stoom gebeurt.

Om de CO₂-emissie van de referentie en de installatie te berekenen is in het rekenmodel het stappenplan gevolgd dat is weergegeven in het onderstaande kader:

CO₂-emissieinstallatie

- 1 Uit de ingevulde warmtebehoefte wordt de te produceren warmte berekend (is warmtebehoefte plus distributie en transportverliezen)*.
- 2 Uit de te produceren warmte wordt het primaire energieverbruik berekend van de installatie.
- 3 Met behulp van de CO₂-emissiefactor voor primaire energie wordt de CO₂-emissie berekend.

CO₂-emissiereferentie (elektriciteit)

- 4 Uit het primaire energieverbruik wordt de elektriciteitsproductie van de installatie berekend.
- 5 Uitgaande van dezelfde nuttige elektriciteitsproductie als de installatie wordt het primaire energieverbruik van de elektriciteitsreferentie berekend.
- 6 Met behulp van de CO₂-emissiefactor voor primaire energie wordt de CO₂ emissie berekend

CO₂-emissiereferentie (warmte)

- 7 Uitgaande van de ingevulde warmtebehoefte wordt het primaire energieverbruik van de warmterefereentie berekend.
- 8 Met behulp van de CO₂-emissiefactor voor primaire energie wordt de CO₂-emissie berekend

* Bij WKK wordt vaak in de warmtebehoefte voorzien door een installatie en een hulpwarmteketel. Nadat de warmtebehoefte is opgesplitst, moet voor beide installaties het stappenplan worden doorlopen.

N.B. In het model is verondersteld dat het rendement voor stadsverwarming in de woning 1,0 bedraagt. Bij WKK is de warmtebehoefte dus gelijk aan de warmtevraag op de meter.

7.3 Berekeningen aan het bestaande park

Alhoewel de CO₂-index niet in eerste instantie ontworpen is om berekeningen aan hele parken uit te voeren, is het wel mogelijk om een eerste orde schatting van de reducties te berekenen. Dit wordt gedaan met de CBS-cijfers van het park uit 1999.

De CBS data zijn geaggregeerd naar SBI¹⁶-code en naar type WKK. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar STEG-eenheden, stoomturbines, gasturbines en gasmotoren. Bij deze indeling wordt aangegeven:

- totale elektrische vermogen;
- totale thermische vermogen;
- aantal installaties;
- elektriciteitsproductie;
- warmteproductie;
- inzet aardgas;
- inzet overige brandstoffen.

Voor de verdere bewerking van de cijfers zijn eerst de installaties die meer dan 1% overige brandstoffen gebruiken uit de database verwijderd, omdat niet bekend is om welke brandstoffen het gaat. Hierdoor is 40% van het elektrisch vermogen en 54% van het thermisch vermogen niet meegenomen in de berekeningen (grovweg de helft van het park). De hele categorie stoomturbines is hierdoor uit de cijfers gehaald. Doordat niet bekend is wat voor een brandstof voor deze centrales wordt ingezet (het kan zowel biomassa als kolen zijn) is er geen uitspraak te doen over de relatief grotere of kleinere reductie die bij deze installaties kan worden bereikt.

Van de resterende installaties zijn de gemiddelde rendementen per type WKK berekend. Dit geeft de volgende cijfers.

Tabel 8 Selectie CBS WKK-cijfers 1999

	tot rendement	Elektrisch rendement	thermisch rendement	Gasinput TJ/jaar	elektriciteit output	thermische output TJ/jaar
STEG-eenheden	73%	35%	37%	13.7145,5	47.995,2	50.550
Gasturbines	84%	20%	63%	17.904,6	3.664,8	11.345
Gasmotoren	84%	33%	51%	63.790,44	2.1021,12	32.644

Een van de problemen van het werken met parcijfers is dat de bouwjaren van de individuele installaties niet meer bekend zijn. Omdat de referentie per bouwjaar verschilt, gaan we in de volgende berekeningen uit van gemiddelden. Er wordt uitgerekend wat de CO₂-index uitkomsten zijn, als het park gemiddeld in 1992, in 1996 of in 2000 gebouwd zou zijn.

Tabel 9 CO₂-reductie WKK-park bij gemiddelde bouwjaren

Jaar	1992	1996	2000
ref. elektrisch	48%	50%	51%
ref. thermisch	99%	100%	100%
STEG CO ₂ -red kton		740	619
Gasturbine CO ₂ -red kton		63	53
Gasmotor CO ₂ -red kton		709	654
totaal CO ₂ -reductie Mton		1,51	1,33
			0,97

¹⁶ Standaard Bedrijfs Indeling.



Deze totalen gaan niet over het hele WKK-park, maar over dat gedeelte dat alleen gas als energie-input gebruikt, dit is ongeveer de helft van het park in 1999.

Door de oplopende referentierendementen loopt de berekende CO₂-reductie terug. Dit werkt versterkt door, omdat de aangescherpte referentie waarde geldt voor de totale energie-output, waarna het verschil in een absolute waarde wordt aangegeven. Bijvoorbeeld de referentiesituatie is in 1992 100 eenheden energie en bij de installatie 90, dan is het verschil 10, wordt als zichtjaar 2000 genomen met een referentierendement van 96 eenheden, dan is het verschil nog maar 6 t.o.v. de 90 van de installatie. Dit is 4 eenheden minder, oftewel een teruggang van 40%.

Als de voor 1996 berekende CO₂-reductie wordt geëxtrapoleerd naar het hele park (dus inclusief de installaties die andere brandstoffen dan gas gebruiken) dan is in 1996 ongeveer 3 Mton CO₂ gereduceerd door het WKK-park.

7.4 Mogelijke stimulering

Deze studie concentreert zich op het opzetten van een methodiek om CO₂-reductie mee in kaart te brengen, waarbij in eerste instantie voor een aantal WKK-installaties een uitwerking wordt gegeven. Het is derhalve niet het doel om ook meteen een stimuleringsinstrument te ontwerpen. Toch is het interessant om een paar berekeningen te maken om gevoel te krijgen voor de orde groottes.

In deze paragraaf wordt uitgerekend hoe groot een stimulering zou kunnen zijn op basis van de met de CO₂-index berekende reductie, als de hoogte van de stimulering overeenkomt met die uit het CO₂-reductieplan (9 Euro per ton CO₂) en de REB (49,31 Euro per ton CO₂, berekening in bijlage B).

Deze berekeningen worden gemaakt voor de installaties uit de tweede paragraaf van dit hoofdstuk, waarbij ook wordt onderzocht in hoeverre dit warmtedumping stimuleert.

7.4.1 Stimulering bij individuele installaties.

Bij de berekeningen van de gevolgen van mogelijke stimuleringsregelingen voor individuele installaties drukken we de vergoeding uit in Eurocenten per kuub verbruikt gas. Dit geeft het best inzicht in de orde grootte van de mogelijke vergoeding.

Tabel 10 Fictieve vergoedingen voor CO₂-reductie in Eurocent per m³ gas

	Volgens CO ₂ -reductieplan	volgens REB vergoeding
WKK-gasmotor 1 MWe	0,34	1,85
WKK-gasturbine 10 MWe	0,32	1,78
WKK-STEG 50 MWe	0,59	3,21
WKK-STEG 250 MWe	0,69	3,80
WKK-biomassa	1,52	8,33
WKK-STEG 250 MWe stoom	0,40	2,19
Warmtepomp ¹⁷	2,71	14,86

¹⁷ Warmtepompen en WKK-biomassa gebruiken geen gas als energiebron, dus is de uitdrukking van de vergoeding in Eurocenten per m³ gas een illustratieve.

In vergelijking tot de ongeveer prijs van 15 Eurocent per m³ gas zijn met name de vergoedingen die voortkomen uit de REB-gerelateerde prijzen significant. Opvallend maar niet verwonderlijk zijn de hoge scores van de warmtepomp en de biomassa WKK. Bij deze laatste is de hoge score (voor een deel) te danken aan het feit dat er in deze studie van uit wordt gegaan dat de input van deze installatie geheel CO₂-vrij is.

7.4.2 Warmtedumping

In de tuinbouwsector komt het voor dat verwarmingsinstallaties worden aangezet om CO₂ te leveren aan de kassen zonder dat er op dat moment een warmtevraag is. Volgens LEI hebben vrijwel alle tuinders buiten de WKK ook een hulpketel. Deze wordt ingezet om CO₂ mee te leveren, omdat de CO₂ uit de WKK-installatie niet geschikt is voor 'bemesting'.

Tevens is in veel van de elektriciteitscontracten een bepaling opgenomen dat het elektriciteitsbedrijf op afstand de installatie kan aanschakelen om te 'piekscheren'¹⁸. Doordat niet te meten is of de warmte nuttig wordt ingezet, zou bij hantering van de CO₂-index de ongewenste situatie kunnen ontstaan dat een vergoeding wordt gegeven voor de CO₂-reductie, terwijl de warmte feitelijk is gedumpt.

Dat leidt tot de vraag hoe groot dit effect is. Uit theoretisch oogpunt kan het aantrekkelijk zijn om dit gedrag te vertonen als de elektriciteitsprijs zo hoog is dat het de moeite loont om de installatie in werking te nemen zonder dat de warmte wordt gebruikt. De warmte heeft dan geen waarde. De marginale kosten van het in bedrijf houden van de installatie moeten worden terugverdiend door de verkoop van elektriciteit¹⁹. Naarmate de vergoeding voor de CO₂-reductie hoger wordt, zal dit gedrag toenemen.

Om een beeld te krijgen van de economische aantrekkelijkheid van dit gedrag hebben we onderzocht wat de verkooptarieven zijn van elektriciteit op de APX, om deze te vergelijken met de marginale productiekosten van de installaties. Uitgaande van een bepaalde gasprijs is uit te rekenen wat de marginale opbrengsten van elektriciteit minimaal moeten zijn om piekscheren aantrekkelijk te maken. Vervolgens kan worden gekeken welk percentage van de tijd dit aantrekkelijk is en wat de invloed van een vergoeding voor CO₂-reductie hierop is.

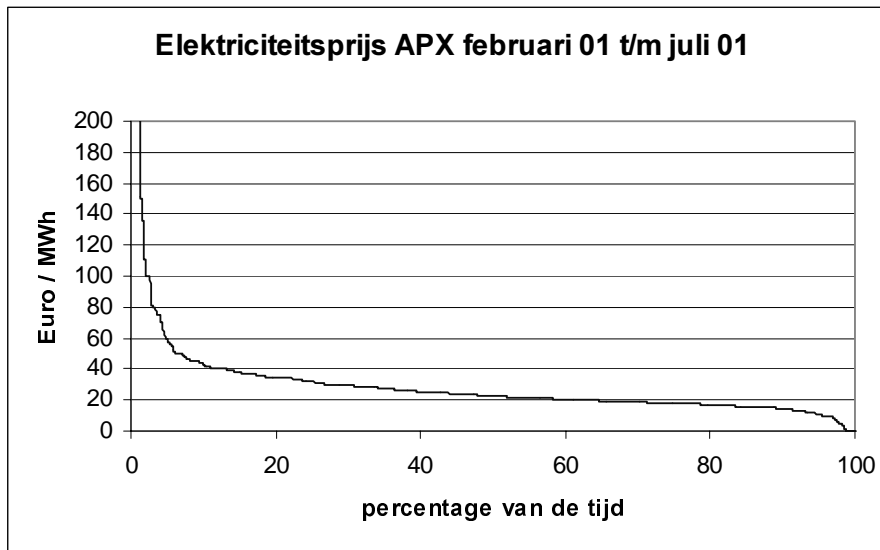
Voor de berekening van de prijs van elektriciteit op de APX zijn de prijzen die per uur voor elektriciteit werden betaald van de periode februari tot en met juli verzameld. Deze prijzen zijn gesorteerd op hoogte, om vervolgens in een grafiek uit te zetten welk percentage van deze periode van een half jaar deze prijzen golden. Dit geeft de volgende grafiek.

¹⁸ Met piekscheren wordt bedoeld dat als de prijs voor elektriciteit hoog is, de installatie wordt aangezet puur om elektriciteit te leveren, dit komt voor in de 'piek'uren als de vraag naar elektriciteit hoog is.

¹⁹ Het is ook mogelijk dat ook de verkoop van elektriciteit de marginale kosten van de installatie niet dekken, maar dat deze wordt aangezet om aan contractuele leveringsverplichtingen te voldoen. Binnen deze studie wordt hier niet naar gekeken, omdat dat los staat van de CO₂-index.



Figuur 2 Elektricitetsprijs APX als percentage van de tijd



In figuur 2 is bijvoorbeeld te zien dat 20% van de tijd de prijs van elektriciteit op de APX hoger was dan 35 Euro/MWh. Gedurende 1% van de tijd was de prijs hoger dan 200 Euro (maximum was 1 uur voor 1.201 Euro/MWh!), en enige uren is er geen handel geweest (einde van de curve).

Uitgaande van deze prijzen komen we op de volgende tabel.

Tabel 11 Berekening percentage warmtedumping

	Marginale prijs Euro/MWh zonder CO ₂ vergoeding	Marginale prijs Euro/MWh met CO ₂ vergoeding	Percentage van de tijd dat dit lonend is zonder CO ₂ vergoeding	Percentage van de tijd dat dit lonend is met CO ₂ vergoeding
WKK-gasmotor 1 MWe	48,82	42,98	7%	10%
WKK-gasturbine 10 MWe	53,26	47,14	6%	8%
WKK-STEG 50 MWe	39,95	31,64	13%	25%
WKK-STEG 250 MWe	35,15	26,51	18%	36%
WKK-STEG 250 MWe stoom	46,25	39,70	8%	13%

In tabel 11 zijn de warmtepomp en de biomassa WKK niet opgenomen. De warmtepomp levert geen elektriciteit en leent zich derhalve niet voor dumping en van de biomassa is geen brandstofprijs bekend.

Uit deze tabel blijkt dat door de vergoeding van de CO₂-index (er is hier het REB-vergoedingstarief gehanteerd) de prijs waarvoor elektriciteit kan worden verkocht, zonder dat de warmte nuttig wordt gebruikt daalt. Hierdoor neemt het aantal uren dat warmtedumping op kan treden toe.

Dat het mogelijk is wil niet zeggen dat dit ook gebeurt. De eerste reden hiervoor is dat de warmte evengoed nog nuttig kan worden ingezet, omdat hier alleen is uitgerekend voor welke elektriciteitsprijs dat niet meer hoeft. En ten tweede is hier een percentage van de tijd aangegeven. Als dit verdeeld over losse uren voorkomt (af en toe één uur) dan zal het ondoenlijk zijn om hiervoor de installatie op te regelen.

Deze cijfers zijn derhalve worst case.

Wel blijkt uit deze cijfers dat naarmate een installatie al voor een lagere prijs elektriciteit kan leveren het effect groter wordt. Dit komt omdat de installatie dan opereert in het vlakkere deel van de curve waar de relatieve verhouding tussen een prijsschommeling en het percentage van de tijd het grootst is.

De twee installaties waarvan de kans op piekscheren het grootst is (beide type WKK-STEG) hebben echter ook de grootste kans om te zijn aangesloten op een warmtenet, waardoor de warmte toch nuttig kan worden ingezet.



Literatuurlijst

Certificering van het CO₂-reductie meetproces van energiedragers, Kema Quality Nederland bv, 2001

EPL – Energie Prestatie op Locatie. Een nieuw besparingsinstrument bij de keuze van een nieuwe energievoorziening, CE, 1998

Fiscale vergroening en energie II. CPB, 2001

Fiscale vergroening : een verkenning van de fiscale mogelijkheden om het milieu te ontlasten, Werkgroep vergroening van het fiscale stelsel II, 2001

Handleiding bij toepassing van het energetisch rendement voor beleidstoepassingen. Kema, 2001

Kostenbepalende factoren voor het stadsverwarmingstarief van grootverbruikers. EnergieNed 1992

Kwaliteit gasmotoren in Nederland (concept). Gastec 2001

Levering van warmte aan glastuinbouwbedrijven : warmte/krachtcontracten en bedrijfseconomische aspecten, Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Landbouw-Economisch Instituut, 1996

Protocol Monitoring Duurzame Energie. Novem, 1999

Stimek & Stimep, regeling voor energiebesparing Energiebedrijven

Toekomst Warmtekrachtkoppeling, Verkenning van de economische aantrekkelijkheid in een geliberaliseerde energiemarkt. ECN, 1999

Uitvoeringsregeling subsidies CO₂-reductieplan, tekst van de regeling, 30 juni 1998/nr. WJA/JZ 98043171

Valuing Co-generation. The environmental effect of a large-scale co-generation plant in the Netherlands. CE, mei 2000



CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180
2611 HH Delft
tel: 015 2 150 150
fax: 015 2 150 151
e-mail: ce@ce.nl
website: www.ce.n

Uitwerking CO₂-index

Bijlagen

Rapport

Delft, oktober 2001

Opgesteld door: ir. P.B. Klimbie
ir. F.J. Rooijers
ir. M.I. Groot





A Gasprijzen

Tarieven aardgas grootverbruik 3e kwartaal 2001

Ieder kwartaal worden de aardgastarieven voor het grootverbruik aangepast.

De gastarieven voor het 3e kwartaal van 2001 bedragen per zone:

Tabel 12 Tarief in cent/eurocent per m³

Verbruikzone, in m ³	Basisprijs	Regulerende Energie Belasting	Verbruiksbelasting	Totaalprijs excl. BTW in cent per m ³	Totaalprijs excl. BTW in eurocent per m ³
A0, 0 - 800	47.882	26.500	2.280	76.662	34.788
A1, 801 - 5.000	47.882	26.500	2.280	76.662	34.788
A2, 5.001 - 170.000	47.882	12.380	2.280	62.542	28.380
B1, 170.001 - 1.000.000	36.747	2.300	2.280	41.327	18.753
B2, 1.000.001 - 3.000.000	36.747	nvt	2.280	39.027	17.710
C, 3.000.001 – 10.000.000	32.959	nvt	2.280	35.239	15.991
WKK, 0 - 10.000.000	31.774	nvt	2.280	34.054	15.453

Tarief

Het aardgastarief is gestaffeld opgebouwd. Dit wordt verduidelijkt in het onderstaande voorbeeld. Stel u verbruikt 177.000 m³ aardgas per kwartaal. Uw nota wordt als volgt opgebouwd (exclusief BTW): Over de eerste 5.000 m³ betaalt u f 0,76662 per m³. Over de volgende 165.000 m³ betaalt u f 0,62542 per m³. Over de resterende 7.000 m³ betaalt u f 0,41327 per m³. Voor verbruikers met een jaarafname groter dan 10 miljoen kubieke meters wordt een aparte gasprijs vastgesteld.

bron <http://www.intergas.nl/tariefgvb.html>



B Berekening REB-vergoeding per ton CO₂

Tabel 13 Berekening REB-waarde CO₂

CO ₂ inhoud gas	0,056 kg/Mjgas
Rendement elektriciteit ref.	54%
Deellastcompensatie	5%
CO ₂ -inhoud Mje	0,11 kg/Mje
CO ₂ -inhoud kWh	0,39 kgCO ₂ /kWh
REB-vergoeding 36o	4,27 ct/kWh
REB-vergoeding	10,87 ct/kgCO ₂
REB-vergoeding	4,93 Euroct/kgCO ₂
REB-vergoeding	49,31 Euro/ton CO ₂

Bij deze berekening is er van uitgegaan dat de REB-vergoeding volgens artikel 36o is bedoeld als premie voor het CO₂ vrij produceren van elektriciteit.



C Deelnemers bespreking CO₂-index

C.1 Deelnemers overleg

Dhr. M.C. Lugten	Cogen Projects
Dhr. G.E. Timmers	Vereniging van Afvalverwerkers
Dhr. P.R. Vellinga	Akzo Nobel
Dhr. R. de Reu	Senter
Dhr. A. van Buuren	AVEBE (Service Unit Facto)
Dhr. Spanninks	SCA
Dhr. J.G. Rodel	NUON
Dhr. J.J. Hof	EnergieNed
Dhr. T. Korten	VNO-NCW
Dhr. R. Cuelenaere	Ministerie van VROM
Dhr. Van der Weide	Novem
Dhr. E.G.B. Devilee	Ministerie van Financiën
Dhr. L.H. Knoester	Ministerie van Economische Zaken
Dhr. M. Geurts	Reliant Energy
Dhr. R.J. Schans	Cogen Projects
Mevr. V.C. Ortmanns	Vereniging voor Energie, Milieu en Water
Dhr. A. Spaninks	SCA Packaging De Hoop bv
Dhr. J.A.J. Schyng	DSM Services
Dhr. T. van Eck	Nuon
Dhr. M.P. Risseeuw	Akzo Nobel
Dhr. H. Davidse	Akzo Nobel
Dhr. M.C. Lugten	EMCC
Dhr. J.B.R.M. de Jong	Essent Energie
Dhr. G.J. Bakker	Cogen Projects
Dhr. P.B. Klimbie	CE
Mevr. M.I. Groot	CE



D Referentiekeuze van de branche

D.1 Referentiekeuze van de branche

De in dit rapport omschreven systematiek is enkele malen besproken met vertegenwoordigers van de WKK-branche (voor een overzicht van de deelnemers aan dit overleg zie bijlage B). De deelnemers aan dit overleg delen de gekozen systematiek voor de berekening van de CO₂, maar hebben zelf een ander voorstel voor de referentie voor elektriciteit. De verschillende opmerkingen worden hieronder weergegeven.

Waardering verschil tussen slechtste en de beste installatie

Een systematiek om de CO₂-prestaties van installaties te kunnen beoordelen is pas werkelijk 'eerlijk' als het hele spectrum van energie-installaties ermee wordt beoordeeld. Dit wil zeggen dat niet alleen een de positieve prestatie van de WKK t.o.v. een referentie moet worden beoordeeld, maar ook de negatieve van installaties die het slechter doen dan deze referentie. Alleen op deze wijze kan het totale verschil tussen de best opererende en de slechts opererende installatie worden gewaardeerd.

In principe is dit met de hier omschreven methodiek mogelijk, door deze toe te passen als een bonus/malusregeling. Iedere installatie die beter presteert dan de referentie wordt beloond, terwijl de installaties die slechter presteren worden belast. Als de malus zijde van de regeling vervalt, dan blijft het verschil te klein.

Concurrentie met basislast

De WKK-installaties leveren een bijdrage aan de basislast van de elektriciteitsvoorziening. Deze basislast wordt voor het grootste gedeelte geleverd door een mix van kolen-, kern- en gascentrales. Op de elektriciteitsmarkt moeten de WKK-installaties concurreren met de prijs voor elektriciteit van deze installaties, die vaak lager is.

De vertegenwoordigers van deze branche willen daarom ook wat CO₂-prestatie betreft worden vergeleken met de gemiddelde performance van deze basislast. Hierbij wordt wel aangegeven dat het reëel wordt gevonden dat alleen installaties met een goed rendement voor een stimuleringsregeling in aanmerking komen. Dit wordt als volgt uitgewerkt:

Voorstel

Er worden twee referenties voor elektriciteitsproductie gedefinieerd. Eén referentie is hoog en wordt gebruikt als instapreferentie. Alleen installaties die een hoger rendement hebben dan deze referentie komen in aanmerking voor een stimulering. Dit komt overeen met de in dit rapport voorgestelde methodiek.

De afwijking is de hantering van een tweede referentie, die wordt gebruikt voor de berekening van de CO₂-reductie. Deze tweede referentie ligt op het niveau van de gemiddelde basislastcentrales²⁰, waar de WKK mee concurreert. Het gevolg van het verlagen van de 'berekenningsreferentie' is dat het berekende verschil groter is dan bij een hoge referentie.

Een nadeel van deze werkwijze is dat STEG-installaties wél beter presteren dan de referentie, maar volgens de index niet in aanmerking komen voor

²⁰ Concreet wordt dit ingevuld met de waarde uit het Convenant Benchmarking Energie-Efficiency, hierbij wordt voor elektriciteitsproductie uitgegaan van 74,6 ton CO₂ / TJ.

een eventuele stimuleringsregeling. Dit leidt mogelijk tot concurrentievervalsing
Voor warmte worden geen wijzigingen voorgesteld.

Figuur 3 CO₂-berekening volgens voorstel CE en branche

