



# Energiestrategie Amsterdam 2040

Brug naar een duurzame energievoorziening

**Rapport**  
Delft, februari 2010

**Opgesteld door:**  
C. (Cor) Leguijt  
M.I. (Margret) Groot  
M. (Mart) Bles



# Colofon

## Bibliotheekgegevens rapport:

C. (Cor) Leguijt, M.I. (Margret) Groot, M. (Mart) Bles  
Energiestrategie Amsterdam 2040  
Brug naar een duurzame energievoorziening  
Delft, CE Delft, februari 2010

Energievoorziening / Duurzaam / Gemeenten / Gebouwde omgeving / Vervoer / Haven /  
Industrie / Duurzame energie /

Publicatienummer: 10.3116.10

Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam, Klimaatbureau  
Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl).

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

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft  
Committed to the Environment

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



# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1	Inleiding	6
1.2	De veranderende omgeving	7
1.3	Werkwijze	11
1.4	Leeswijzer	12
<b>2</b>	<b>Brug naar de toekomst</b>	<b>14</b>
2.1	Energiestrategie, brug naar de duurzame energievoorziening	14
2.2	Prognose van de CO <sub>2</sub> -emissies	14
2.3	Energieambitie gemeente Amsterdam	15
2.4	Koploperschap biedt kansen	17
2.5	Strategie op hoofdlijnen	18
<b>3</b>	<b>Gebouwde omgeving</b>	<b>22</b>
3.1	Inleiding	22
3.2	Woningen	24
3.3	Zakelijke gebouwen	31
<b>4</b>	<b>Schoon vervoer</b>	<b>38</b>
4.1	Inleiding	38
4.2	Strategie CO <sub>2</sub> -reductie bij 'Schoon vervoer'	40
4.3	Elektrisch vervoer	42
4.4	Bebouwde kom versus hoofdwegennet	42
4.5	Acties gemeente Amsterdam	44
<b>5</b>	<b>Haven en industrie</b>	<b>46</b>
5.1	Inleiding	46
5.2	'Energy Port'	47
5.3	Energie-efficiënte (proces)industrie	48
5.4	Acties voor de gemeente Amsterdam	48
<b>6</b>	<b>Duurzame energie en efficiënt fossiel</b>	<b>50</b>
6.1	Inleiding	50
6.2	Windenergie	51
6.3	Zon-PV	52
6.4	Warmtedistributie en warmtebronnen	53
6.5	Toekomst aardgasdistributie	56
6.6	Koude/warmteopslag (KWO)	56
6.7	Inzet van biomassa	57
6.8	Grootschalige elektriciteitsopwekking in en rond Amsterdam	57
6.9	CO <sub>2</sub> -afvang en -opslag (CCS)	58
6.10	Ontwikkeling van CO <sub>2</sub> -emissies per kWh elektriciteit	59



<b>7</b>	<b>Rol van de gemeente</b>	<b>60</b>
7.1	Inleiding	60
<b>8</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>62</b>
8.1	Conclusies	62
8.2	Aanbevelingen	64
	<b>Literatuurlijst</b>	<b>66</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>Acties gemeente Amsterdam</b>	<b>68</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>Details van de berekeningen</b>	<b>72</b>
B.1	Detailgegevens CO <sub>2</sub> -emissiereductie woningbouw	72
B.2	Detailgegevens CO <sub>2</sub> -emissiereductie kantoren	73
B.3	Ontwikkeling van CO <sub>2</sub> -emissies per kWh elektriciteit	73



# Samenvatting

Van overheden, zoals de gemeente Amsterdam, mag worden verwacht dat ze zorg dragen voor publieke belangen van burgers en bedrijven. Een betaalbare energievoorziening en het voorkomen van een klimaatcrisis zijn van die publieke belangen. Om dit soort belangen te behartigen moet ver vooruit worden gekeken. Gebouwen en energie-infrastructuren hebben immers lange levensduren. En grote veranderingen in energieketens komen geleidelijk, stap voor stap, tot stand. Daarom is er behoefte aan een lange termijn energiestrategie. Om richting te bieden aan de keuzes en ontwikkelingen op energiegebied in Amsterdam, om overzicht te bieden over de acties en maatregelen en om inbreng te leveren in de Structuurvisie Amsterdam en in toekomstige programma-akkoorden van nieuwe colleges. Deze richting en dit overzicht worden gegeven in deze Energiestrategie Amsterdam 2040. Het jaar 2040 is gekozen omdat dit ook het zichtjaar is van de Structuurvisie Amsterdam.

De urgentie van een fors energie- en klimaatbeleid is hoog. Het internationale IPCC<sup>1</sup> (IPCC, 2007) heeft in 2007 laten zien dat in 2050 CO<sub>2</sub>-emissiereducties van 80 tot 95% ten opzichte van de emissieniveaus in 1990 noodzakelijk zijn om de opwarming van de aarde binnen een nog veilig geachte bandbreedte te houden. De feiten sindsdien over de mondiale CO<sub>2</sub>-emissies en het smelten van ijskappen laten zien dat die IPCC-scenario's zelfs nog aan de optimistische kant waren. De gemeente Amsterdam heeft als ambitie om in 2040 de CO<sub>2</sub>-emissies op het grondgebied van de gemeente met 75% teruggedrongen te hebben ten opzichte van 1990, in lijn met de IPCC-aanbevelingen. Oftewel: een CO<sub>2</sub>-emissie van 1.034 kiloton in 2040. Die ambitie is fors maar noodzakelijk en passend bij de omvang en urgentie van het probleem. De ambitie is des te meer fors, omdat de CO<sub>2</sub>-emissies (en het energiegebruik) op het grondgebied van de gemeente in de periode 1990-2006 met 19% gestegen zijn door groei van de stad en van de economie. Het betekent dat het energie- en klimaatbeleid aanzienlijk aangescherpt moet worden om de transitie naar een duurzame energievoorziening te realiseren. Daarbij wordt ingezet op een uiteindelijk gehele verduurzaming van de energiestromen, volgens de Trias Energetica: reductie van het gebruik van energie, maximale opwekking van duurzame energie en zo efficiënt mogelijk opwekken van het resterend deel. De gemeentelijke organisatie geeft zelf het goede voorbeeld door in 2015 geheel klimaatneutraal te zijn.

De energiestrategie is niet alleen gestoeld op zorg over de dreigende mondiale klimaatcrisis, maar ook op sociaal beleid en op werkgelegenheid. Het tijdperk van goedkope fossiele brandstoffen loopt op zijn eind. Door het opraken van mondiale olievoorraden, maar ook doordat de prijs van CO<sub>2</sub>-emissies en de omschakeling naar duurzame energiebronnen in de energieprijzen doorberekend zullen worden, zullen de consumentenprijzen van energie naar alle waarschijnlijkheid gestaag blijven stijgen. Inzetten op energiebesparing en op duurzame energieopwekking betekent dus ook inzetten op acceptabele variabele woonlasten en op voorzieningszekerheid. Daarnaast levert de inzet op gebouwisolatie, op efficiënte gebouwinstallaties en op duurzame energiebronnen zoals zonnecellen en windmolens belangrijke werkgelegenheid in de regio op en ook aantrekkingskracht op innovatieve bedrijvigheid. De

---

<sup>1</sup> IPCC is het 'Intergovernmental Panel on Climate Change', een organisatie van de Verenigde Naties die als doel heeft om de risico's van klimaatverandering te evalueren.



energiestrategie 2040 is daarmee ook een verstandig sociaal en economisch beleid. Amsterdam kiest daarbij de rol van koploper; een partij die laat zien wat er kan en dat het kan, daarbij een beroep doend op burgers, bedrijven en andere overheden om dat voorbeeld te volgen.

De ambitie van 75% CO<sub>2</sub>-emissiereductie is uitgewerkt naar een visie op hoofdlijnen voor de sectoren Gebouwde omgeving (woningen en zakelijke gebouwen), Schoon vervoer, Havens en industrie en Duurzame energie en efficiënt fossiel. Voor de gebouwen in de stad is daarbij rekening gehouden met de prognoses uit de Structuurvisie Amsterdam voor sloop en nieuwbouw.

- Voor de gebouwen in de stad is zichtbaar gemaakt wat de CO<sub>2</sub>-emissies zouden zijn in 2040 als zowel bestaande als nieuwe gebouwen maximaal energie-efficiënt worden en daarnaast de elektriciteitsproductie grotendeels wordt verduurzaamd door opwekking van duurzame energie via wind en zon. Voor de gebouwen betekent dat dat de ambitie weliswaar in zicht komt maar nog niet wordt gehaald. Verdergaande innovaties en gedragsmaatregelen zijn nodig als de gebouwen naar evenredigheid zouden bijdragen aan het bereiken van het doel in 2040. Onder energie-efficiëntie van gebouwen vallen de keuzes voor klimaatneutrale nieuwbouw, forse efficiëntieverbetering van de bestaande bouw, stadsverwarming, koude/warmteopslag en inzet van zonne-energie. Voor de stadsverwarming zal als onderdeel van een innovatieagenda worden nagegaan hoe deze op termijn verduurzaamd kan worden (met inzet van opties als biomassa, zonnethermisch, geothermie en bodemwarmte).
- Voor Schoon vervoer is, naast de vele reeds in gang gezette maatregelen, ook de grootschalige omslag naar elektrisch personenvervoer (inclusief een verduurzaming van de elektriciteitsketen) nodig om de ambitie te realiseren.
- Voor de sector Haven en industrie wordt ingezet op verhogen van de energie-efficiëntie bij het energiegebruik, het sluiten van kringlopen, het verleggen van goederenstromen naar rail en water en het vergroenen van de ICT-sector. En daarnaast vooral ook op de positie van de haven als 'energy port'. Met maximale ruimte voor de opwekking van wind- en zonne-energie, nagaan wat de mogelijkheden zijn voor (duurzame) biomassatoepassingen en de productie van elektriciteit en warmte door het AfvalEnergieBedrijf.
- Op het gebied van Duurzame energie en efficiënt fossiel zet de gemeente in op verduurzaming van de energieketens. Windenergie wordt versneld toegepast, vooral in de haven in Amsterdam Noord. Elektriciteitsopwekking uit zonlicht heeft grote potenties, Amsterdam bereid zich voor op de grootschalige inpassing daarvan na 2020. In 2040 zal 50% van de elektriciteitsvraag in de stad duurzaam worden opgewekt binnen de stadsgrens. Slimme energie-infrastructuur is nodig om de inzet van duurzame energie te optimaliseren. Koude/warmteopslag en (groene) stadswarmte vormen het belangrijkste transitiepad voor verduurzaming van de warmtevraag in gebouwen.

De belangrijkste eerste stap voor deze Energiestrategie Amsterdam 2040 is nu om deze door te discussiëren met in eerste instantie de gemeentelijke diensten en de stadsdelen en in tweede instantie de burgers en bedrijven, zodat de strategie breed gedragen gaat worden. Dit draagvlak is belangrijk omdat de keuzes die de stad op energiegebied moet maken uiteindelijk iedere burger en ieder bedrijf in de stad zullen raken.

Na afronding van deze consultatieronde kan de agenda klimaat & energie voor 2010-2014 ingevuld worden.

# 1 Inleiding

## 1.1 Inleiding

De goedkope fossiele energie en grondstoffen raken op, het klimaat verandert, de aarde raakt vervuild, de ene crisis vormt de opmaat tot de andere. Dit zijn grote mondiale problemen waaraan op alle niveaus aan oplossingen gewerkt moet worden. Simpele, goedkope en eenvoudige technische oplossingen zijn er helaas niet. Duurzame energieopwekking kost immers schaarse ruimte; inzet van biomassa voor energiedoelinden kan ten koste gaan van de voedselvoorziening en leiden tot kap van tropisch regenwoud en daarmee samenhangende CO<sub>2</sub>-emissies; en forse vermindering van energiegebruik levert draagvlakproblemen op bij burgers en bedrijven die zich in hun vrijheid beknot voelen. Niets doen is echter geen optie. Klimaatverandering bedreigt immers ook de mondiale voedselvoorziening, zeespiegelstijging vormt een bedreiging voor de grote wereldsteden en het opraken van fossiele energie en grondstoffen vormt een bedreiging voor de economie en voor de (westerse) leefstijl. De oorzaken en de problemen zijn niet gelijk verdeeld over de wereld, waardoor het onderwerp ook samenhangt met discussies over migraties en over een meer gelijke verdeling van welvaart.

In plaats van de nadruk te leggen op bedreigingen en risico's, kan ook de nadruk worden gelegd op kansen. Een economische crisis kan bijvoorbeeld ook worden gezien in het licht van behoud van bodemschatten, van tropisch regenwoud en een stabiel klimaat. En een investering in duurzame energiebronnen kan gezien worden als een risicovolle economische beslissing, maar ook als een zinvolle investering in een duurzame toekomst en in de economie.

Amsterdam kiest voor die duurzame toekomst en voor de duurzame energievoorziening die daarbij hoort. Een toekomst met langdurige beschikbaarheid van duurzame energie, met geopolitieke onafhankelijkheid op energiegebied en met economische kansen.

In deze energiestrategie wordt uiteengezet wat de energieambities van de gemeente Amsterdam zijn, hoe dat doel eruit ziet en wat de brug is die heden en toekomst met elkaar verbindt. Energiestrategie Amsterdam 2040: brug naar een duurzame energievoorziening.

Om de strategie van de gemeente Amsterdam goed te kunnen beschrijven moet echter eerst de (beleids)omgeving worden geschetst. Die zal richting 2040 immers ook veranderen.

De gemeente Amsterdam heeft al een energiedoelstelling voor het jaar 2025 geformuleerd, om in dat jaar 40% minder CO<sub>2</sub> uit te stoten dan in het peiljaar 1990<sup>2</sup>. Is een doel in 2040 dan wel nodig? Jazeker! In 2025 zal de samenleving volop bezig zijn met de grootschalige verandering van de energievoorziening, een proces dat ook bekend staat als de energietransitie. Veel kapitaalinvesteringen in bijvoorbeeld gebouwen en energie-infrastructuur hebben levensduren van vele decennia. Zonder lange termijn visie ontstaan daardoor risico's op zogenaamde 'lock-in' investeringen die niet passen in de lange termijn ontwikkeling en remmend werken op die ontwikkeling.

---

<sup>2</sup> De CO<sub>2</sub>-emissie in 1990 was 4.134 kton (CE, 2009b). Het doel in 2025 is 40% minder: 2.480 kton.



Systeemveranderingen vragen om een lange termijn visie, met een bijbehorende strategie. De systeemverandering zal zonder uitzondering iedereen raken. Het is daarom belangrijk om het oog op de toekomst te houden en het jaar 2025 is daarvoor al te dichtbij. Vandaar dat gekozen is voor 2040, in aansluiting bij de Structuurvisie Amsterdam 2040.

## 1.2 De veranderende omgeving

Niet alleen Amsterdam voert energie- en klimaatbeleid en zet lijnen uit naar de toekomst, dat doen ook andere overheden, zoals de nationale overheid en de EU. Ook mondiaal worden bindende afspraken gemaakt over emissie-reducties van broeikasgassen. Wat betekent dat voor de inspanning van de gemeente Amsterdam?

### 1.2.1 Ontwikkeling naar een duurzame energievoorziening

Het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) gaat uit van een reductie van broeikasgassen van 80-95% in het jaar 2050 (t.o.v. 1990) voor de ontwikkelde landen<sup>3</sup>.

De ontwikkeling van de energievoorziening zoals die de gemeente voor ogen staat is verbeeld in Figuur 1. Daarin is de overgang aangegeven van de huidige 'fossiele' energieketens naar een energievoorziening die bestaat uit duurzame energieketens<sup>4</sup>. De stijging van de energievraag neemt af door enerzijds mondiale crises en anderzijds door toenemende energie-efficiëntie, al dan niet afgedwongen door overheidsmaatregelen. Om de CO<sub>2</sub>-emissies in de overgangperiode binnen de noodzakelijke perken te houden wordt een techniek als opvang en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS) landelijk ingezet als tijdelijke maatregel.

Het beeld van Figuur 1 wordt overigens niet door iedereen gedeeld. Er zijn ook partijen die pleiten voor een toekomst op basis van fossiele energiebronnen in combinatie met CCS. De gemeente Amsterdam kiest echter bewust voor duurzaam, omdat de fossiele route zorgt voor toenemende afhankelijkheid van het buitenland op energiegebied, met stijgende brandstofprijzen. Terwijl de energieopwekkingskosten in de duurzame route juist steeds verder dalen. In de woorden van Al Gore: kiezen we voor een toekomst waarin meer en meer geld naar landen stroomt die beschikken over fossiele brandstofvoorraden en waarbij de prijzen daarvan steeds hoger worden of voor een toekomst waarin we inzetten op duurzame energie, waarvan de productie zorgt voor werkgelegenheid en waarvan de prijzen juist steeds lager worden?

---

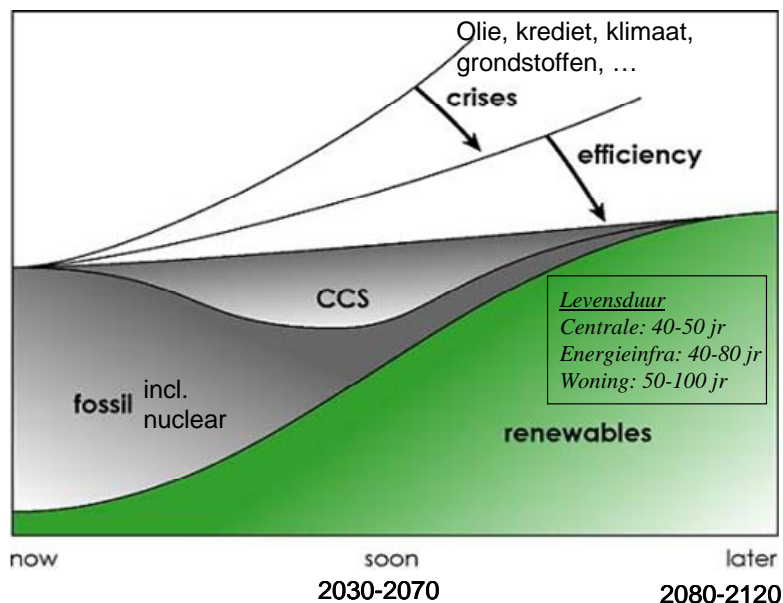
<sup>3</sup> Bron: rapport IPCC-werkgroep III, 2007; <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter13.pdf>.

<sup>4</sup> Ook het Nederlandse Energietransitieprogramma van de Rijksoverheid hanteert een soortgelijk toekomstbeeld: 'Bedrijfsleven, overheid, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties zetten zich gezamenlijk in om ervoor te zorgen dat de energievoorziening in 2050 duurzaam is.' Bron: [www.energietransitie.nl](http://www.energietransitie.nl).





Figuur 1 Verbeelding van de globale ontwikkeling van de energievoorziening van de huidige 'fossiele' energieketens naar duurzame energieketens



Bron: CE Delft.

### 1.2.2 Veranderend energie- en klimaatbeleid bij EU en het Rijk

Voor de CO<sub>2</sub>-emissies op het grondgebied van de gemeente betekenen de inspanningen op dat gebied van het Rijk en de EU: wind in de rug. De door andere overheidslagen ingezette beleidsinstrumenten, zowel de stimulerende (zoals subsidies voor duurzame energie) als de verplichtende (zoals de EPC voor nieuwbouw, het EU ETS voor de energie-intensieve industrie en de elektriciteitsproducenten, of emissienormen voor auto's) en de beprijzingen (zoals de energiebelasting) werken immers ook op het grondgebied van de gemeente Amsterdam. Ze zijn echter natuurlijk niet specifiek op Amsterdam gericht en ook gaat de implementatie niet 'vanzelf'.

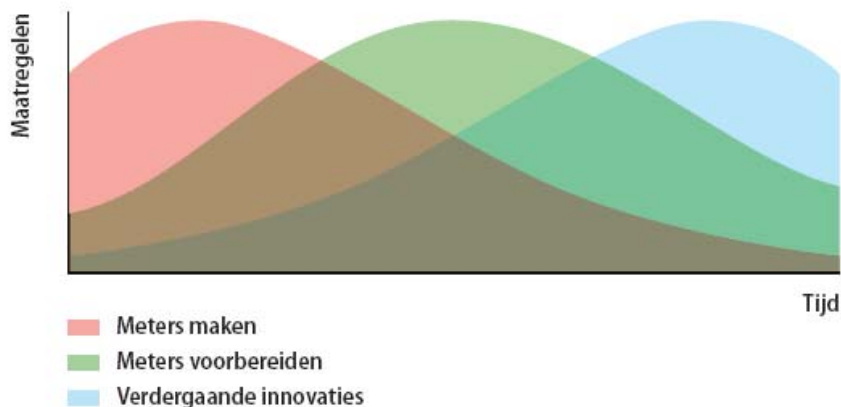
### 1.2.3 Lokale overheden: Amsterdam

Het behalen van nationale doelen op het gebied van energiebesparing en duurzame energie komt neer op het uitvoeren van talloze lokale acties die bij elkaar opgeteld zorgen voor het op nationaal niveau beoogde volume. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het vergroten van de energie-efficiëntie in bestaande bouw en in nieuwbouw, of aan het opwekken van duurzame elektriciteit met windmolens en zonnepanelen. Lokale overheden kunnen belangrijke randcondities scheppen en drempels wegnemen, bijvoorbeeld in de ruimtelijke ordening. En ook is er behoefte aan koploperpartijen die laten zien wat er mogelijk is en ontwikkelingen aanjagen. Juist lokale overheden zijn goed in staat om zelf die koploperrol te vervullen of om andere koploperpartijen te mobiliseren en een steun in de rug te geven. Op die manier ontstaat een belangrijke wisselwerking tussen lokaal en nationaal beleid. Tot slot biedt de grootstedelijke omgeving van Amsterdam specifieke mogelijkheden, zoals grootschalige stadswarmte en het openbaar vervoer met de metro en de tram, die voor kleinschaliger en/of minder dicht bebouwde gebieden niet rendabel zijn. Juist voor grootstedelijke omgevingen is het bijvoorbeeld van belang om lange termijn keuzes te maken over de ontwikkeling van energie-infrastructuur en vervoerinfrastructuur.

Dat andere overheidsniveaus zorgen voor 'wind in de rug' is dus allerm minst reden voor Amsterdam om met de armen over elkaar af te wachten, nog los van het feit dat een koploperpositie ook kansen biedt.

Aanscherpingen van beleid zullen stapsgewijs gaan. In het werkprogramma Schoon en Zuinig van het huidige Kabinet (VROM, 2007) wordt daartoe onderscheid gemaakt in 'meters maken', 'meters voorbereiden' en 'verdergaande innovaties, zie Figuur 2.

Figuur 2 Meters maken, meters voorbereiden en verdergaande innovaties

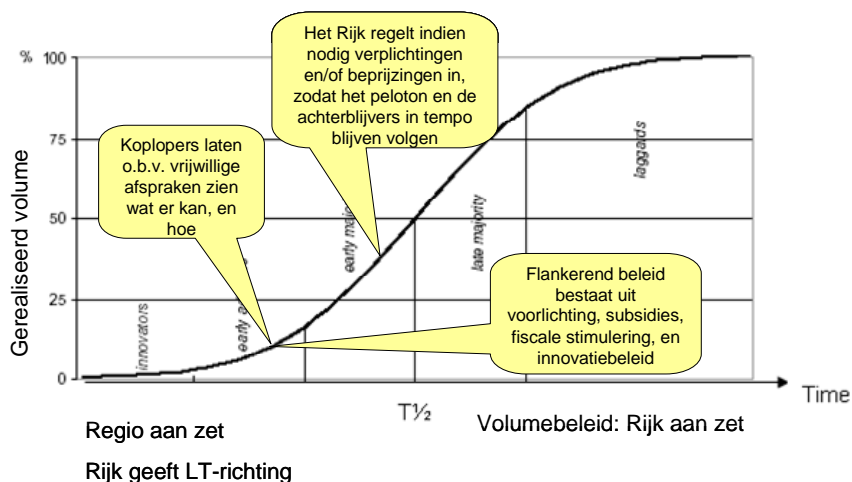


Bron: Werkprogramma Schoon en Zuinig (VROM, 2007).

Het gaat daarbij zowel om de verschillende soorten technieken die kunnen worden ingezet (de wat-vraag) als om de verschillende soorten beleid die worden ingezet om de doelen te bereiken (de hoe-vraag).

Voor elke nieuwe ontwikkeling zullen allereerst koplopers in beweging moeten worden gebracht met verleiding en stimulering, waarna 'het peloton' zal volgen (met de benodigde verplichting of aankondiging daarvan). In Figuur 3 is de wisselwerking tussen lokaal overheidsbeleid en nationaal overheidsbeleid verbeeld.

Figuur 3 Effectief volumebeleid wordt voorafgegaan door beleid gericht op koplopers



Amsterdam kiest als strategie voor de rol van koploper bij het zorgen voor draagvlak en het implementeren van de noodzakelijke maatregelen. Zie paragraaf 2.4 voor een bespreking van de kansen die dat oplevert. Amsterdam laat zien dat het kan, daarbij gebruikmakend van de mogelijkheden die een grootstedelijke omgeving biedt. Zodat de nationale overheid en waar nodig de EU kunnen volgen met de (economische en juridische) instrumenten die nodig zijn om te zorgen dat iedereen mee gaat doen. De gemeentelijke organisatie geeft zelf het goede voorbeeld door al in 2015 volledig klimaatneutraal te zijn.

#### 1.2.4 Veranderende energieprijzen

Aparte aandacht verdient de prijsontwikkeling van energie, mede omdat die consequenties heeft voor betaalbare (woon)lasten voor burgers en bedrijven. De prijsontwikkeling van energie kent grote onzekerheden. Die hangen samen met onzekerheden in de prijsontwikkeling van brandstoffen, van CO<sub>2</sub>-prijzen, van belastingen en van nettarieven. De algemene verwachting is dat in ieder geval de meeste brandstofprijzen zullen stijgen de komende decennia (mede vanwege de stijgende vraag uit landen als China en India en door achterblijvende productiecapaciteit), alsook de prijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten. Ook zullen de kosten van de subsidies voor duurzame energie, die nu nog via de overheidsbegroting gaan, worden vervangen door een systeem waarbij de bekostiging via een opslag op de energietarieven loopt. Dit alles leidt tot stijgende verkoopprijzen. In welk tempo dat zal gebeuren en wat dat precies betekent voor de consumentenprijzen is onmogelijk met veel zekerheid te voorspellen. Het algemene beeld voor de lange termijn is: geleidelijke prijsstijgingen van energie 'uit het net'. In Figuur 4 is dat weergegeven door het feitelijk verloop van de consumentenprijzen van energie te extrapoleren met een prijsstijging van +1% en +3% per jaar<sup>5</sup>.

Aan de andere kant is er nog de nodige technologische winst te boeken bij de kosten van energieopwekking en conversie. Door innovaties dalen de kosten en ook door schaalvergroting aan de productiezijde bij duurzame technieken als zonnecellen en windturbines. Bij nog niet uitontwikkelde technieken zoals zonnecellen is die kostendaling (ook wel bekend als de 'leercurve') relatief groot, waardoor op termijn de kosten van elektriciteit uit zonnecellen onder de kosten van elektriciteit 'uit het net' komen te liggen<sup>6</sup>.

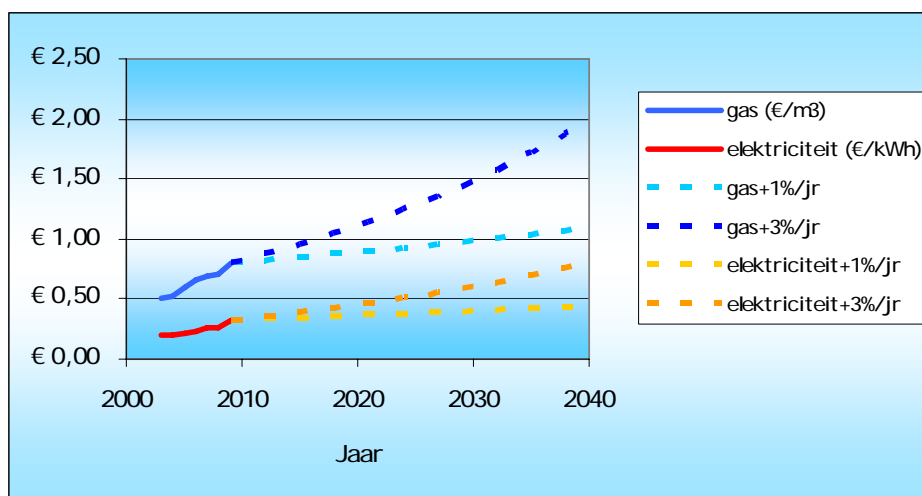
---

<sup>5</sup> De percentages betreffen inschattingen om het effect te laten zien, en zijn niet gebaseerd op geformaliseerde scenariostudies.

<sup>6</sup> Voor elektriciteit uit zonnecellen wordt dat punt voor Nederland rond het jaar 2020 verwacht (voor 'kleingebruikers').



Figuur 4 Ontwikkeling van de energietarieven voor consumenten in Nederland (incl. BTW, energiebelasting en transportkosten) voor gas (prijs per m<sup>3</sup>) en elektriciteit (prijs per kWh). Gegevens tot 2009 zijn feitelijk (bron: CBS Statline). Voor de periode na 2009 is een prijsontwikkeling van respectievelijk +1% en +3% per jaar getoond

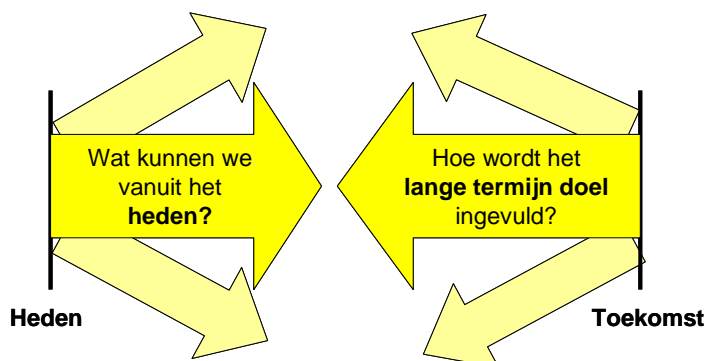


### 1.3 Werkwijze

De energiestrategie is opgedeeld naar vier hoofdsectoren: Gebouwde omgeving, Schoon vervoer, Haven en industrie en Duurzame energie en efficiënt fossiel. Voor die sectoren is gekozen omdat ze aansluiten bij het bestaand beleid en de gemeentelijke organisatiestructuur, waardoor de beschreven strategie goed herkenbaar is. Bij de eerste drie hoofdsectoren wordt vooral ingegaan op de energie*vraagzijde*. In het hoofdstuk 'Duurzame energie en efficiënt fossiel' wordt met name ingegaan op de aanbodzijde en wordt bijvoorbeeld nagegaan welk deel van het elektriciteitsgebruik binnen de gemeente kan worden opgewekt met duurzame bronnen binnen de gemeentegrens.

Er wordt steeds vanuit twee gezichtspunten gewerkt. Er wordt verkend welke aanknopingspunten er zijn en welke grote stappen er gezet kunnen worden richting 2040. Van daar uit wordt teruggedeneerd naar de benodigde acties, die in de tijd worden uitgezet. Op die manier wordt een stevige brug van het heden naar de gewenste duurzame energietoekomst geslagen.

Figuur 5 De brug slaan tussen het denken vanuit twee gezichtspunten: van toekomst naar heden en van heden naar toekomst



## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt de noodzaak en de urgentie toegelicht van het formuleren van een energiestrategie voor het jaar 2040. In hoofdstuk 1 worden ook de veranderingen in de beleidsomgeving beschreven. In hoofdstuk 2 wordt vervolgens de energiestrategie van de gemeente Amsterdam op hoofdlijnen geformuleerd.

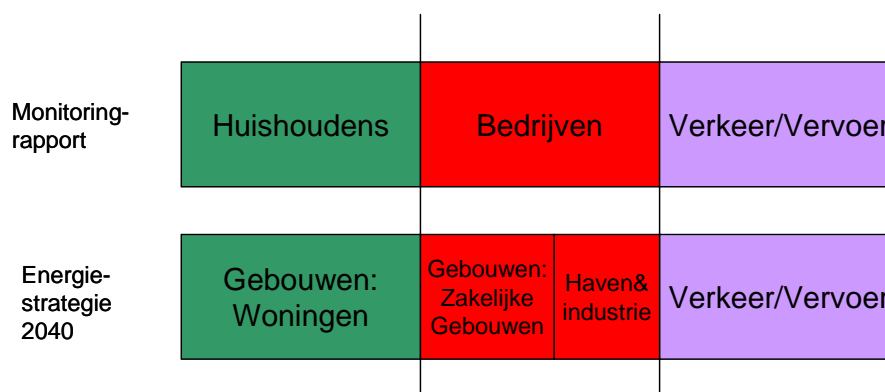
In de hoofdstukken 3, 4, 5 en 6 wordt de energiestrategie voor de vier hoofdsectoren beschreven: respectievelijk Gebouwde omgeving, Schoon vervoer, Haven en industrie en Duurzame energie en efficiënt fossiel. De eerste drie hoofdsectoren betreffen vooral de vraagzijde van de energieketens en de vierde vooral de aanbodzijde. Daarbij wordt per hoofdsector steeds ingegaan op wat er al bereikt en onderweg is en welke acties de gemeente Amsterdam nog zal gaan ondernemen om tot het beoogde doel te komen. Details van berekeningen zijn in bijlages opgenomen, alsmede een handzaam overzicht van alle benoemde acties.

De CO<sub>2</sub>-emissiereducties in hoofdstukken 3 tot en met 6 moeten worden gezien als verkenningen van de grote stappen die mogelijk zijn richting 2040. Steeds is gekeken of het per sector of deelsector mogelijk is om het gemiddelde ambitieniveau voor 2040 te halen. Het is de bedoeling om dit in een later stadium verder te verfijnen en daarbij maatregelpakketten samen te stellen die mede gebaseerd zijn op (maatschappelijke) kosteneffectiviteiten. Daarbij kan wellicht blijken dat de ene deelsector bij eenzelfde kosteneffectiviteitsgrens meer kan doen dan de andere.

In hoofdstuk 7 wordt de beleidsrol van de gemeente beschreven en de voorbeeldrol van de gemeentelijke organisatie. Het stuk eindigt met conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 8.

De indeling in hoofdsectoren die in deze Energiestrategie 2040 wordt gehanteerd wijkt voor het onderdeel 'bedrijven' af van de indeling die in de monitoringsrapportage van Klimaatbureau Amsterdam wordt aangehouden. Die laatste is gestoeld op de beschikbare monitoringscijfers. De samenhang tussen beide sectorindelingen staat weergegeven in Figuur 6.

Figuur 6 Samenhang tussen sectorindeling in de monitoringsrapportage van Klimaatbureau Amsterdam en in deze Energiestrategie 2040



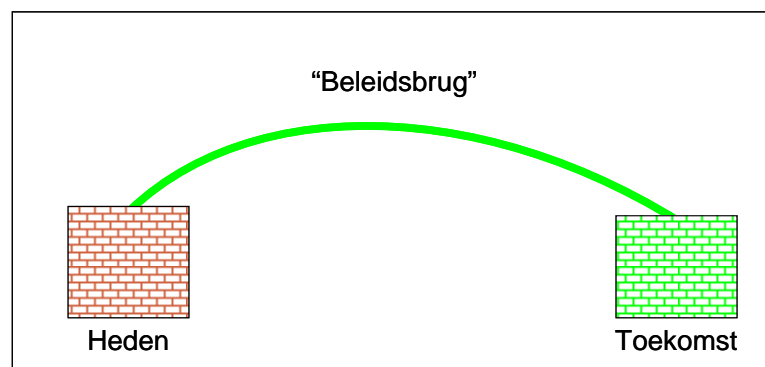


# 2 Brug naar de toekomst

## 2.1 Energiestrategie, brug naar de duurzame energievoorziening

De Energiestrategie Amsterdam 2040 is het plan waarmee Amsterdam de brug naar de toekomstige duurzame energievoorziening slaat en de benodigde CO<sub>2</sub>-emissiereductie wil realiseren. Van een brug naar de toekomst mag verwacht worden dat deze sterk genoeg ontworpen en gebouwd is om aan de overkant te komen; een echte brug wordt immers ook niet ontworpen op 'gemiddelde belastingen', maar daarbij wordt gekeken wat de brug maximaal veilig moet kunnen dragen.

Figuur 7 Energiestrategie: stabiele brug naar de duurzame toekomst



Om die brug te kunnen ontwerpen moet allereerst worden nagegaan hoe groot de kloof is die dient te worden overspannen. Die is afhankelijk van de ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-emissies sinds 1990 en van de ambitie van de gemeente Amsterdam in 2040.

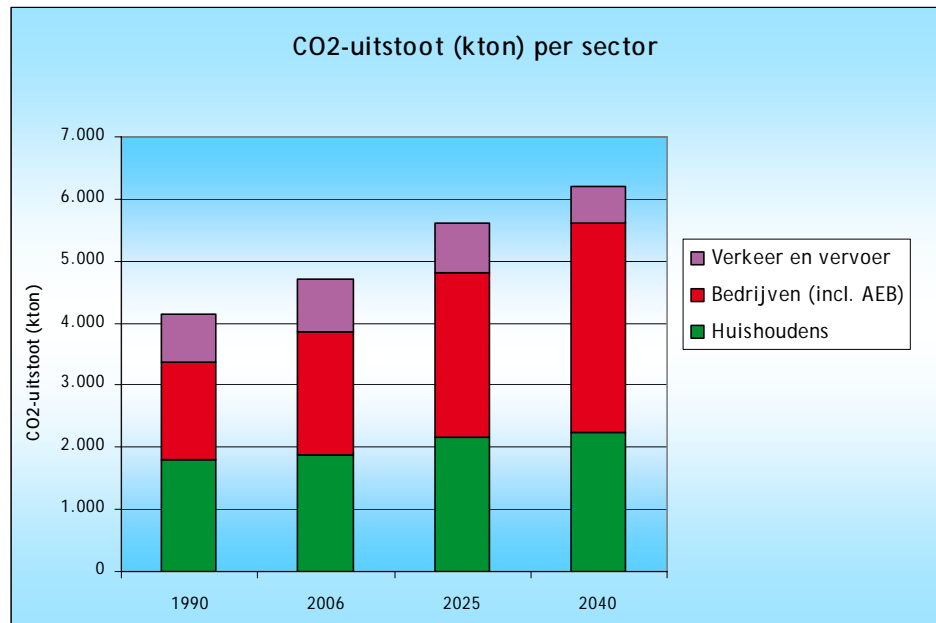
## 2.2 Prognose van de CO<sub>2</sub>-emissies

In het Bouwstenenrapport en de recente update daarvan (CE, 2007 en CE, 2009b) staan de CO<sub>2</sub>-emissies op het grondgebied van de gemeente Amsterdam becijferd voor de jaren 1990 en 2006, met een prognose op basis van 'business as usual' voor 2025. De cijfers zijn gegeven voor huishoudens, bedrijven en voor verkeer en vervoer<sup>7</sup>. In Figuur 8 is de prognose voor 2025 verder geëxtrapoleerd naar 2040. Natuurlijk is dat geen realistische voorspelling, er wordt immers wèl extra klimaat- en energiebeleid gevoerd, zowel op gemeentelijk als op nationaal en internationaal niveau. Belangrijk is dat de CO<sub>2</sub>-emissies in 2006 circa 19% hoger waren dan in 1990. De reductiedoelstellingen zijn geformuleerd ten opzichte van de emissies in 1990; de stijging tussen 1990 en 2006 komt dus nog bovenop de reductieambities t.o.v. 1990. Terwijl er tussen 1990 en 2006 al veel is gedaan aan reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies in Amsterdam. Zonder al die inzet zouden de huidige emissies inmiddels nóg hoger zijn en zonder aanvullend fors

<sup>7</sup> De emissies van centrale elektriciteitsproductie zijn daarbij toegerekend aan het elektriciteitsgebruik, en niet aan het productieproces in de energiecentrales.

energie- en klimaatbeleid van alle overheidsniveaus zouden de emissies nog veel verder groeien in de toekomst. Dat is wat tot uitdrukking wordt gebracht met Figuur 8. De groei van de emissies komt voor een belangrijk deel voort uit de groei van de stad (meer woningen en meer zakelijke gebouwen) en de groei van de bedrijvigheid (met name bij de handel en diensten). De belangrijkste groei is in de sector Bedrijven.

Figuur 8 Amsterdamse CO<sub>2</sub>-emissies in 1990 en 2006 met prognose ('business as usual') voor 2025 en verdere extrapolatie naar 2040, voor verkeer en vervoer, bedrijven en huishoudens



Voor de prognoses in Figuur 8 zijn landelijke trendcijfers gehanteerd uit het 'Strong Europe'-scenario van ECN/PBL, met correcties waar nodig voor Amsterdam (zie CE, 2007). Belangrijk daarbij is dat de trends voor de gebouwde omgeving in het scenario *gecombineerde* effecten bevatten van nieuwbouw, sloop en efficiëntieverbetering. Dat maakt dat CO<sub>2</sub>-effecten van maatregelen als efficiëntieverbetering in de bestaande bouw, of van klimaatneutrale nieuwbouw, alleen met de nodige aannames zijn af te zetten tegen de prognoses.

### 2.3 Energieambitie gemeente Amsterdam

De gemeente Amsterdam maakt werk van duurzaamheid in energiegebruik en van de aanpak van het klimaatprobleem. Concreet: de gemeente heeft zich ten doel gesteld om de CO<sub>2</sub>-emissies ten gevolge van het energiegebruik in de stad met 40% teruggebracht te hebben in het jaar 2025, gerekend ten opzichte van de emissies in het peiljaar 1990. De acties, plannen en monitoring hiervoor worden op hoofdlijnen gecoördineerd door het Klimaatbureau Amsterdam. Het betreft vele beleidsterreinen, van duurzame energie tot energiebesparing in de bestaande gebouwde omgeving en van klimaatneutrale nieuwbouw tot elektrisch vervoer.

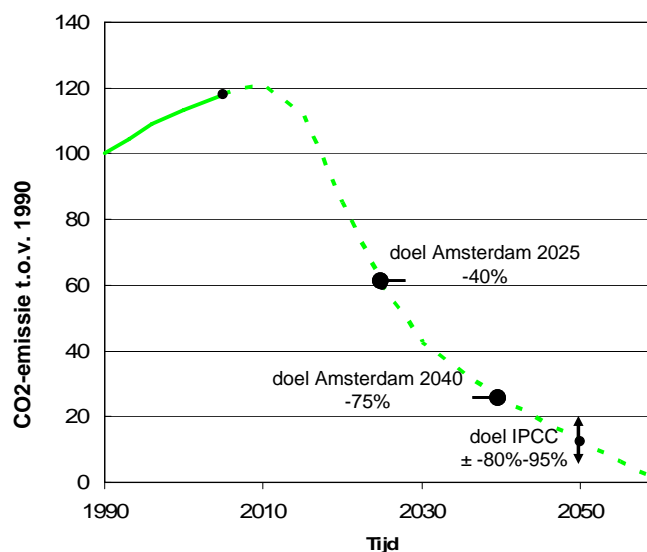
De mogelijkheden en de doelstelling voor 2025 zijn verkend in het Bouwstenenrapport (CE, 2007). Vervolgens zijn op vele terreinen nadere plannen opgesteld en in gang gezet. Om overzicht te houden over - en richting



te geven aan - al deze ontwikkelingen, is deze overkoepelende Energiestrategie opgesteld. Het zichtjaar voor deze Energiestrategie is 2040. De Energie-strategie 2040 levert allereerst input voor de Structuurvisie, maar dient ook om inzicht en overzicht in de samenhang van het energie- en klimaatbeleid van Amsterdam te verschaffen en als input voor de programakoorden van nieuwe College's. Om die reden is ook gekozen voor een goed herkenbare sectorindeling voor deze energiestrategie<sup>8</sup>.

De Energiestrategie 2040 is geen op zichzelf staand beleidsdocument, maar maakt integraal onderdeel uit van een set van belangrijke beleidsdocumenten waarmee Amsterdam de toekomst tegemoet wil gaan.

Figuur 9 CO<sub>2</sub>-reductiedoelen in tijdsperspectief (emissie 1990 is op 100 gezet)



En ook 2040 vormt geen eindpunt. Wel zal de energiehuishouding van de samenleving dan drastisch anders zijn dan nu. In 2040 zal de samenleving immers al vergevorderd zijn in 'de energietransitie'. Dat vergt grote aanpassingen over de gehele energieketens, zowel aan de gebruikerszijde, aan de infrastructuren, als aan de productiezijde. Veel meer dan in het Bouwstenenrapport 2025 het geval was, moet dan ook voor het zichtjaar 2040 terdege rekening worden gehouden met de veranderde energieomgeving waarin Amsterdam zich dan bevindt. Gezien de lange levensduren van gebouwen, energiecentrales en (energie)infrastructuur is het zaak om nu al terdege rekening te houden met die toekomst. Een toekomst die, in termen van de levensduur van bijvoorbeeld gebouwen, immers al dichtbij is.

In de brochure 'Amsterdam in 2020. Duurzame kansen, duurzame toekomst' (Amsterdam, 2009a) wordt als streefdoel voor het Amsterdamse klimaatbeleid een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 70-80% genoemd voor het jaar 2040 (ten opzichte van de emissies in 1990). In de Energiestrategie 2040 is de ambitie op -75% gesteld. Oftewel: een CO<sub>2</sub>-emissie van 1.034 kton in 2040.

<sup>8</sup> Een alternatief was bijvoorbeeld geweest om de energiestrategie op te bouwen op basis van (verduurzaming van) energieketens, in plaats van op basis van energievraag per sector.



## 2.4 Koploperschap biedt kansen

Het ligt in de Amsterdamse aard en cultuur om ervoor te kiezen om koploper te zijn en te zorgen dat er wat gebeurt. Dat is niet alleen om een aandeel te leveren in het oplossen van de mondiale klimaatcrisis en vanwege het schrikbeeld van zeespiegelstijgingen op de lange termijn. Niets doen is geen optie. Maar de inzet is ook nodig vanuit sociaal beleid, leefbaarheid en regionale werkgelegenheid. De verwachting is dat energieprijzen zullen stijgen en dat prijzen en leveringszekerheid ook onvoorspelbaarder zullen worden naarmate brandstoffen schaarser worden en de Europese Unie voor een steeds kleiner deel in de eigen behoeftes kan voorzien. Kiezen voor energiebesparing, energie-efficiënte en duurzame energie is daarmee ook een robuuste strategische keuze waarmee de stad onafhankelijker wordt van allerlei externe risico's. Dit vormt dus een belangrijk toekomstig vestigings-voordeel.

Met het stijgen van energieprijzen stijgen ook de integrale (woon)lasten, *tenzij* gebouwen energiezuiniger worden. En dat is precies waar op wordt ingezet: energie-efficiënte gebouwen. De isolatie- en installatiewerkzaamheden die daarvoor nodig zijn leveren veel lokale werkgelegenheid op. Hetzelfde geldt voor de plannen voor duurzame energieopwekking in de stad, met onder andere zonnecellen. Meer techniek in en op gebouwen betekent ook meer onderhoud met bijbehorende blijvende werkgelegenheid. De plannen voor elektrisch vervoer tenslotte, leveren niet alleen energiebesparing op maar zorgen ook voor schonere lucht en voor minder lawaai. De hele energietransitie en de koploperspositie die Amsterdam daarin kiest zal ook innovatieve bedrijvigheid naar de regio lokken<sup>9</sup>.

Koplopers lopen ook risico's, ten opzichte van afwachtende partijen en partijen die op het vinkentouw zitten en inspringen op het moment dat ontwikkelingen succesvol blijken te zijn. Risico's zijn er bijvoorbeeld op het vlak van mogelijk te hoge kosten en op het vlak van kiezen voor een route die uiteindelijk een dood spoor blijkt te zijn. De gemeente is zich hier van bewust. Ontwikkelingen komen echter niet tot stand zonder koplopers. En de ontwikkeling zoals die in deze energiestrategie beschreven staat betreft een dermate lange termijn transitie dat wachten totdat er zekerheid is ook geen optie is om de doelen van Amsterdam te realiseren: een schone, leefbare en betaalbare stad te blijven met een krachtige economie. Met andere woorden: koploperschap is nodig en de inherente risico's daarvan zijn onderkend.

---

<sup>9</sup> Zie o.a. het rapport 'Duurzaamheid - Economische kans voor de Metropoolregio Amsterdam', KvK Amsterdam, Gemeente Amsterdam, ORAM, februari 2008.



#### Werkgelegenheidseffecten

Harde cijfers over werkgelegenheidseffecten van investeringen in duurzame bronnen als zon en wind en in gebouwefficiëntie en warmtelevering, zijn moeilijk te vinden. Maar er is wel onderzoek naar gedaan. Het is lastig om te zeggen waar de werkgelegenheid zich precies zal ontwikkelen, aangezien dat ook afhankelijk is van de lokale arbeidsmarkt.

Kwalitatief kan gesteld worden dat er bij energie-efficiëntie en duurzame energieopwekking een verschuiving plaatsvindt van variabele (energie)kosten naar investeringskosten, met bijbehorende installatie- en onderhoudswerkzaamheden.

#### Wind (bron: EWEA, 2009)

Installatie van windturbines levert circa 15 mensjaar per MW op (eenmalig, betreft specialistisch werk). Plus in totaal 0,4 baan per MW voor onderhoud, in de financiële sector, bij adviesbureaus en bij stroomleveranciers. Bij een potentieel voor wind van circa 270 MW betekent dat ruim 100 permanente banen, plus circa 4.000 mensjaar aan (specialistisch) installatiewerk.

#### Zon-PV (bron: Solar Generation V)

Installatie van zonnepanelen levert circa 33 mensjaar per MWp op (eenmalig, exclusief paneelproductie), plus nog eens 9 in de verkoopbranche, bij leveranciers en in de onderzoekssector. Installatie van 1.000 MWp aan zon-PV in Amsterdam zou dan ruim 38.000 mensjaar aan werk opleveren, of 1.280 full time banen over een periode van 30 jaar.

#### Efficiëntie gebouwen

De installateursbranche heeft geschat dat het aanbrengen van muur-, dak-, leiding- en vloerisolatie en van energiebesparende beglazing circa 27 mensjaar arbeid betekent per 1.000 woningen. Daarnaast zijn er nog de werkgelegenheidseffecten (installatie en onderhoud) van energie-efficiënte installaties (HR- en HRe-ketels, KWO, zonneboilers, etc.).

#### Stadsverwarming

Aanleg en onderhoud van een stadswarmtenet levert ook banen op, overigens in het algemeen wel ten koste van soortgelijk werk aan aardgasnetten die anders aangelegd zouden worden. Cijfers zijn niet bekend, maar kwalitatief kan wel gesteld worden dat aanleg van stadswarmtenetten meer werk met zich meebrengt dan van gasnetten vanwege de aanzienlijk grotere (en duurdere) buizen. Installatie van een stadswarmteunit kost juist weer wat minder arbeid dan installatie van een HR-ketel.

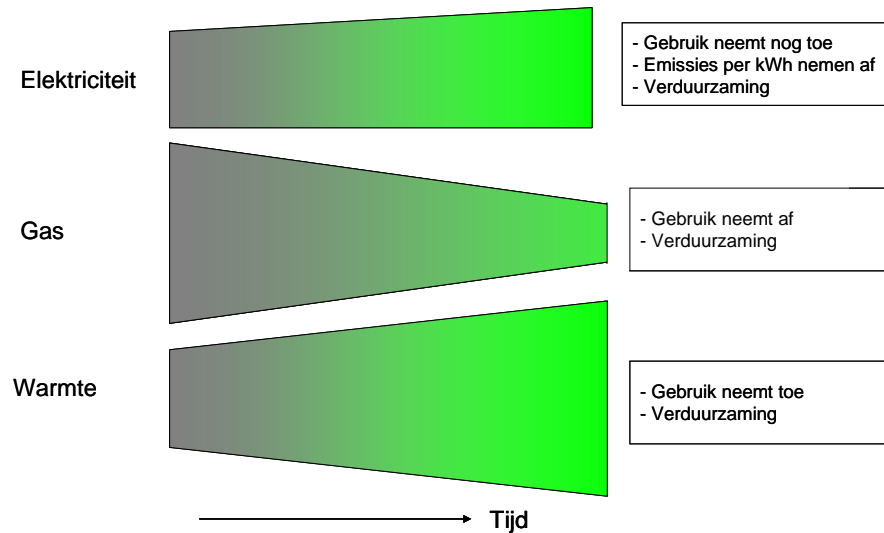
## 2.5 Strategie op hoofdlijnen

Amsterdam kiest als strategische positie die van **koploper**. Voor de inhoudelijke strategie wordt daarbij ingezet op geleidelijke **verduurzaming van energieketens** en op verlaging van de externe afhankelijkheid van fossiel energiegebruik. De leidraad daarvoor is de **'Trias Energetica'**: door energiebesparing, door duurzame opwekking (zon, wind, biomassa, bodemwarmte) in combinatie met 'slimme netten' en door efficiënte energieketens (zoals stadswarmtenetten en elektrisch vervoer) die tevens goede aanknopingspunten bieden voor volledige verduurzaming. Waar mogelijk wordt steeds gewerkt vanuit het principe van 'de vervuiler betaalt'.

In Figuur 10 staat de strategie verbeeld van het verduurzamen van de energieketens en van het inzetten op energie-efficiënte op gebouwniveau en op ketenniveau. Motorbrandstofgebruik is in Figuur 10 niet opgenomen. Alle energieketens zullen uiteindelijk verduurzaamd moeten worden om aan de doelstellingen te voldoen. Gebruik van aardgas zal afnemen door verbeterde energie-efficiëntie van gebouwen. Gebruik van stadswarmte zal juist toenemen vanuit het streven naar efficiënte energieketens.



Figuur 10 Verduurzaming en verhoging van de efficiëntie van energieketens in de tijd (niet op schaal). Stadswarmte breidt nog sterk uit t.g.v. het uitvoeren van de schielsprong, zie hoofdstuk 6



In de volgende hoofdstukken wordt per sector uitgewerkt voor welke strategische opties gekozen wordt om het doel te bereiken. Voor de implementatie van de noodzakelijke maatregelen laat Amsterdam enerzijds, als koploper, zien wat er kan en dat het kan. En draagt Amsterdam anderzijds de eigen steen bij aan het behalen van de nationale doelstellingen op het gebied van energie-efficiëntie en duurzame energieopwekking. Daarbij gebruikmakend van de mogelijkheden die een grootstedelijke omgeving biedt. Waarbij de nationale overheid en waar nodig de EU sturen met economische en juridische instrumenten die nodig zijn om te zorgen dat iedereen ook echt mee gaat doen. De gemeentelijke organisatie geeft zelf het goede voorbeeld door in 2015 volledig klimaatneutraal te zijn.

### Korte impressie van energie in Amsterdam in 2040

In de volgende hoofdstukken wordt per hoofdsector uitgewerkt met welke strategische keuzes Amsterdam de energiebeleidsdoelen wil halen en in welk tempo. In dit tekstkader staat alvast een algehele kwalitatieve impressie van hoe het leven in 2040 in de stad Amsterdam er dan uit zou kunnen zien.

Het energiegebruik van gebouwen zal fors gedaald zijn, omdat vanaf 2015 alle nieuwbouw klimaatneutraal wordt gebouwd en er een langlopende aanpak wordt ingezet om alle bestaande gebouwen energiezuinig te maken. Dat is goed voor het klimaat maar ook voor de portemonnee van de bewoner en het zorgt voor gebouwen met een aangenaam binnenklimaat. Naast isolatie speelt ook stadswarmte daarbij een belangrijke rol en bij kantoorgebouwen ook warmte- en koudeopslag in de ondergrond en koudelevering uit diepe meren.

Een belangrijk deel van het elektriciteitsgebruik wordt in en rond de stad opgewekt met zonnecellen op de daken en met windturbines op de meer open gebieden rond de stad, zoals in de havens. Vrijwel alle daken zijn in 2040 voorzien van zonnecellen. Dit is rond het jaar 2020 een zelfdragende markt geworden toen de prijs van zonnestroom lager werd dan die van stroom 'uit het net' voor consumenten. De gemeente Amsterdam had er met haar beleid voor gezorgd dat de stad er op dat moment klaar voor was om die vruchten te gaan plukken. Windenergie wordt vooral opgewekt in de buitengebieden. De haven speelt daar een belangrijke rol in en is omgetoverd tot 'energy port' van de stad. Naast windenergie staat daar ook de hoogefficiënte afvalverbrandingsinstallatie die elektriciteit en warmte produceert, in innige symbiose met de rioolwaterzuivering. Ook biomassabedrijven hebben hun plaats gevonden in het havengebied.

Energieopslag op alle netniveaus zal in 2040 een belangrijke rol spelen om de balans tussen energievraag en aanbod te handhaven. Zonnecellen op de daken leveren aan het net op momenten dat er veel elektriciteitsvraag is en de prijs dus hoog is, slimme energiemeters zorgen er op die momenten voor dat apparaten in de gebouwen worden afgeschakeld of teruggeregeld als de bewoner daar voor gekozen heeft. Een display in de woning laat ook de actuele energieprijzen en het actueel gebruik zien, die deels afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van duurzame energie op dat moment. Men is er aan gewend geraakt om grote energiegebruikende apparaten in de gebouwen aan te schakelen op momenten dat de energieprijzen laag zijn en voor een deel kan dat automatisch worden ingesteld. Omdat de consumentenprijzen voor energie 'uit het net' gemiddeld genomen hoog zijn, is er voor de calculerende energiegebruiker flink te besparen of te verdienen. De slimme meters en het 'slimme net' regelen ook het opladen van de elektrische auto's in de parkeergarages. De lucht in de stad is door de opmars van elektrische auto's aanzienlijk schoner geworden en ook is het geroezemoes van het publiek op straat dominant boven het bandengeluid van auto's. Het motorgeluid van de ouderwetse personenauto met brandstofmotor is een zeldzaamheid geworden in de stad. Een belangrijk deel van de personenvervoerstromen gaan per fiets, per tram en per metro.





# 3 Gebouwde omgeving

## 3.1 Inleiding

Gebouwen zijn goed voor 40% van het energiegebruik in de EU en in een stad als Amsterdam (met relatief veel handel en diensten en relatief weinig procesindustrie) ligt dat aandeel zelfs nog aanzienlijk hoger op circa 70% (CE, 2009b). In dit hoofdstuk wordt de energiestrategie van de gemeente voor 'de gebouwen'<sup>10</sup> in de stad beschreven en onderbouwd.

Er wordt nader ingezoomd op woningen en op zakelijke gebouwen en zowel op bestaande- als op nieuwbouw. Onder zakelijke gebouwen wordt hier verstaan: alle gebouwen die geen woonfunctie hebben. De strategie is beschreven op hoofdlijnen, er worden bijvoorbeeld niet specifieke wijken, straten of gebouwen behandeld.

De gebouwenvoorraad in de stad is verre van statisch, over een langere periode bezien. Terugkijkend over de afgelopen dertig jaar blijkt dat er enorm veel is bijgebouwd, gesloopt, vervangen en van bestemming gewijzigd. Dat proces gaat altijd door. Door daar slim op in te spelen en daarbij gebruik te maken van de grondpositie die de gemeente heeft en van andere instrumenten die ter beschikking staan, kan de gemeente de komende dertig jaar letterlijk werk maken van de transitie naar een duurzame energievoorziening.

In de Structuurvisie Amsterdam wordt beschreven hoe de stad zich ruimtelijk verder zal ontwikkelen en staat ook de bouwopgave gegeven.

Om strategische keuzes te kunnen maken die gericht zijn op het behalen van 75% CO<sub>2</sub>-emissiereductie in 2040 moet voor gebouwen worden nagegaan uit welke opties gekozen kan worden, daarbij aansluitend bij het principe van de Trias Energetica. In Tabel 1 staan die opties weergegeven, voorzien van voorbeelden en van de sturingsmogelijkheden voor de gemeente.

---

<sup>10</sup> In de monitoringsrapportages van het Klimaatbureau betreft dit de sectoren 'huishoudens' en het gebouwendeel van de sector 'bedrijven'. Het andere deel van de sector bedrijven wordt in deze energiestrategie behandeld bij het hoofdstuk 'Haven en industrie'.



Tabel 1 Opties om de CO<sub>2</sub>-emissies t.g.v. energiegebruik in gebouwen te reduceren, volgens het principe van de Trias Energetica

Optie/aangrijpingspunt	Voorbeelden	Sturingsmogelijkheden gemeente Amsterdam
Verlagen van het gebouwgebonden energiegebruik door verlagen van de behoefte en door efficiëntiemaatregelen in de gebouwen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zuinig Stoken-acties.</li> <li>– Klimaatneutrale nieuwbouw.</li> <li>– Energierenovaties in de bestaande bouw.</li> </ul>	Relatief groot. Combinatie van vrijwillige afspraken en gebruik van de grondpositie van de gemeente om energieafspraken te maken bij elke mutatie. En zelf het goede voorbeeld geven.
Verlagen van het niet-gebouw-gebonden energiegebruik door het verlagen van de behoefte en door efficiëntiemaatregelen op apparaatniveau.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tikkie Terug actie, HIER-campagne en andere gedragscampagnes.</li> <li>– Ecodesignnormen voor elektrische apparaten.</li> </ul>	Beperkt. De gemeente kan gedragscampagnes voeren of steunen, of energiezuinige apparaten stimuleren. En zelf het goede voorbeeld geven.
Verduurzamen van het energiegebruik door toepassen van duurzame energie (zowel in en op gebouwen als m.b.t. verduurzaming van energieketens).	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Investerings in zonnecellen en andere duurzame energiebronnen in en op gebouwen.</li> <li>– Investerings in windturbines, groen gas uit biomassa en andere duurzame energiebronnen waarmee de gehele energievoorziening verduurzaamd wordt.</li> <li>– Afspraken maken over 'smart grids' en 'smart metering' waardoor de energievoorziening toekomstgeraad wordt gemaakt.</li> <li>– Klimaatneutrale nieuwbouw.</li> <li>– Vergroten van gebruik van groene stroom en groen gas.</li> </ul>	<p>Beperkt. Om echt grote volumes te bereiken moet dit een zelfdragende markt worden, eventueel gestimuleerd door verplichtingen en (in eerste instantie) subsidies. De gemeente kan belemmeringen wegnemen door ruimtelijke ordeningsbeleid en stimuleren dat kansen actief worden gepakt door marktpartijen (bijvoorbeeld op het gebied van zon-PV). En zelf het goede voorbeeld geven.</p> <p>Op het gebied van smart grids kan de gemeente afspraken maken met netbeheerder Liander over nieuwbouwgebieden en pilotprojecten.</p>
Zo efficiënt mogelijk voorzien in het resterend energiegebruik (en daarvoor opties kiezen die op de langere termijn verduurzaamd kunnen worden).	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stadswarmtedistributie.</li> <li>– Centrale koude/warmteopslag of koudenetten.</li> <li>– Inzet van micro-warmtekracht.</li> </ul>	Groot. Gemeentelijke regie bij de totstandkoming van stadswarmtenetten en centrale KWO-voorzieningen en/of koudenetten is onontbeerlijk om dit soort projecten te doen slagen. De keuze voor welk type energie-infrastructuur er in welke gebieden komen bepaalt ook de mogelijkheden voor bijvoorbeeld microwarmtekracht.



In de inleidende hoofdstukken is al de strategische hoofdlijn besproken van het vergroenen van energieketens en van het sturen op efficiëntie van gebouwen en van energieketens. Voor de stad Amsterdam resulteert dat in het volgende toekomstbeeld voor de inzet van energiedragers en van de bijbehorende energie-infrastructuren:

- Distributie van elektriciteit is en blijft een standaard, zowel in bestaande bouw als in de nieuwbouw. Elektriciteit als energiedrager wordt wel geleidelijk verduurzaamd en de emissies per kWh nemen af. De elektriciteitsnetten worden uiteindelijk 'smart grids' waarmee sturing van en communicatie met energieafnemers en energieopwekkers mogelijk is.
- Stadswarmtenetten worden waar mogelijk met voorrang ingezet, zowel in nieuwbouw als in bestaande bouw. Zie ook paragraaf 6.4. De warmte zal op termijn verduurzaamd worden.
- Koude- en warmteopslag (KWO) wordt als tweede voorkeur toegepast, daar waar stadswarmte niet mogelijk is.
- Distributie van aardgas zal voornamelijk tot de bestaande bouw beperkt blijven. Door steeds toenemende energie-efficiëntie van gebouwen zal de vraag afnemen. Inzet van groen gas wordt gestimuleerd. In wijken waar een stadsverwarmingsnet wordt aangelegd wordt geen gasdistributienet aangelegd.

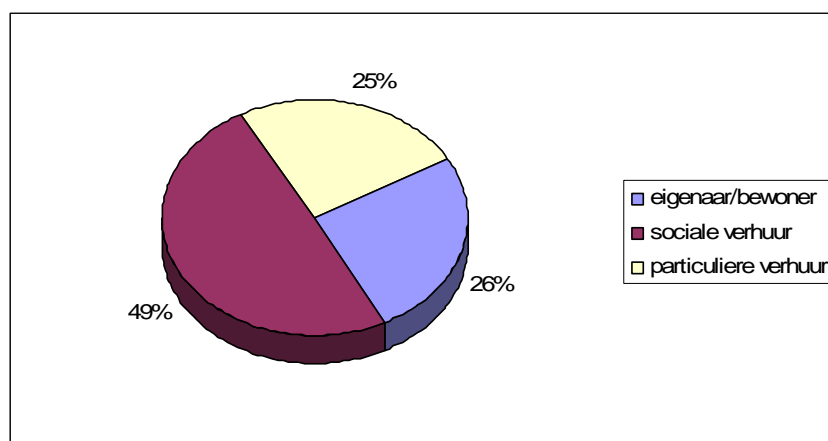
## 3.2 Woningen

### 3.2.1 Ontwikkelingen

De woningvoorraad in Amsterdam is zeer divers en omvat zowel monumentale oude grachtenpanden in de grachtengordel als hoogbouwflats in de Bijlmermeer. De in de Structuurvisie Amsterdam opgenomen bouwopgave is om tot 2040 netto 70.000 nieuwe woningen te bouwen, oftewel gemiddeld ruim 2.300 per jaar. Netto betekent hier dat de stad dan in die mate gegroeid is; het aantal nieuwbouwwoningen is groter omdat er ook woningen gesloopt worden.

Per 1 januari 2009 telde de gemeente Amsterdam ruim 389.000 woningen, waarvan 49% in bezit van woningcorporaties (een percentage dat heel geleidelijk afneemt) en de andere helft min of meer gelijk verdeeld over particuliere verhuurders en eigenaar/bewoners, zie Figuur 11.

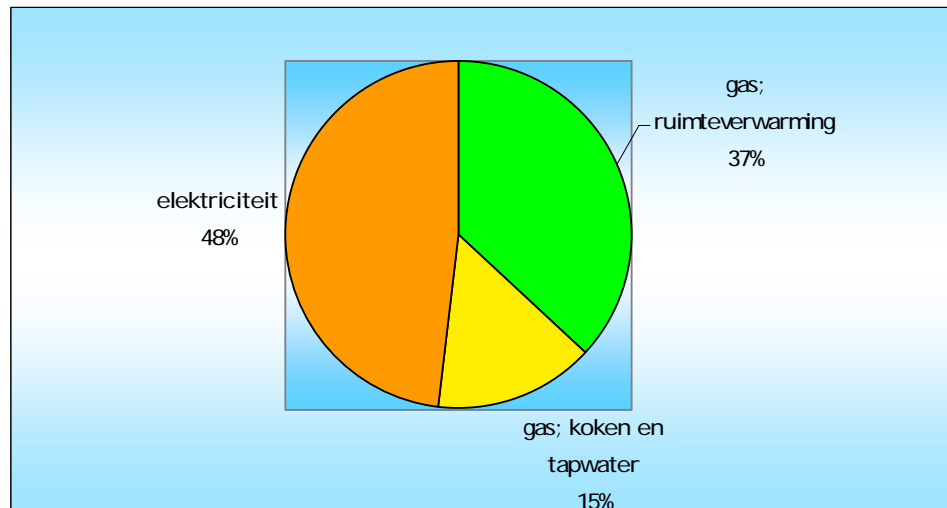
Figuur 11 Verdeling van de eigendom van de 389.230 woningen in Amsterdam op 1 jan. 2009



Bron: O+S.

Het energiegebruik in woningen is te verdelen naar gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden energiegebruik. In de laatste categorie vallen warmtegebruik voor douchen en warm tapwater en het grootste deel van het elektriciteitsgebruik. Uit het Bouwstenenrapport (CE, 2009b) blijkt dat de CO<sub>2</sub>-emissie van de Amsterdamse 'kleingebruikers' van energie (i.e. vooral huishoudens) voor 48% uit elektragebruik bestaat en voor 52% uit gasgebruik. Het is niet bekend welk deel van dit gasgebruik bestemd is voor koken en warm tapwater. Landelijk ligt dat aandeel op 29% van het huishoudelijk gasgebruik. Als dat aandeel ook voor Amsterdam wordt gehanteerd ontstaat Figuur 12. Uit de figuur blijkt dat 63% van de emissies niet-gebouwgebonden is. Belangrijk om daarbij in het achterhoofd te houden is wel dat de prijs per m<sup>3</sup> gas een factor hoger is dan per kWh elektra (zie ook Figuur 4). Daarom hebben maatregelen gericht op energie-efficiënte van de woning een belangrijk groter effect op de variabele woonlasten dan maatregelen gericht op het elektriciteitsgebruik.

Figuur 12 Verdeling van de CO<sub>2</sub>-emissies van 'kleingebruik' in Amsterdam naar gebouwgebonden deel (gas voor ruimteverwarming) en niet-gebouwgebonden deel (elektriciteit en gas voor tapwater en koken)



Voor het omlaag brengen van gebouwgebonden emissies zijn met name efficiëntiemaatregelen geschikt. Voor het omlaag brengen van niet-gebouwgebonden emissies dragen efficiëntiemaatregelen voor apparaten weliswaar bij, maar is het uiteindelijk de factor 'gedrag' die in belangrijke mate de omvang van het gebruik bepaalt. De resulterende CO<sub>2</sub>-emissies hangen vervolgens nog af van het percentage duurzaamheid van de energiedrager en, bij elektriciteit, van de mix aan fossiele brandstofinzet<sup>11</sup>. Gezien de verdeling in Figuur 12 zal dus zowel op efficiëntie van gebouwen en apparaten als op gedrag en op duurzaamheid van de energieketens aangeprepen moeten worden om de ambitie van de gemeente in 2040 te halen.

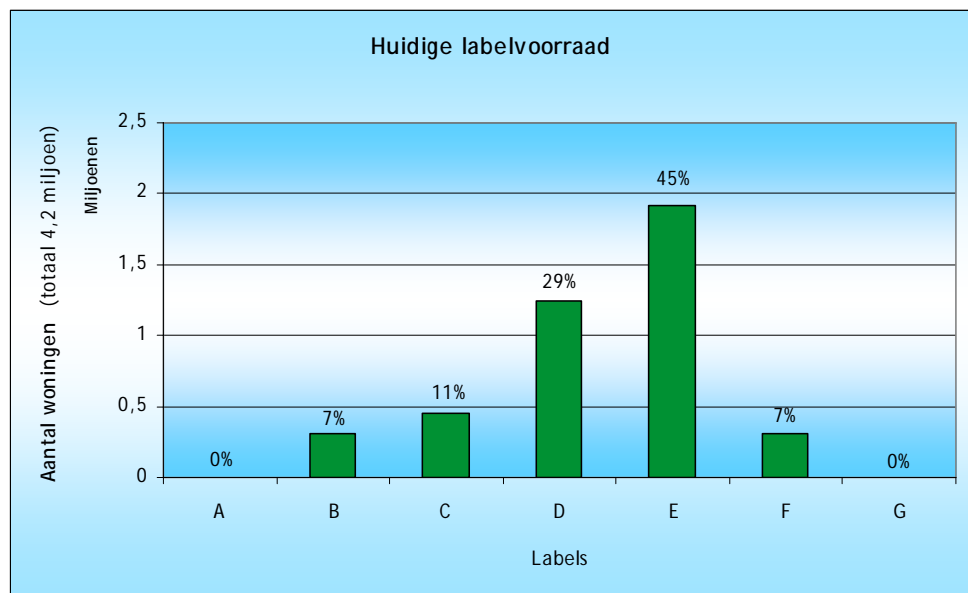
De verdeling van alle bestaande woningen naar energielabel in Amsterdam is nog niet bekend, alleen van de corporatiewoningen. Voor Nederland als geheel

<sup>11</sup> Gasdistributie in Nederland is nog vrijwel volledig aardgas. In de toekomst kan daar een substantieel percentage 'groen gas' (biogas opgewerkt naar aardgaskwaliteit) worden bijgemengd, waardoor ook de emissiefactor van gas omlaag gaat, net als bij elektriciteit.

is die verdeling wel bekend, zie Figuur 13 (CE, 2009a). Label A is het beste labelniveau qua energie-efficiëntie van het gebouw, maar komt in de grafiek bijna niet voor omdat alleen gebouwen van voor 2000 zijn opgenomen. Het slechtste label, Label G, komt verhoudingsgewijs in Nederland ook weinig voor. In Figuur 13 is af te lezen dat het merendeel van de woningen in Nederland een Label E of D heeft. Met andere woorden: dat in de bestaande bouw nog zeer veel energie-efficiëntiewinst te behalen valt. In Nederland wordt algemeen aangenomen dat het toewerken naar een Label B voor alle bestaande woningen realiseerbaar is en toewerken naar een Label A niet. Dit is nader onderbouwd in (CE, 2009a).

Uit een labeloverzicht van ruim 165.000 (corporatie)woningen uit Amsterdam, totaal ruim 40% van de woningvoorraad, blijkt een wat andere verdeling dan die in Figuur 13. Daarin is Label E minder prominent aanwezig (met 29%), Label C juist meer (met 27%), maar ook Label F en G (met respectievelijk 14 en 2%). Het beeld dat er een zeer substantiële verbetering mogelijk is blijft overeind.

Figuur 13 Verdeling naar energielabel van de bestaande *Nederlandse* woningvoorraad (met bouwjaar van vóór 2000)



### 3.2.2 Strategie en CO<sub>2</sub>-emissies woningen

De CO<sub>2</sub>-emissie van de deelsector 'woningen' bedroeg 1.799 kton in 1990 en in 2006 waren die emissies met 5% gestegen. Dit betreft zowel het gas- en warmtegebruik als het elektriciteitsgebruik.

De stijging wordt veroorzaakt door een aantal tegen elkaar in werkende effecten:

- netto groei van het aantal woningen in die periode;
- toenemende energie-efficiëntie van nieuwbouw (een nieuwbouwwoning is energie-efficiënter dan een bestaande woning);
- toenemende energie-efficiëntie van bestaande gebouwen door o.a. isolatie en door ketelvervanging, resulterend in lager gas- c.q. warmtegebruik per woning;
- stadsverwarmingsprogramma (lagere emissies van de energiedrager);
- toenemend elektriciteitsgebruik per woning.

Zonder voortdurende aandacht voor energie-efficiënte nieuwbouw en bestaande bouw zouden de CO<sub>2</sub>-emissies in de periode 1990-2006 veel meer zijn gestegen dan de genoemde 5%.

De strategie van de gemeente is geënt op de opties uit Tabel 1. De gekozen strategie voor de CO<sub>2</sub>-emissiereductie van woningen bestaat uit drie hoofdelementen:

1. Amsterdam wil dat vanaf 2015 alle **nieuwbouwwoningen klimaatneutraal** zijn (voor gebouwgebonden energiegebruik). Amsterdam gebruikt haar grondpositie en rol in de markt om hierover bindende afspraken met bouwpartijen te maken. Warmtelevering en bodemopslag zullen als technieken een rol spelen om de ambitie van klimaatneutraliteit te gaan halen.
2. Amsterdam wil realiseren dat de **bestaande woningbouw in 2040** aanmerkelijk energie-efficiënter is geworden. Dit is een zware ambitie. Er is voor dit rapport verkend wat de resulterende CO<sub>2</sub>-emissies zijn als alle bestaande woningen in 2040 minimaal voorzien zijn van Label B. Ook hier zal warmtelevering een rol spelen. Amsterdam wil bij de bestaande woningbouw een koplopersrol vervullen, door op basis van vrijwilligheid en medegebruikmakend van haar grondpositie met partijen te komen tot realisatie. Het betreft een langlopende operatie, waarbij steeds gezocht wordt naar natuurlijke investeringsmomenten in de bestaande woningen. Daarbij wordt in eerste instantie gedacht aan de woningcorporaties, maar vervolgens zullen ook de andere twee deelsectoren (particuliere verhuur en eigenaar/bewoners) in de aanpak betrokken worden. Om dit volumedoel volledig te kunnen behalen zal er uiteindelijk ook ondersteunende regelgeving vanuit de EU of het Rijk moeten komen.
3. Voor de **emissies t.g.v. elektriciteitsgebruik** gaat Amsterdam er van uit dat in 2040 de CO<sub>2</sub>-emissies per kilowattuur 70% lager zullen liggen dan nu. In hoofdstuk 6 wordt daar nader op ingegaan en wordt ook nagegaan welk aandeel Amsterdam daar zelf in kan vervullen. Amsterdam draagt daar aan bij door mee te werken aan het plaatsen van windturbines, door actief de marktkansen van zonnepanelen te stimuleren en via het aandeel biomassa in de elektriciteitsproductie door het AEB.

In Tabel 2 wordt stap voor stap nagegaan wat de in de Structuurvisie gehanteerde bouwontwikkelingen en de gekozen energiestrategie betekenen voor de CO<sub>2</sub>-emissies van de Amsterdamse woningen, steeds weergegeven ten opzichte van een indexniveau van 1990=100. Details van de berekeningen zijn opgenomen in bijlage B. In onderstaande paragrafen wordt nagegaan welke grote stappen mogelijk zijn en wat daarvoor nodig is.

Om het effect van de beleidsmaatregel 'klimaatneutrale nieuwbouw' te kunnen bepalen is eerst bepaald wat de emissies in de nieuwbouw zullen zijn wanneer de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van nieuwe gebouwen op het huidig wettelijk niveau van EPC=0,8 zal blijven.

Voor het elektriciteitsgebruik per woning is voor de berekening in Tabel 2 aangenomen dat deze in 2040 op hetzelfde niveau als het huidige zal liggen<sup>12</sup>. De redenatie daarbij is dat de huidige toename van het elektriciteitsgebruik nog wel enige tijd zal toenemen door inkomensstijging en meer comfort. De aanname is dat deze stijging uiteindelijk volledig wordt gecompenseerd door een stringent efficiëntiebeleid ingezet vanuit onder andere de EU, met

---

<sup>12</sup> NB: elektriciteitsgebruik voor het opladen van elektrische auto's is daarin niet meegeteld (maar bij de sector Verkeer en vervoer).



beleidsinstrumenten zoals bijvoorbeeld de ecodesignnormen (i.e. minimum-efficiëntie normen voor apparaten), een verbod op verkoop van gloeilampen en labelling van het energiegebruik van apparaten. De gemeente Amsterdam kan daaraan bijdragen door gedragscampagnes gericht op energiezuinige apparaten en o.a. LED-verlichting, energiezuinig gedrag en bijvoorbeeld door het stimuleren van 'hot fill' van wasmachines en vaatwassers via het stadswarmtenet.

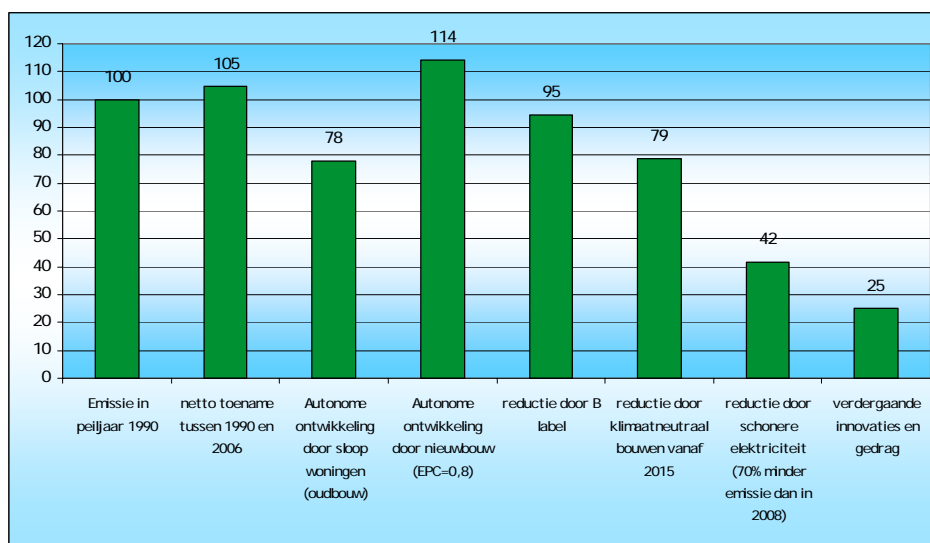
Tabel 2 CO<sub>2</sub>-emissies van de Amsterdamse woningvoorraad ten opzichte van 2006, met emissies in 1990 op 100 gesteld. Steeds zijn de resulterende indexcijfers getoond t.o.v. 1990<sup>13</sup>

Uitsplitsing emissies en ontwikkeling		Index CO <sub>2</sub> -emissie
CO <sub>2</sub> -emissie 1990		100
<b>Emissie 2006</b>		<b>105</b>
<i>Autonome ontwikkeling door sloop oude woningen</i>	<i>Minus</i>	-27
<i>Autonome ontwikkeling door nieuwbouw met EPC=0,8</i>	<i>Plus</i>	+37
<b>Emissie in 2040 bij ongewijzigd beleid</b>		<b>114</b>
<i>Reductie door Label B in bestaande bouw</i>	<i>Minus</i>	-20
<i>Reductie door klimaatneutraal bouwen vanaf 2015</i>	<i>Minus</i>	-16
<i>Reductie door schonere elektriciteit (70% minder emissie dan in 2008)</i>	<i>Minus</i>	-37
<b>Emissies in 2040 bij uitvoering gekozen maatregelen</b>		<b>42</b>
Gedragsmaatregelen en verdergaande innovaties (zoals bijv. groen gas)		-17
<b>Emissies in 2040</b>		<b>25</b>

In Figuur 17 staan de ontwikkelingen uit Tabel 2 grafisch weergegeven.

<sup>13</sup> De emissie van de Amsterdamse woningen in 1990 bedroeg 1.799 kton CO<sub>2</sub> per jaar.

Figuur 14 CO<sub>2</sub>-emissies van de Amsterdamse woningen in 2040 (met 1990=100). Steeds worden de resulterende indexcijfers afgebeeld



Uit de cijfers blijkt dat de effecten van autonome ontwikkelingen van sloop en nieuwbouw (met EPC=0,8) leiden tot een netto stijging van de emissies t.o.v. 2006 en dat de klimaatneutrale nieuwbouw zorgt voor een netto daling van de totale emissies<sup>14</sup>. De aanpak om de bestaande woningvoorraad naar (minimaal) een Label B-niveau te brengen is een zeer belangrijk element. De verwachte forse reductie van de emissies van elektriciteitsproductie (een ketenaanpak) is evenzeer een belangrijke stap om de Amsterdamse ambitie te verwezenlijken. Deze gecombineerde maatregelen brengen de emissies van de sector Woningen in 2040 op 42% van de emissies van 1990.

Als de woningsector naar een emissiereductie van 75% toe wil dan moeten nog verdergaande innovaties (zoals bijvoorbeeld inzet van groen gas, ofwel verduurzaming van de gasketen) worden uitgevoerd. Deze verdergaande innovaties kunnen worden aangevuld met gedragsmaatregelen waarmee het energiegebruik daalt.

De Business As Usual (BAU)-extrapolatie in Figuur 8 is berekend met de prognosecijfers uit het 'Strong Europe' scenario van ECN/PBL (zie CE, 2007). Daarin zijn totaaleffecten van groei, sloop en efficiëntieverbetering gehanteerd voor Nederland als geheel, met correctiefactoren voor Amsterdam. Afzonderlijke beleidsmaatregelen zoals hierboven doorgerekend kunnen alleen met de nodige aannames worden afgezet tegen de prognoses in Figuur 8 en het effect van sommige maatregelen (zoals bijvoorbeeld warmtelevering) kunnen alleen voor de gebouwde omgeving als totaal worden gegeven. Voor de productie van duurzame energie op Amsterdams grondgebied in relatie tot de geleidelijke emissieverlaging in de gehele elektriciteitsproductiesector geldt hetzelfde. In de conclusies in hoofdstuk 8 worden al deze totalen gegeven in relatie tot de reductieopgave.

<sup>14</sup> NB: klimaatneutrale nieuwbouw betreft alleen het *gebouwegebonden* energiegebruik, en niet het elektriciteitsgebruik door apparaten. Vandaar dat het proces van sloop van oude woningen en klimaatneutrale nieuwbouw (met netto toename van de voorraad) niet leidt tot forse reductie van de emissies.

### 3.2.3 Hoe te bereiken, met welke technieken?

Warmtelevering en bodemopslag (KWO) zijn belangrijke pijlers voor het verbeteren van de energie-efficiëntie van de gebouwde omgeving, naast gebouwisolatie en (bij gaslevering) HR-ketels en micro-WKK. Om collectieve warmtelevering correct te waarderen wordt in Nederland gewerkt aan een gebieds-energienorm (de EnergieMaatregelen Gebied, ofwel EMG) en wordt tevens de huidige prestatienorm voor nieuwbouw (de EPC) te zijner tijd vervangen door een verbeterde versie, de EPG (EnergiePrestatie Gebouwen). Gedragscampagnes, zoals de 'Zuinig stoken' en de 'Tikkie Terug' acties, dragen ook bij aan de bewustwording van de samenleving van enerzijds de urgentie en de noodzaak om te handelen en anderzijds van de mogelijkheden die er zijn. Op die manier wordt zowel gewerkt aan concrete energiebesparing alsook aan draagvlak voor het beleid.

Over de technische mogelijkheden om de emissies per kilowattuur omlaag te brengen en in welke mate Amsterdam dat op eigen grondgebied kan doen, wordt uitgebreider ingegaan in hoofdstuk 6.

Het verduurzamen van energieketens vormt een belangrijk onderdeel, zoals te zien bij het effect van het verlagen van de emissies van elektriciteitsproductie. Bij aardgas doet zich een soortgelijke ontwikkeling voor. In de Innovatieagenda Energie van het (Rijks)programma EnergieTransitie (EnergieTransitie, 2008) is het doel om in 2020 ca. 8-12% van het binnenlands aardgasgebruik in Nederland vergroend te hebben, door inzet van biomassa. Die groei kan echter niet zomaar naar de toekomst geëxtrapoleerd worden wegens grenzen aan de beschikbaarheid van (binnenlandse) duurzame biomassa. Ook is er, anders dan bij de elektriciteitssector, nog geen Europees 'cap and trade' instrument ingezet om dit ook echt te bewerkstelligen. Om die reden is een emissieverlaging van gasgebruik nog niet meegenomen in voorgaande berekeningen.

### 3.2.4 Acties gemeente Amsterdam, woningbouw

De visie en strategie van de gemeente moet worden omgezet in acties om werkelijkheid te worden. Dat geldt ook voor maatregelen die op nationaal of EU-niveau moeten worden geregeld; de gemeente wil daar koploper zijn en laten zien wat er kan. De acties van de gemeente zijn hieronder beschreven.

Met al deze acties kan op korte termijn begonnen worden, de *uitvoering* van sommige acties (zoals uitvoeren efficiëntieverbetering bestaande bouw) loopt door tot het eind van de zichtperiode.

#### Korte termijn, tot 2015

1. Een aanpak vaststellen en uitvoeren om voor de gehele bestaande woningbouw tot een forse efficiëntieverbetering (ordegrootte Label B) te komen en nagaan met welke technische opties dit kan worden ingevuld. Te beginnen met de woningcorporaties en aansluitend bij natuurlijke investeringsmomenten. Na het vaststellen van een aanpak met de woningcorporaties worden vervolgens ook de deelsectoren particuliere verhuur en eigenaar/bewoners in de aanpak betrokken. De gehanteerde ambitie is: 2040: 100%, 2025: 50%, 2015: 16%.
2. Een beleidslijn uitwerken om bij gronduitgifte, bestemmingswijzigingen, renovatie et cetera steeds ook eisen te stellen en het verlagen van energiegebruik en van CO<sub>2</sub>-emissies. Bij de ontwikkelfase van gebouwen en gebieden ook eisen stellen aan het energiegebruik (efficiëntie en duurzaamheid) tijdens de gebruiksfase. Beleidslijn gereed en vastgesteld: 2010.



3. Aansluitend daarop: nagaan welke contactmomenten er allemaal zijn tussen gemeente en woningeigenaren en op welke manieren die benut kunnen worden ten behoeve van energiebesparing en duurzame energie. Dit vervolgens vertalen in een concrete beleidslijn.
4. De noodzakelijke stappen zetten richting klimaatneutrale nieuwbouw vanaf 2015 (dit is reeds vastgesteld beleid).
5. Uitvoeren van de maatregelen uit de Schaalsprong stadswarmtenet (zie paragraaf 6.4)
6. Criteria vaststellen voor 'voorkeursenergieinfrastructuuropties' per gebied.
7. Opstellen van energievisies voor de gehele stad; niet alleen voor nieuwbouwwebieden. In dat geval ook nagaan wat de mogelijkheden zijn met stadswarmte in de bestaande stad, met name de binnenstad.
8. Een aanpak vaststellen en uitvoeren voor toepassing van zon-PV op daken, meebewegend en anticiperend op de voortgaande kostprijsverlaging van zon-PV.
9. Gedragscampagnes uitvoeren om burgers bewust te maken van hun CO<sub>2</sub>-emissie, van de urgentie om daar iets aan te doen en van de mogelijkheden daartoe.

### **Middellange termijn, 2015 tot 2025**

Vanaf 2015 worden in Amsterdam alleen nog maar klimaatneutrale woningen gebouwd. De ingezette efficiëntieverbetering in de bestaande bouw gaat voort. Het stadswarmtenet wordt stap voor stap uitgebreid, vooral ook bij bestaande gebouwen. Zonne-energie wordt steeds meer zichtbaar in de stad, met name nadat rond 2020 het punt van 'netpariteit' is bereikt voor kleingebruikers.

### **Lange termijn, 2025 tot 2040**

De ingezette efficiëntieverbetering naar minimaal Label B in de bestaande bouw gaat voort en is in 2040 voltooid. Het stadswarmtenet wordt stap voor stap uitgebreid, vooral ook bij bestaande gebouwen, in 2040 is de schaalsprong naar 200.000 aansluitingen gerealiseerd. Zonne-energie is algemeen geworden in de stad, in 2040 is een belangrijk deel van het technisch potentieel gerealiseerd.

Een nadere uitwerking van de meer techniekgerichte maatregelen als stadswarmte, wind en zon-PV, staat in hoofdstuk 6, inclusief ambities voor 2015, 2025 en 2040.

## **3.3 Zakelijke gebouwen**

### **3.3.1 Strategie**

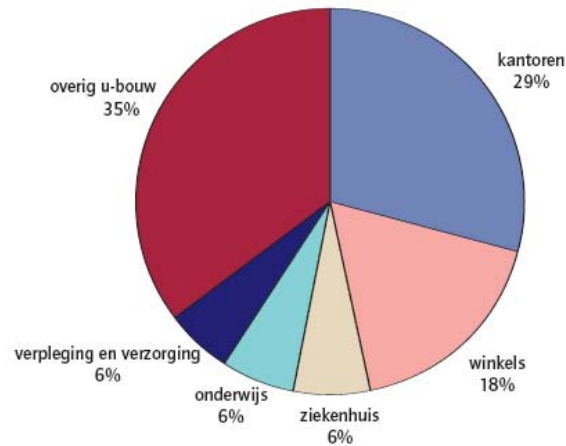
Zakelijke gebouwen vormen een belangrijk bouwsegment in de stad. De sector omvat onder andere winkels, kantoren, scholen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, zwembaden, sporthallen et cetera, kortom alle gebouwen zonder woonbestemming.

De CO<sub>2</sub>-emissie van de zakelijke gebouwen in Amsterdam (1.785 kton in 2006) is bij benadering even groot als de CO<sub>2</sub>-emissie van de sector woningen (1.888 kton CO<sub>2</sub> in 2006). Qua energiegebruik is de sector echter veel meer divers. Denk bijvoorbeeld aan het verschil in energiegebruik per vierkante meter tussen een ziekenhuis en een winkel. Dat maakt het niet zozeer lastiger om een energiestrategie op hoofdlijnen voor zakelijke gebouwen te formuleren, maar wel om die goed door te rekenen. In Figuur 15 staat een verdeling gegeven van het energiegebruik van de zakelijke gebouwen in Nederland. Voor Amsterdam mag worden verwacht dat het aandeel kantoren en winkels in het energiegebruik nog groter is dan het landelijk gemiddelde.





Figuur 15 Verdeling van primair energiegebruik over de zakelijke gebouwen in Nederland



Bron: ECN, 2002.

De strategische opties voor zakelijke gebouwen om de CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren zijn gelijk aan die voor de woningbouw, zie het overzicht in Tabel 1. Het type maatregelen is ook gelijklopend, alleen de *technieken* waarmee die maatregelen worden gehaald zal anders kunnen zijn en ook kunnen verschillen per soort zakelijk gebouw. En uiteraard zijn de betrokken partijen andere dan bij de woningbouw. Daarnaast is de doorlooptijd korter; kantoorgebouwen worden bijvoorbeeld met kortere tussenpozen gerenoveerd dan woningen.

De gemeente hanteert voor de zakelijke gebouwen eenzelfde energiestrategie als voor de woningbouw:

1. Amsterdam wil dat vanaf 2015 alle nieuwbouw klimaatneutraal is (voor gebouwgebonden energiegebruik). Dit is reeds vastgesteld beleid. Amsterdam gebruikt haar grondpositie en rol in de markt om hierover bindende afspraken met bouwpartijen te maken. Warmtelevering en bodemopslag (KWO) zullen als technieken een rol spelen om de ambitie van klimaatneutraliteit te gaan halen.
2. Amsterdam wil realiseren dat alle bestaande zakelijke gebouwen in 2040 aanmerkelijk energie-efficiënter zijn geworden. De ambitie is om een energieprestatie te realiseren waarbij de totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie vergelijkbaar is met de situatie dat alle bestaande gebouwen tenminste voorzien zijn van het equivalent van 'Label B' bij de woningbouw<sup>15</sup>. Ook hierbij zal warmtelevering een rol spelen. Amsterdam wil hierbij een koplopersrol vervullen, door op basis van vrijwilligheid en medegebruikmakend van haar grondpositie met partijen te komen tot realisatie. Het betreft een langlopende operatie, waarbij steeds gezocht wordt naar natuurlijke investeringsmomenten. Om dit volumedoel volledig te kunnen behalen zal er naar verwachting uiteindelijk ook ondersteunende regelgeving vanuit de EU of het Rijk moeten komen. Deels kan ook worden aangesloten bij maatregelen vanuit de wet Milieubeheer (milieuvergunning) en bij sectorafspraken (MeerJarenAfspraken (MJA)).

<sup>15</sup> Voor zakelijke gebouwen is nog geen labelsystematiek vastgesteld. De onderliggende energie-indexcijfers bestaan al wel. Daarom wordt hier gesproken over 'Label B' voor zakelijke gebouwen, waarmee bedoeld wordt: eenzelfde energie-efficiëntie als Label B voor woningen.

3. Voor de emissies t.g.v. elektriciteitsgebruik gaat Amsterdam er van uit dat in 2040 de CO<sub>2</sub>-emissies per kilowattuur 70% lager zullen liggen dan nu. In hoofdstuk 6 wordt daar nader op ingegaan en wordt ook nagegaan welk aandeel Amsterdam daar zelf in kan vervullen. Amsterdam draagt daaraan bij door mee te werken aan het plaatsen van windturbines, door actief de marktkansen van zonnepanelen te stimuleren en via het aandeel biomassa in de elektriciteitsproductie door het AEB.

Een belangrijk argument onder de strategie om naar energiezuiniger zakelijke gebouwen te gaan is dat daarmee ook de directe en indirecte overheidsuitgaven aan energiegebruik in allerlei publieke voorzieningen en semi-overheidsgebouwen zullen dalen (ziekenhuizen, zorginstellingen, bejaardenhuizen, sportcomplexen, bibliotheek, zwembaden et cetera). Daarnaast zijn energie-onzuinige kantoren relatief duur en daardoor slechter verhuurbaar; voor de economische aantrekkelijkheid van de stad Amsterdam is het belangrijk dat de kantorenvoorraad energetisch van goede kwaliteit is.

Wanneer in de sector Zakelijke gebouwen vergelijkbare maatregelen worden genomen als in de woningsector dan zal naar schatting de absolute en relatieve CO<sub>2</sub>-reductie ook vergelijkbaar zijn. Hierbij moet worden aangemerkt dat dit een heel grove indicatie is. Ook de innovatieve en creatieve kanten van de energietransitie zorgen voor werkgelegenheid die past bij Amsterdam.

Het voert te ver om voor deze energiestrategie gedetailleerde kwantitatieve gegevens te berekenen voor de verschillende deelsegmenten binnen de sector zakelijke gebouwen. Om een gevoel te geven voor de besparingsmogelijkheden binnen de sector Zakelijke gebouwen wordt hieronder nader ingegaan op de CO<sub>2</sub>-reductiemogelijkheden van de deelsector 'Kantoren'. Landelijk gezien vertegenwoordigen kantoren circa 29% van het totale energiegebruik van de sector Zakelijke gebouwen, zie Figuur 15. Voor Amsterdam bedraagt dit aandeel circa 35%.

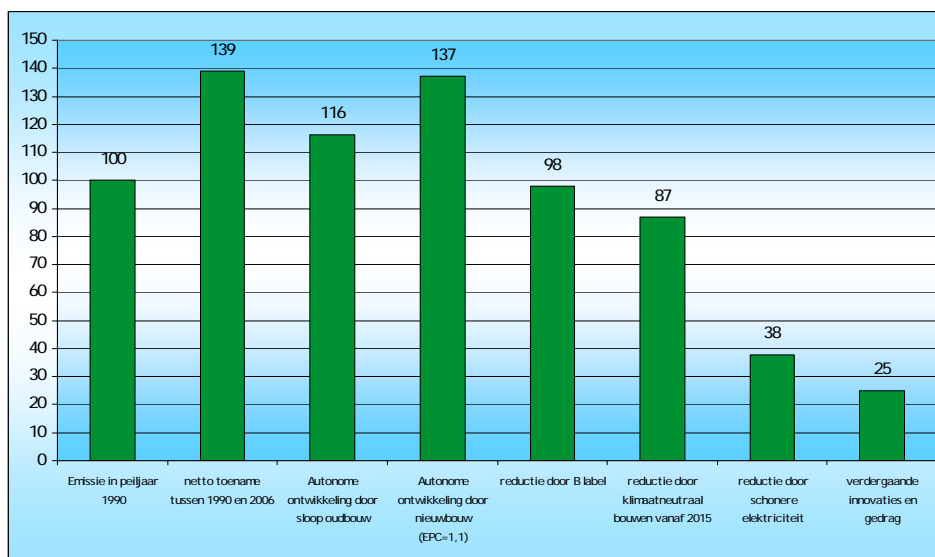
In Figuur 16 is, overeenkomstig de aanpak bij de woningbouw, de CO<sub>2</sub>-index bepaald van de ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-emissies van de kantoren in Amsterdam bij uitvoering van het bouwprogramma uit de Structuurvisie, in combinatie met de gekozen maatregelen van de energiestrategie<sup>16</sup>. De onderliggende detailgegevens staan in bijlage A.

---

<sup>16</sup> De CO<sub>2</sub>-emissie van de deelsector 'Kantoren' in 1990 is niet bekend voor Amsterdam. Voor Figuur 16 is aangenomen dat die tussen 1990 en 2006 met 5% is toegenomen, net als bij de woningen. Het cijfer voor 2006 is wel bekend.



Figuur 16 CO<sub>2</sub>-emissies van de Amsterdamse kantoren in 2040 (met 1990=100), als voorbeeld voor de gehele sector zakelijke gebouwen. Steeds worden de resulterende indexcijfers afgebeeld



Uit het rekenvoorbeeld blijkt duidelijk dat de energieambitie van de gemeente voor de deelsector Kantoorgebouwen in principe haalbaar is, mits ook verdergaande innovaties en/of gedragsmaatregelen worden gerealiseerd; als de maatregelen zijn getroffen resulteert een CO<sub>2</sub>-index van 38 in het jaar 2040 (i.e. 62% emissiereductie t.o.v. 1990). De combinatie autonome sloop en autonome nieuwbouw van kantoren (de bouwprognose gaat uit van een netto groei van het volume), brengt het emissieniveau in 2040 op dat van 2006, ondanks de netto groei van de kantorenvorraad. Het bestaande kantorenbestand naar 'Label B' niveau brengen, de klimaatneutrale nieuwbouw vanaf 2015 en de emissiereductie in de elektriciteitsketen, brengen de index op 38. En verdergaande innovaties (zoals groen gas) en gedragsmaatregelen, alsmede efficiëntiemaatregelen m.b.t. de elektriciteitsvraag op basis van de wet Milieubeheer, kunnen het niveau op 25 brengen in 2040.

De verwachting is dat wat geldt voor de deelsector Kantoren gemiddeld ook haalbaar is voor de andere deelsectoren en dus maatgevend voor de gehele sector 'zakelijke gebouwen', te meer daar de kantoren in Amsterdam al circa 1/3e deel van het gehele energiegebruik van de sector vertegenwoordigen.

Net zoals bij de reeds bestaande aanpak in Amsterdam om het energiegebruik van schoolgebouwen te reduceren en daarbij gelijk het binnenklimaat te verbeteren (en daarmee de onderwijsprestaties te bevorderen), zullen ook de andere segmenten binnen de deelsector 'Zakelijke gebouwen' worden geprioriteerd en van zo'n aanpak voorzien.

Voor het MKB is reeds een energieloket geopend in Amsterdam om te helpen bij het realiseren van energiebesparing.

De Business As Usual (BAU)-extrapolatie in Figuur 8 is berekend met de prognosecijfers uit het 'Strong Europe' scenario van ECN/PBL (zie CE, 2007). Daarin zijn totaaleffecten van groei, sloop en efficiëntieverbetering gehanteerd voor Nederland als geheel, met correctiefactoren voor Amsterdam. Afzonderlijke beleidsmaatregelen zoals hierboven doorgerekend kunnen alleen met de nodige aannames worden afgezet tegen de prognoses in Figuur 8 en het effect van sommige maatregelen (zoals bijvoorbeeld warmtelevering) kunnen

alleen voor de gebouwde omgeving als totaal worden gegeven. In de conclusies in hoofdstuk 8 worden al deze totalen gegeven in relatie tot de reductieopgave.

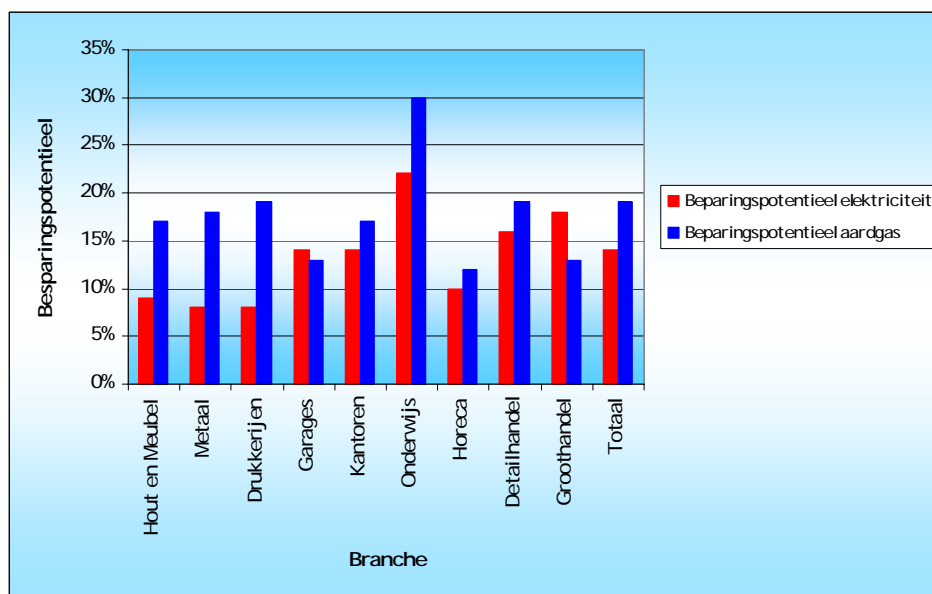
### 3.3.2 Wettelijke instrumenten

Handhaving van de wet Milieubeheer vormt een belangrijk middel om rendabele energiebesparende maatregelen te laten treffen door bedrijven. De gemeente Amsterdam vervult op dat punt landelijk een koplopersrol. De wet Milieubeheer is gericht op specifieke energiebesparende maatregelen en leent zich niet voor het maken van afspraken over bijvoorbeeld een labelniveau voor een gebouw. Tussen het labelniveau en de mogelijkheden van de wet Milieubeheer bestaan echter wel raakvlakken.

Raakvlakken zijn er ook met de MeerJarenAfspraken (MJA's) die sommige sectoren met de overheid hebben gemaakt, ook deze dragen bij aan het bereiken van de doelen. MJA's zijn overigens geen wettelijk instrument maar een sectorafpraak.

Uit een publicatie uit 1998 (Amsterdam, 1998) blijkt dat het gemiddeld energiebesparingspotentieel in Amsterdam op basis van de wet Milieubeheer 14% is voor elektriciteitsgebruik en 19% voor gasgebruik. Zie Figuur 17.

Figuur 17 Besparingspotentieel energiegebruik in Amsterdam op grond van de wet Milieubeheer, per branche en voor elektriciteit- en gasgebruik



### 3.3.3 Acties gemeente Amsterdam

In deze paragraaf staan de acties van de gemeente Amsterdam beschreven om de doelen op energie- en CO<sub>2</sub>-emissies te halen. Die acties overlappen gedeeltelijk met de acties die bij de vorige paragraaf over woningen beschreven staan. Omwille van de zelfstandige leesbaarheid van het stuk over zakelijke gebouwen is er voor gekozen om die overlap in tekst te laten staan.

Met al deze acties kan op korte termijn begonnen worden, de *uitvoering* van sommige acties (zoals de efficiëntieverbetering bestaande bouw) loopt door tot het eind van de zichtperiode.

De acties van de gemeente zijn:

#### Korte termijn, tot 2015:

1. Een aanpak vaststellen en uitvoeren om voor de bestaande zakelijke gebouwen tot een 'Label B' te komen, per deelsector en aansluitend bij natuurlijke investeringsmomenten. De deelsectoren moeten nog worden geïdentificeerd en geprioriteerd. De aanpak richting semipublieke gebouwen kan een soortgelijke opzet hebben als de succesvolle actie voor schoolgebouwen. Ambitie: 2040 100%, 2025 50%, 2015 16%.
2. De bestaande scholen in Amsterdam worden sterk verbeterd wat betreft energie en binnenklimaat.
3. Beleidslijn uitwerken om bij gronduitgifte, bestemmingswijzigingen en cetera steeds ook eisen te stellen en het verlagen van energiegebruik en van CO<sub>2</sub>-emissies. Bij de ontwikkelfase van gebouwen en gebieden ook eisen stellen aan het energiegebruik (efficiëntie en duurzaamheid) tijdens de gebruiksfase. Beleidslijn gereed en vastgesteld: 2010.
4. Aansluitend daarop: nagaan welke contactmomenten er allemaal zijn tussen gemeente en eigenaren van zakelijke gebouwen en hoe deze benut kunnen worden m.b.t. energiebesparing en duurzame energie.
5. Intensiveren van aanpak richting MKB (stimuleren via een energieloket).
6. De noodzakelijke stappen zetten om te komen tot klimaatneutrale nieuwbouw vanaf 2015.
7. Uitvoeren van de maatregelen uit de Schaalsprong Warmte. Zie hiervoor paragraaf 6.4.
8. Nagaan wat de mogelijkheden zijn met stadswarmte in de bestaande stad, met name de binnenstad.
9. Criteria vaststellen voor voorkeursenergie-infrastructuuropties per gebied.
10. Daar waar koude/warmteopslag (KWO) de voorkeursoptie is, zal de gemeente door actieve regie de toepassing van KWO bevorderen bij nieuwbouw en bestaande zakelijke gebouwen.
11. Aanpak vaststellen en uitvoeren voor toepassing van zon-PV op daken, meebewegend en anticiperend op de voortgaande kostprijsverlaging van zon-PV.
12. De huidige aanpak van handhaving van de wet Milieubeheer voortzetten.
13. De gemeente geeft zelf het goede voorbeeld door in 2015 geheel klimaatneutraal te zijn en haar eigen gebouwen op natuurlijke investeringsmomenten naar equivalent van tenminste Label B te brengen.
14. Er wordt een stevig beroep gedaan op bedrijven om bij te dragen aan het reduceren van de CO<sub>2</sub>-emissies en het realiseren van energiebesparing.



### **Middellange termijn, 2015 tot 2025**

Vanaf 2015 worden in Amsterdam alleen nog maar klimaatneutrale gebouwen gebouwd. De ingezette efficiëntieverbetering in de bestaande bouw gaat voort. Het stadswarmtenet wordt stap voor stap uitgebreid, vooral ook bij bestaande gebouwen. Koude/warmteopslag wordt op steeds meer locaties ingezet. Zonne-energie wordt steeds meer zichtbaar in de stad, met name nadat rond 2020 het punt van 'netpariteit' is bereikt voor kleingebruikers.

### **Lange termijn, 2025 tot 2040**

De ingezette efficiëntieverbetering naar minimaal Label B in de bestaande bouw gaat voort en is in 2040 voltooid. Het stadswarmtenet wordt stap voor stap uitgebreid, vooral ook bij bestaande gebouwen, in 2040 is de schaa sprong naar 200.000 aansluitingen gerealiseerd. Zonne-energie is algemeen geworden in de stad, in 2040 is een belangrijk deel van het technisch potentieel gerealiseerd, nu ook 'netpariteit' voor bedrijven is bereikt in deze periode.

Een nadere uitwerking van de meer techniekgerichte maatregelen als stadswarmte, wind en zon-PV, staat in hoofdstuk 6, inclusief ambities voor 2015, 2025 en 2040.



# 4 Schoon vervoer

## 4.1 Inleiding

Verkeer en vervoer draagt voor circa 16% bij aan de CO<sub>2</sub>-emissies van Amsterdam. Reductie van deze emissies is lastig omdat de vervoerbehoefte nog altijd stijgt. Elke procent economische groei leidt tot 3% meer vervoerkilometers, zo leren de ervaringscijfers van de afgelopen jaren. Daar staat tegenover dat auto's steeds zuiniger worden onder druk van EU-regelgeving en bovendien worden, afgedwongen door diezelfde EU-overheid, tegenwoordig enkele procenten biobrandstoffen bijgemengd waardoor de 'fossiele' CO<sub>2</sub>-emissies dalen. De CO<sub>2</sub>-gerelateerde effecten van beide hier genoemde trends heffen elkaar min of meer op voor Amsterdam (CE, 2009b).

Belangrijke milieugerelateerde beleidsthema's bij verkeer en vervoer zijn, naast klimaat, ook luchtkwaliteit en geluidhinder. De luchtkwaliteitsnormen zijn streng en in veel dichtbebouwde stedelijke gebieden is het moeilijk de normen te halen langs de drukkeren wegen. Verbetering van luchtkwaliteit, vermindering van geluidsoverlast en vermindering van CO<sub>2</sub>-emissies gaan in veel gevallen gelijk op, maar helaas niet altijd.

Een belangrijk verschil met gebouwen is de kortere levensduur van vervoermiddelen. Een auto van vijftien jaar is gemiddeld gesproken al flink op leeftijd, terwijl de levensduur van gebouwen normaliter veel langer is<sup>17</sup>. Sturen op de emissies van nieuwe auto's heeft daarom een relatief hoge invloed, binnen de tijdshorizon van deze energiestrategie. De grootschalige introductie van elektrisch vervoer valt hier bijvoorbeeld onder.

Om strategische keuzes te kunnen maken die gericht zijn op het behalen van een fors aandeel CO<sub>2</sub>-emissiereductie in 2040 moet voor verkeer en vervoer worden nagegaan uit welke opties gekozen kan worden, daarbij aansluitend bij het principe van de Trias Energetica. In Tabel 3 staan de opties weergegeven, voorzien van voorbeelden en van de sturingsmogelijkheden voor de gemeente.

---

<sup>17</sup> Overigens is de gemiddelde levensduur van zwaardere voertuigen beduidend hoger dan die van personenauto's.



Tabel 3 Opties om de CO<sub>2</sub>-emissies van verkeer en vervoer te reduceren, volgens het principe van de Trias Energetica

Optie	Voorbeelden	Sturingsmogelijkheden gemeente Amsterdam
Verlagen van de vervoerbehoefte (minder kilometers)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gedragcampagnes</li> <li>– Autovrije winkelstraten</li> <li>– Telewerken</li> <li>– Voor langere termijn ook ruimtelijke ordening (meer menging van werken en wonen)</li> </ul>	Beperkt. Gedrag is nu eenmaal moeilijk te sturen, maar tot op zekere hoogte wel te beïnvloeden en te faciliteren.
Beïnvloeden van de 'modal split': minder autokilometers, meer OV en fiets	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Afspraken maken over trein en tram bij nieuwbouwlocaties</li> <li>– Beprijzen van autokilometers</li> </ul>	Beperkt tot groot. De gemeente kan faciliteren door goede voorzieningen voor OV en fiets te organiseren, de stad autoluw te maken en parkeren duur te maken. En zelf het goede voorbeeld geven. Beprijzing van kilometers gebeurt op Rijksniveau.
Energiezuinig maken van vervoer (sturen op efficiëntie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Minimumemissienormen voor nieuwe auto's</li> <li>– Elektrische auto's</li> <li>– 80 km-zones op de snelwegen met als doel dat het verkeersbeeld rustiger wordt</li> </ul>	Beperkt. Emissienormen voor nieuwe auto's worden op EU-niveau besloten. Wat elektrische auto's betreft kan de gemeente wel faciliteren (bijvoorbeeld door oplaadpunten te organiseren). Voor 80 km op de snelwegen ligt de eindverantwoordelijkheid bij het Rijk, als wegbeheerder.
Verduurzamen van de brandstof c.q. energiedrager	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bijmengpercentage biobrandstoffen</li> <li>– Groene stroom voor auto-oplaadpunten</li> </ul>	Beperkt. De gemeente kan bijvoorbeeld geen eisen stellen aan het percentage biobrandstof in de motorbrandstoffen.

Net als bij de andere sectoren, komt een deel van de emissiereductie voor rekening van Rijks- en EU-beleid. De Europese Raad heeft een richtlijn aangenomen die autofabrikanten verplicht tot het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot per gereden kilometer<sup>18</sup>. Daarin is vastgelegd dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot omlaag moet naar maximaal 120 gr/km voor alle nieuwe personenauto's in 2015 en naar 95 gr/km in 2020. Dit grijpt aan op de efficiëntie van auto's, niet op het verkeersvolume (het aantal gereden kilometers).

Het beïnvloeden van gedragskeuzen van mensen m.b.t. mobiliteit blijkt lastig te zijn en mensen ervaren zulke ingrepen vaak als een belemmering van hun persoonlijke vrijheid. Een deel van de vervoerbehoefte vloeit voort uit de situatie dat mensen op en neer reizen tussen hun woon- en werkplaats. Dit wordt beïnvloed door ruimtelijke ordeningsbeleid en is ook sterk cultuurafhankelijk. Het aanbrengen van veranderingen in die situatie vergt veel doorlooptijd.

<sup>18</sup> Bron: EU-richtlijn 2007/0291 (COD).





## 4.2 Strategie CO<sub>2</sub>-reductie bij 'Schoon vervoer'

Amsterdam kiest voor fiets en Openbaar Vervoer en zet voor de personenauto in op een transitie richting elektrisch vervoer. Dit pakket biedt technisch de mogelijkheid om te komen tot een forse CO<sub>2</sub>-reductie en leidt tegelijkertijd tot minder uitstoot van luchtverontreinigende stoffen (fijn stof en stikstofdioxide) en tot minder verkeerslawaai. Schoon vervoer is daardoor niet alleen van belang voor een beter klimaat, maar ook voor een gezonde lucht. Voor het buitenstedelijk zwaar vervoer wordt waterstof als kansrijke energiedrager gezien.

### Korte termijn

Op het gebied van verkeer en vervoer gebeurt in Nederland en Amsterdam al het nodige, zoals het voeren van een autoluw beleid, betaald parkeren, stimuleren van fiets en OV, et cetera. Met andere woorden, verkeer en vervoer is een volwassen beleidsterrein en vrijwel alle zaken die in deze paragraaf worden genoemd, zijn op een of andere manier al in voorbereiding of in uitvoering.

De gemeente Amsterdam koopt bijvoorbeeld groene stroom in voor alle trams en metro's. Binnen de gemeente wordt gewerkt aan differentiatie van parkeertarieven naar CO<sub>2</sub>-emissie van voertuigen, waardoor de aanschaf van schonere voertuigen gestimuleerd wordt. Verder liggen er initiatieven om een 'modal shift' van het personen- en goederenvervoer naar schonere vormen te bewerkstelligen. Daarbij wordt gedacht aan het prioriteit geven aan langzaam verkeer en OV (bijv. het 'Rode Loper'-project), het stimuleren van fiets- en OV-gebruik en het bundelen en concentreren van goederenstromen.

Verder bestaan er beleidsplannen waarvoor Rijkswetgeving aangepast zou moeten worden. Een beperking van de snelheid tot 80 km/u op de A10 West bestaat reeds, maar zou bijvoorbeeld kunnen worden uitgebreid naar de hele ring en de Gaasperdammerweg. Indien een dergelijke maatregel leidt tot een rustiger verkeersbeeld, dan leidt dat tegelijkertijd tot een lager brandstofgebruik en lagere emissies (en daardoor ook tot een betere luchtkwaliteit). Verder kan het Rijk financiële instrumenten inzetten zoals verhoging van de brandstofaccijnzen en differentiatie van de BPM naar CO<sub>2</sub>-emissie gebruiken om de aanschaf van schonere voertuigen te stimuleren. Verschillende overheden kunnen gezamenlijk zorg dragen voor communicatiecampagnes ter stimulering van het 'nieuwe rijden', zowel bij burgers als binnen de eigen organisatie.

Op het gebied van Ruimtelijke Ordening wordt ook gewerkt aan (nog) betere integratie van OV in nieuwbouwingebieden en aan het faciliteren van de fiets. Dit is bestaand beleid in de gemeente. De resultaten daarvan worden op langere termijn merkbaar.

In totaal zal dit pakket een verwachte CO<sub>2</sub>-reductie van ongeveer 200 kton bewerkstelligen.

### Middellange termijn

Er bestaan ook maatregelen waarvoor de ideeën nu op tafel liggen, maar die wat meer tijd nodig hebben voor uitwerking, bijvoorbeeld in de vorm van onderzoek of het ontwikkelen van wetgeving. De gemeente Amsterdam steunt het 'Anders betalen voor mobiliteit' (voorheen ook wel aangeduid als 'rekeningrijden'). Dit betreft een nationale heffing per gereden kilometer die waarschijnlijk per 2012 ingevoerd gaat worden voor het vrachtverkeer en in 2017 voor het personenvervoer. Invoering hiervan is een Rijksaangelegenheid. Amsterdam wil daarbij graag een koplopersrol vervullen en start daarom met de 'Proef Betaald Rijden', waarin deelnemers gaan betalen voor



autokilometers, maar geld kunnen overhouden als zij voor alternatieven kiezen. Verder wordt autodelen gestimuleerd en worden meer 'Park and Ride'-locaties aangelegd.

Naast het verminderen van het autogebruik, wordt ook ingezet op het schoner maken van de autokilometers die toch gereden worden. De EU is verantwoordelijk voor o.a. normering van CO<sub>2</sub>-emissies van voertuigen en de geleidelijke aanscherping daarvan. De ontwikkeling van intelligente verkeerssystemen kan verkeersopstoppingen verminderen en daarmee schoner verkeer als resultaat hebben. De gemeente zet verder in op de ontwikkeling van hybride OV-bussen, energieoptimalisatie van trams, goederenvervoer over het water en dergelijke.

Deze maatregelen leiden tot een additionele CO<sub>2</sub>-reductie van circa 215 kton.

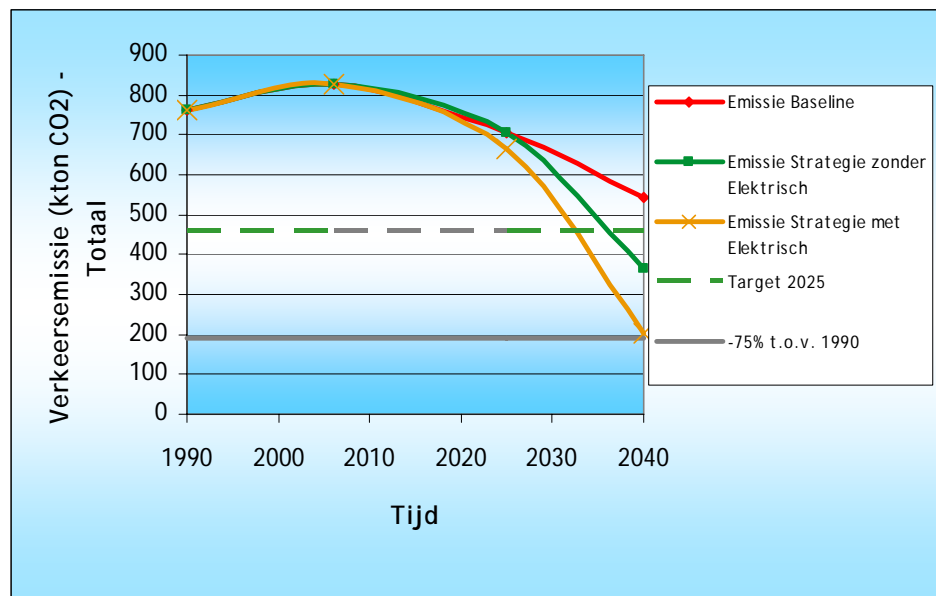
### Lange termijn

De internationale gemeenschap heeft plannen om de scheepvaart te integreren in het Europese emissiehandelssysteem.

Voor het zware buitenstedelijke vervoer kan waterstof de energiedrager van de toekomst zijn. De gemeente werkt in coalitieverband mee aan pilotprojecten met waterstof, in 2015 wordt op basis van evaluaties besloten over dit beleid (Ecofys, 2008). De lange termijn maatregelen leiden tot een additionele CO<sub>2</sub>-reductie van ongeveer 50 kton.

De totale reductie in CO<sub>2</sub>-emissie in 2040 zou daarmee komen op circa 465 kton CO<sub>2</sub>, of 61 % ten opzichte van 1990.

Figuur 18 Verloop van de Amsterdamse CO<sub>2</sub>-emissies voor de sector 'Verkeer en vervoer' van 1990 tot 2040



### 4.3 Elektrisch vervoer

De hierboven genoemde maatregelen omvatten met name 'klassieke' middelen om het gebruik van de auto of de emissies daarvan te verminderen. De gemeente Amsterdam heeft daarnaast ambitieuze plannen voor een meer fundamentele verandering van het vervoerssysteem: een omschakeling naar elektrisch vervoer. De gemeente wil de komende jaren enkele honderden oplaadpunten voor elektrische auto's installeren en zelf een deel van haar wagenpark elektrisch laten rijden. Voor 2040 bestaat de ambitie om 200.000 elektrische voertuigen te laten rijden (Amsterdam, 2009b).

Vanwege de beperkte ervaring met elektrische voertuigen op dit moment, is het niet eenvoudig te berekenen wat de CO<sub>2</sub>-reductie is die gepaard gaat met deze grootschalige omschakeling naar elektrisch rijden. Dit hangt o.a. af van de toekomstige emissies van verbrandingsmotoren, de elektriciteitsmix en de grootte en efficiëntie van de elektrische auto's. Op dit moment stoten auto's met verbrandingsmotoren ongeveer 190 gr CO<sub>2</sub> per kilometer uit op doorgaande wegen (tank-to-wheel). In de stad is deze uitstoot hoger, met ongeveer 260 gr/km. Gewogen naar het soort gereden kilometers (snelweg of bebouwde kom) komt dat in Amsterdam neer op een gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissie van ongeveer 244 gr/km (CE, 2009b). Uitgaande van een emissie van ongeveer 180 gr/kWh voor elektriciteitsopwekking in 2040 en een gemiddeld verbruik van 0,175 kWh per gereden kilometer, zou de CO<sub>2</sub>-uitstoot van een elektrisch voertuig in 2040 32 gr/km zijn. Daarbij is er, net als bij de berekeningen voor de sector Gebouwen, van uitgegaan dat de emissies per kWh in 2040 met 70% zijn gedaald ten opzichte van nu. Verder is aangenomen dat 90% van de gereden kilometers binnen de bebouwde kom elektrisch zijn in 2040 en 50% op de hoofdwegen. Dit zou dan een extra emissiereductie van 150 kton CO<sub>2</sub> opleveren.

De totale CO<sub>2</sub>-emissie van het verkeer zou dan komen op ongeveer 215 kton CO<sub>2</sub>. In Figuur 18 zijn de effecten van de verschillende maatregelen weergegeven. Daarbij is ook getoond wat het emissieniveau zou zijn als de sector verkeer en vervoer in 2040 een emissiereductie van 75% ten opzichte van 1990 zou hebben (i.e. een CO<sub>2</sub>-emissie van 190 kton).

### 4.4 Bebouwde kom versus hoofdwegennet

De invloed die de gemeente kan uitoefenen op de vervoermodaliteiten en de emissies daarvan is groter in de bebouwde kom dan op het hoofdwegennet (de snelwegen). 40% van de vervoeremissies komen van 'snelwegkilometers' op het grondgebied van Amsterdam. Om die reden is nagegaan wat de genoemde maatregelpakketten voor effect hebben op de vervoeremissies van beide wegsoorten op het grondgebied van Amsterdam.

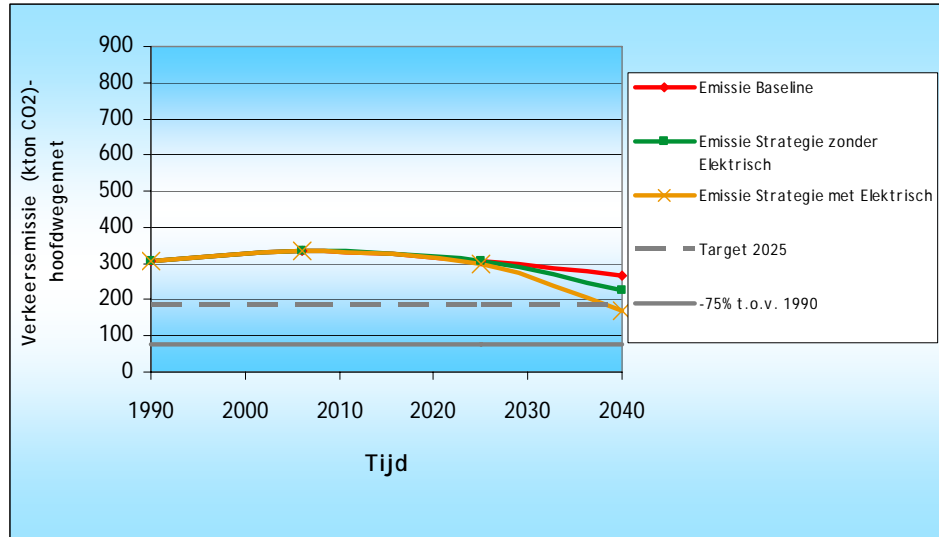
Één oorzaak van deze verminderde invloed is dat een groter aandeel van de kilometers op de Rijkswegen gereden wordt door mensen die niet in Amsterdam wonen. Een tweede oorzaak is dat zaken als 'Anders betalen voor mobiliteit' en de maximumsnelheid op het hoofdwegennet, een Rijks-aangelegenheid zijn en daarmee buiten de jurisdictie van de gemeente Amsterdam vallen.

Indien de reducties gesplitst worden naar deze twee wegtypes, wordt duidelijk dat de procentuele emissiereductie van het maatregelpakket binnen de bebouwde kom ruim 75% bedraagt (zie Figuur 19) en dat dat niveau op het hoofdwegennet niet in beeld komt (zie Figuur 20). De oorzaak ligt met name in

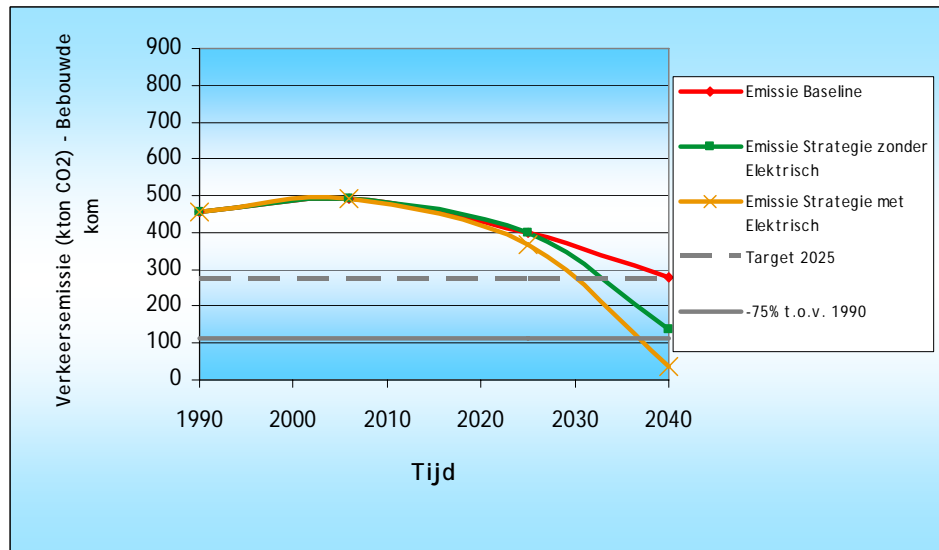


de hogere emissies op de snelwegen en aan het verwachte lagere aandeel elektrisch vervoer op de snelwegen in 2040. Acties om de emissies op de snelwegen verder omlaag te brengen moeten naar verwachting in regioverband worden genomen en in afstemming met de wegbeheerder (het Rijk).

Figuur 19 Verloop van de Amsterdamse CO<sub>2</sub>-emissies binnen de bebouwde kom, van 1990 tot 2040



Figuur 20 Verloop van de Amsterdamse CO<sub>2</sub>-emissies op het hoofdwegennet, van 1990 tot 2040



## 4.5 Acties gemeente Amsterdam

De gemeente Amsterdam voert op het gebied van verkeer en vervoer zoals beschreven al veel beleid uit of heeft dat in voorbereiding. Het beleid richt zich zowel op resultaten voor de kortere en de langere termijn. De lange termijn transities vergen uiteraard ook al maatregelen op de korte termijn, zoals pilotprojecten.

Met betrekking tot reductie van CO<sub>2</sub>-emissies van verkeer en vervoer zijn de maatregelen specifiek:

### Gericht op korte termijn (tot 2015)

- Autoluw-beleid;
- differentiatie van parkeertarieven;
- stimuleren van Openbaar vervoer en fiets (o.a. Rode Loper-project);
- bundelen en concentreren van goederenstromen;
- 80 kilometer op de Rijkswegen op Amsterdams grondgebied (i.o.m. het Rijk);
- OV-beleid vanaf het begin integreren in ruimtelijke ordening bij nieuwbouwlocaties.

### Gericht op middellange termijn (2015-2025)

- Anders betalen voor mobiliteit (i.s.m. Rijk, Amsterdam kiest koploerspositie);
- aanleg van meer P+R-locaties;
- inzet van hybride stadsbussen;
- energieoptimalisatie van trams;
- goederenvervoer over het water.

### Gericht op lange termijn (2025-2040 en verder)

- Transitie naar elektrisch vervoer (uitvoeren van actieplan elektrisch vervoer);
- uitvoeren waterstof-roadmap voor zwaar vervoer (pilots in samenwerkingsverband, evaluatie in 2015);
- internationale scheepvaart in EU ETS onderbrengen (gemeente Amsterdam steunt deze internationale ontwikkeling).





# 5 Haven en industrie

## 5.1 Inleiding

Onder de noemer 'Haven en industrie' wordt in deze energiestrategie de procesindustrie bedoeld die in de gemeente Amsterdam gevestigd is.

Waar de energiestrategie Amsterdam bij de hoofdsectoren Gebouwen en Verkeer en vervoer de nadruk legt op de te bereiken absolute reductie van CO<sub>2</sub>-emissies, wordt bij de hoofdsector 'haven en industrie' de nadruk gelegd op energie-efficiëntie en op de kansen die de haven biedt voor het verduurzamen van energieketens. De haven: 'energy port' van Amsterdam.

Het havenbedrijf heeft zich gecommitteerd aan de -40% CO<sub>2</sub>-doelstelling in 2025, met daarbij ook betrokken de binnen- en zeescheepvaart. De zeescheepvaart valt overigens onder internationale regelgeving ('IMO'). Het 75%-doel in 2040 voor de stad als geheel wordt ook gesteund. Hoe deze doelen in 2025 en 2040 precies gehaald zullen gaan worden en welk aandeel de industrie in de haven in het 75%-doel kan halen, dat is nog een open vraag en vergt nadere studie. Het havenbedrijf werkt aan een energievisie waarin ook de CO<sub>2</sub>-reductie geadresseerd zal worden. Het gaat daarbij zowel om het verduurzamen van het energiegebruik in de haven, alsook om het verduurzamen van de energie-overslagbedrijvigheid in de haven (kolen en vloeibare brandstoffen). Het jaar 1990 als peiljaar is daarbij overigens wel problematisch, omdat daarvan weinig specifieke gegevens bekend zijn en de haven sindsdien ook flink is uitgebreid in omvang.

De kern van de energiestrategie voor de havens is:

- Zoveel mogelijk transport per schip en rails, in plaats van over de weg.
- Het verduurzamen van de bedrijvigheid die zich nu nog met fossiele energie bezighoudt; de benodigde kennis en infrastructuur daartoe is immers reeds aanwezig).
- Op het gebied van het opwekken van duurzame energie wordt gedaan wat mogelijk en realistisch is, zie ook de paragraaf 'Energy Port'.
- Bij selectie en acquisitie van nieuwe bedrijven voor het havengebied wordt gekozen voor die bedrijven die duurzaam en innovatief zijn.
- Aansluitend daarop: In de ruimtelijke ordening van de haventerreinen proberen om bedrijven zodanig te selecteren en te acquireren dat kringlopen gesloten worden. Dat is breder dan alleen energie, het gaat ook om stofkringlopen. Er wordt daarbij ook breder gekeken dan naar alleen havengebied Amsterdam, ook bijvoorbeeld havengebied Zaandam wordt daarbij betrokken, de blik is op de gehele metropoolregio gericht.
- Voor de emissies van de scheepvaart wordt ingezet op het aanbieden van walstroom, voor zowel binnenvaart als voor zeeschepen (incl. cruiseschepen). Dit scheelt CO<sub>2</sub>-emissies van de schepen, die anders stookolie in eigen aggregaten verstoken.



## 5.2 'Energy Port'

De haven biedt kansen voor duurzame energie opwekking en voor een deel zijn die kansen al gepakt.

Op het grondgebied van de gemeente Amsterdam, met name in het havengebied, staan al windturbines met een totaal vermogen van 67 MW. Het realistisch potentieel voor windenergie bedraagt 180 MW in 2015 (68% van het technisch potentieel) en 270 MW in 2025 (100% van het technisch potentieel). Na 2025 groeit het technisch potentieel omdat er steeds grotere windturbines op de markt komen. Daarbij is rekening gehouden met ruimtelijke en andere beperkingen die er in de haven zijn. De gemeente wil via ruimtelijke ordening en vergunningverlening maximaal ruimte bieden aan toepassing van windenergie, daarbij rekening houdend met de andere belangen.

De strategie is gericht op het plaatsen van steeds grotere turbines. Richting 2040 is de inschatting dat in het havengebied een 53-tal grote windturbines van 7 MW elk zouden kunnen zijn opgesteld, waarbij bestaande turbines aan het eind van hun levensduur worden vervangen door grotere types die dan op de markt zijn.

Het afvalenergiebedrijf AEB staat ook in het westelijk havengebied. Uit afval wordt hier zowel elektriciteit als warmte geproduceerd.

Tabel 4 Huidige energielevering door AEB en prognose voor 2025

Jaar	Doorzet afval (kton)	Levering elektriciteit aan derden (TJ)	Levering warmte (TJ)	Levering totaal (TJ)
2007	1.246	2.484	216	2.156
2010	1.360	3.310	970	4.280
2025	1.360	3.250	1.350	4.600

Bron: CE, 2008.

Vanwege de organische fractie in het afval is 47% van de geproduceerde elektriciteit en warmte duurzaam. De rioolwaterzuivering is naast het AEB gepositioneerd. Vrijkomend rioolzuiveringsgas wordt ingezet voor verbranding en aldus voor elektriciteit- en warmteproductie. De warmte van AEB wordt gebruikt om riolslib te drogen, en het riolslib kan weer worden meegestookt in de afvalovens van AEB. Aldus is een mooie symbiose ontstaan, waardoor een grote hoeveelheid - deels duurzame - energie geproduceerd wordt. De warmteproductie van de AEB wordt gebruikt om kantoren en andere gebouwen in Westpoort van warmte te voorzien, en het leidingnet zal ook worden doorgetrokken naar de Westelijke Tuinsteden om daar de woningen te verwarmen. Op een mogelijke koppeling tussen het 'AEB-warmtenetwerk' (van Westpoort Warmte) en het warmtenetwerk vanaf de Diemencentrale wordt nog gestudeerd. Mogelijk kan ook een nieuw te bouwen (gas)centrale op het Hemwegterrein op het netwerk worden aangesloten, als derde grote rest- c.q. aftapwarmtebron.

Het havengebied biedt ook kansen voor grootschalige toepassing van zon-PV, bijvoorbeeld op de grote loodsen in het gebied. De gemeente kiest hier, net als bij toepassing van zon-PV in de rest van de stad, voor het volgen van de leercurve.

Tot slot zien het havenbedrijf en de daar gevestigde industrieën die zich met fossiele brandstoffen bezighouden mogelijkheden om geleidelijk over te





schakelen op biobrandstoffen. De haventerreinen en faciliteiten lenen zich goed voor opslag en overslag van biomassa, die uiteraard aan de daarvoor opgestelde duurzaamheidscriteria moet voldoen. Op termijn is een combinatie met waterstofproductie mogelijk. Deze opties worden nader verkend in het samenwerkingsverband op waterstofgebied waar de gemeente Amsterdam deel van uitmaakt.

### 5.3 Energie-efficiënte (proces)industrie

De procesindustrie wordt geacht om zo efficiënt mogelijk te produceren. De gemeente Amsterdam probeert niet om een absolute bovengrens aan de CO<sub>2</sub>-emissie voor deze sector te bereiken, om reden dat het niet zinvol is als de gemeente dit alleen doet. Waar van toepassing zal de ruimte die de wet Milieubeheer biedt gebruikt worden om efficiënte technieken te doen hanteren. De meeste industrieën hebben zich sectorgewijs gebonden in MeerJarenAfspraken (MJA) om aan CO<sub>2</sub>-emissiereductie te werken. Voor de allergrootste industrieën en de elektriciteitsproductiesector (waaronder ook de Hemweg-centrales vallen) geldt het cap-and-trade-systeem van het Europese emissiehandelssysteem EU ETS. De verwachting is dat geleidelijk ook andere sectoren onder dat plafond zullen worden gebracht. Het energiegebruik van de procesindustrie (met name elektriciteit, maar op termijn ook gas) zal geleidelijk gepaard gaan met minder CO<sub>2</sub>-emissies en verduurzamen, onder druk van nationale en EU-regelgeving. Het is mogelijk dat CO<sub>2</sub>-afvang en opslag (CCS) als tijdelijke maatregel in de haven zal worden toegepast.

Een belangrijke industrie in Amsterdam vormen de ICT-bedrijven. Formeel geen procesindustrie, maar wel zeer energie-intensief. Vooral vanwege de hoge opgenomen elektrische vermogen van de datacentra voor de elektrische apparatuur en voor de bijbehorende koeling daarvan. De gemeente heeft samen met de Amsterdamse ICT-sector het 'Green-IT initiatief' gestart.

### 5.4 Acties voor de gemeente Amsterdam

De belangrijkste uitdaging voor de haven en de daar gevestigde procesindustrie is om een onderbouwde, concrete en gedragen energievisie op te stellen, waarin duidelijk wordt gemaakt hoe het CO<sub>2</sub>-reductiedoel van -40% in 2025 wordt gehaald en welk deel de haven en de industrie kan bijdragen aan het -75%-doel in 2040. De benoemde acties gelden voor de korte termijn (tot 2015), maar de uitvoering er van loopt door tot 2040 en verder.

De concrete acties zijn:

1. Energievisie opstellen voor de haven en de daar gevestigde procesindustrie, met als doel de transformatie tot duurzame 'energy port'. Met als onderdeel daarvan o.a. sluiten van kringlopen (van zowel energie als stoffen), biobrandstoffen en overslag van (onderdelen van) windturbines.
2. Bestuurlijk vaststellen van de ambitie voor windenergie in de haven voor 2015, 2025 en 2040.





# 6 Duurzame energie en efficiënt fossiel

## 6.1 Inleiding

De strategiekeuzes zoals die per sector beschreven zijn, zoals bijvoorbeeld klimaatneutrale nieuwbouw en 'Label B' voor de bestaande bouw, geven wel houvast voor de berekeningen van de CO<sub>2</sub>-emissies, maar laten verschillende technische opties open om die doelen mee te behalen. Bovendien is het voor de gemeente van belang om te zien wat het eigen aandeel in de opwekking van duurzame energie kan zijn en welk aandeel 'van buiten' zal moeten komen.

Voor deze energiestrategie en voor de Structuurvisie Amsterdam is het dan ook van belang dat op bepaalde technieken nader wordt ingezoomd. Omdat ze belangrijke gemeentelijke keuzes en beleid vergen en/of omdat ze ruimtelijke implicaties hebben. Zulke technieken zijn onder andere:

- windenergie;
- zon-PV;
- warmtedistributie, inclusief de grote warmtebronnen;
- (de toekomst van) gasdistributie
- Koude/warmteopslag (KWO);
- inzet van biomassa;
- CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (CCS).

Deze worden in dit hoofdstuk besproken.

Amsterdam kiest er voor om het eigen energiegebruik waar mogelijk zelf duurzaam op wekken. Op die manier geeft Amsterdam haar koplopersrol vorm en geeft het goede voorbeeld. Het levert ook een verminderde afhankelijkheid op van fossiele energie, meer werkgelegenheid en lagere energiekosten voor burgers en bedrijven (zie ook hoofdstukken 1 en 2).



Tabel 5 Overzicht van de ambities op het gebied van duurzame energie, voor 2015, 2025 en 2040

	2010-2015	2015-2025	2025-2040
Wind	68% van het potentieel = 183 MW, mits het potentieel in de haven maximaal benut wordt	100% van potentieel = 270 MW, mits potentieel in de haven maximaal benut wordt, anders 40% = 100 MW. Productie: 540 GWh	Vervanging van oude turbines door grotere, meer efficiënte turbines (nieuwe innovaties). Een nieuwe fase, waarin windpotentieel weer naar boven kan worden bijgesteld (7MW turbines). Mogelijk tot een niveau van 53*7 MW= 371 MW. Productie: 742 GWh
Zon-PV	5% van landelijke SDE-subsidiebudget in de periode; 0,1 PJ/jaar in 2015	2015 - 2020: 5% van landelijk SDE-subsidie-budget in deze periode. 2020-2025: Gedeeltelijke netpariteit (rond 2020) voor huishoudens. Cumulatief totaal 0,6 PJ/jaar in 2025. Productie: 69 GWh	Netpariteit ook voor andere gebruikers, totaal cumulatief zon-PV in 2040 zonnestroom ca. 9 PJ/jaar. Productie: 1.035 GWh
KWO	25% in 2015 = 0,05 PJ	75% in 2025 = 0,15 PJ	100% in 2040 = 0,2 PJ

Daarnaast is er nog de duurzame energieproductie van het AEB in het havengebied (zie hoofdstuk 5). 47% van de totale energieproductie van AEB is van biogene oorsprong en dus duurzaam (SenterNovem, 2006). Het duurzame deel in de elektriciteitsproductie van AEB bedraagt 424 GWh per jaar<sup>19</sup>.

Het totale elektriciteitsgebruik op het grondgebied van de gemeente Amsterdam in 2008 bedroeg 4.114 GWh<sup>20</sup>. De ambitie zoals weergegeven in Tabel 5 voor duurzame elektriciteitsopwekking door windturbines, zon-PV en het AEB op Amsterdams grondgebied bedraagt in totaal ruim 1.000 GWh in 2025 en 2.200 GWh in 2040. *Oftewel: bij gelijkblijvend elektriciteitsgebruik zal het aandeel duurzame elektriciteit 'van eigen bodem' in Amsterdam in 2025 op 25% liggen en in 2040 op 54%. Wordt dezelfde som uitgevoerd met alle energiegebruik in de stad en alle duurzame opwekking (dus incl. KWO en het duurzame deel in de warmtelevering van AEB) dan komen die aandelen uit op 13% in 2025 en 26% in 2040. Daarbij is aansluiting van andere duurzame warmtebronnen dan het AEB op de warmtenetten nog niet meegenomen, evenals een mogelijke productie van groen gas of duurzame biobrandstoffen.*

## 6.2 Windenergie

Windenergie op land is in Nederland één van de meest kosteneffectieve duurzame energietechnieken, zij het nog wel iets duurder dan elektriciteit uit een grote energiecentrale. Nederland heeft ambitieuze plannen voor wind: 6.000 MW op land en 6.000 MW op zee, waarbij de capaciteit op zee later nog

<sup>19</sup> De 47% biogene fractie in de brandstof van het AEB, en de CO<sub>2</sub>-reductie elders t.g.v. de elektriciteitsproductie van AEB, zijn beide al verdisconteerd in het netto-emissiecijfer van AEB (zie CE, 2008) zoals opgenomen in de emissiecijfers van Amsterdam. De CO<sub>2</sub>-reductie t.g.v. de warmteproductie van AEB is daarin zichtbaar als vermindering van het gasgebruik in de sector 'gebouwde omgeving'.

<sup>20</sup> 1 GWh is 1 miljoen kWh (kiloWatt-uur).



door zal groeien (VROM, 2007). De groei van wind op land wordt met name geremd door ruimtelijke ordeningsbelemmeringen en vergunningen-problematiek. Amsterdam wil haar steentje bijdragen aan het realiseren van de windenergie doelstellingen op land. In met name het westelijk havengebied van Amsterdam staat al 67 MW aan windturbines opgesteld. Het realiseerbaar potentieel aan windenergie in Amsterdam bedraagt 270 MW in 2025. Na 2025 breekt een nieuwe fase aan waarbij op bestaande locaties aanmerkelijk grotere windturbines kunnen worden geplaatst, die dan op de markt zullen zijn. Het technisch potentieel stijgt dan naar  $53 \times 7 = 371$  MW.

De bijdrage van kleine windturbines op en aan gebouwen zal naar verwachting relatief klein blijven.

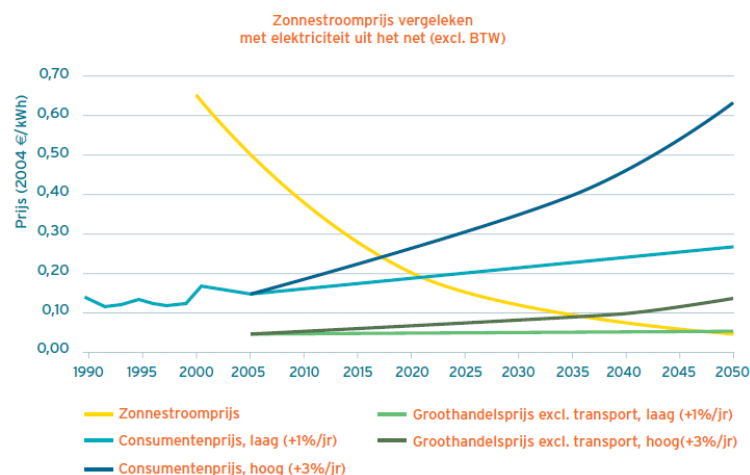
### Acties gemeente Amsterdam (Wind)

1. Bestuurlijk vaststellen van de ambitie voor windenergie in de haven.

## 6.3 Zon-PV

Duurzame elektriciteitsopwekking met zonnepanelen (zon-PV) is bij uitstek geschikt voor toepassing in de gebouwde omgeving, omdat het geïntegreerd kan worden op gebouwen. De kostprijs van zon-PV daalt nog altijd gestaag, door opschaling en bijbehorende innovaties van de wereldwijde productie van zonnecellen, maar ook door innovaties aan de inpassingszijde. De verwachting is dat rond 2020 of wellicht zelfs al eerder de zonnestroomprijs gelijk wordt aan de prijs die consumenten betalen voor stroom uit het net, de zogenaamde netpariteit. Na dat tijdstip, bij verdergaande kostenreductie, is een investering in zonnepanelen dus rendabel voor consumenten, zonder subsidie. Op dit moment wordt de markt voor zon-PV gelimiteerd door de beschikbare subsidiegelden. Na het bereiken van netpariteit wordt een schaa sprong verwacht. In zuidelijker gelegen landen, met meer zoninstraling per jaar, treedt het moment van netpariteit al eerder op. Voor grootgebruikers van elektriciteit treedt het punt van netpariteit later op dan 2020 en mede afhankelijk van de ontwikkeling van de elektriciteitsprijzen op de groothandelsmarkt.

Figuur 21 Zonnestroomprijs vergeleken met elektriciteit uit het net (excl. BTW)



Bron: 'Naar een duurzame energievoorziening; transitiepad fotovoltaïsche zonne-energie', Platform Duurzame Elektriciteitsvoorziening.



Het technisch potentieel van zon-PV in een stad als Amsterdam is zeer groot. De relevante vraag is wat het realiseerbaar potentieel is en in welk jaar welk deel van dat potentieel gerealiseerd zou kunnen zijn. In een recent rapport worden daar uitspraken over gedaan (BCG, 2009).

Voor de periode tot het bereiken van netpariteit is de realisatie van het potentieel beperkt door de beschikbare subsidiebudgetten van de Rijksoverheid. De gemeente Amsterdam wil daarvan een evenredig deel (5%) benutten voor zon-PV in Amsterdam. Na 2020 wordt de toepassing van zon-PV voor meer en meer marktsegmenten een zelfdragende markt en kan de realisatie groeien tot aan het geraamde potentieel.

#### **Acties gemeente Amsterdam (zon-PV)**

1. Vaststellen en uitvoeren van plannen m.b.t. schaa sprong duurzame energie.
2. Zelf het goede voorbeeld geven door zon-PV toe te passen op de gemeentelijke gebouwen en daar breed over te communiceren.
3. Publiekscampagnes opzetten en uitvoeren.
4. De ambitie voor zon-PV in Amsterdam bedraagt (uitgedrukt in vermeden primaire energie): 2015: 0,1 PJ, 2025: 0,6 PJ, 2040: 9 PJ. Dit correspondeert met een elektriciteitsproductie van 69 GWh in 2025 en 1.035 GWh in 2040.

### **6.4 Warmtedistributie en warmtebronnen**

In Amsterdam wordt in 2009 aan ca. 45.000 woningequivalenten warmte geleverd door middel van een stadswarmtenet. De grote overmaat aan restwarmte van de elektriciteitsproductie rond de stad zou qua volume voldoende zijn om de gehele stad van warmte te voorzien en het gebruik van gas overbodig te maken. De collectieve warmtenetwerken hebben als huidige hoofdbronnen: het gemeentelijke Afvalenergiebedrijf (AEB) en de Diemercentrale van Nuon. In de toekomst zal ook de nieuw te bouwen gasgestookte energiecentrale aan de Hemweg worden aangesloten. Het warmtenetwerk groeit met circa 4.000 aangesloten woningequivalenten per jaar.

Het College van B & W heeft in 2008 de ambitie uitgesproken om in 2025 te komen tot 100.000 aangesloten woningequivalenten en de realisatie van een warmtering tussen de drie Amsterdamse elektriciteitscentrales. In de concept-structuurvisie 2040 is voor de warmtelevering een ambitie van 200.000 woningequivalenten opgenomen. Belangrijk is dat stadswarmte in tegenstelling tot de meeste technieken niet alleen toepasbaar is in de nieuwbouw maar ook geschikt is voor de bestaande bouw. Tevens is stadswarmte combineerbaar met diverse typen van koudelevering. In stadswarmte wijken komt geen (aard)gasdistributienetwerk.

De CO<sub>2</sub>-reductie per woningequivalent van warmtelevering bedraagt op dit moment ongeveer 50 tot 80% ten opzichte van een CV-ketel. Dit is vooral afhankelijk van de warmtebron. Conservatief geschat is dat een reductie van circa 1 ton CO<sub>2</sub> per woningequivalent per jaar. Het realiseren van de ambitie van 200.000 aangesloten woningequivalenten in 2040 reduceert de jaarlijkse CO<sub>2</sub>-uitstoot dus met ca. 200.000 ton CO<sub>2</sub>. Verdere groei van het aantal aangesloten woningen richting het Centrum en verduurzaming tot uiteindelijk 100% groene warmtelevering leidt direct tot hogere reductiecijfers. Warmtedistributie heeft als strategisch voordeel dat er bij de afnemers geen



CO<sub>2</sub>-emissies vrijkomen, zodat op centrale punten gewerkt kan worden aan stapsgewijze verduurzaming van de keten.

Figuur 22 Toekomstimpresie van het stadswarmtenet van Amsterdam, met gesloten ring, waarin de afzetgebieden van de warmte zijn aangegeven, alsook de grootste productielocaties



Voor de toekomst tot 2040 zijn op het gebied van de warmtelevering twee zaken belangrijk:

- snelle en grootschalige uitrol van het collectieve (ring)netwerk: dit is een financieel-organisatievraagstuk;
- verduurzaming van de bronnen, netwerk en afnemers: de 'Innovatieagenda stadswarmte Amsterdam'.

De uitrol van een collectief warmtenetwerk is vergelijkbaar met de aanleg of vervanging van een rioolstelsel. Bij de (kostbare) aanleg zijn vele partijen betrokken en de overlast tijdens de aanleg is groot. Na ingebruikname vergt het systeem gering onderhoud.

De huidige wet- en regelgeving stelt hoge eisen aan de maximale warmtetarieven voor de gebruiker. Schaalgrootte uit kosten oogpunt is daarom bepalend voor de financiële rentabiliteit van nieuwe projecten. Een snelle en ook grootschalige uitrol om de uitgesproken ambities te realiseren is dus een complex financieel-organisatorisch vraagstuk in de transitie van gasdistributie naar de gebouwen naar warmtedistributie naar de gebouwen.

Naast de complexiteit van de uitrol is de verduurzaming van de warmtelevering een belangrijke opgave. Hiervoor is het nodig een innovatieagenda op te stellen. Deze innovatieagenda moet als einddoel hebben om 100% groene warmte te gaan leveren via het warmtenet. Dit is een transitie over een groot aantal jaren, het nadenken daarover moet echter wel ter hand worden genomen. Als de huidige aftapwarmteproductie vervangbaar is door duurzame bronnen kunnen de fossielgestookte elektriciteitscentrales worden afgeschakeld zonder dat de warmtelevering in de knel komt.

De hoofdpunten van innovatieagenda voor de transitie van gas via restwarmte tot 100% groene warmte kunnen het best per ketenonderdeel benoemd worden. In algemeenheid is vraagbeperking belangrijk omdat de capaciteit van

de toekomstige duurzame bronnen naar verwachting lager zal zijn dan de huidige overmaat aan restwarmte.

### **Warmtebronnen**

De huidige fossiele bronnen van de restwarmte zijn eindig, maar de voorlopig beschikbare overmaat aan geloosde restwarmte kan gebruikt worden om het netwerk rendabel aan te leggen. Het netwerk zal op termijn nieuwe bronnen moeten krijgen. Hierbij kan gedacht worden aan verschillende opwekkingswijzen: restwarmte bij elektriciteitsproductie van biomassacentrales of groen gas, geothermie, zonthermisch en de warmte uit KWO. De mogelijkheid om dergelijke bronnen grootschalig aan te sluiten op de primaire of secundaire netten zal onderzocht moeten worden. Op termijn zal de temperatuur van levering omlaag moeten zodat nieuwe duurzame bronnen overal op het net kunnen worden aangesloten. Verduurzaming van bronnen leidt per direct tot minder CO<sub>2</sub>-uitstoot.

### **Warmtenetwerken**

Het netwerk kan verduurzaamd worden door het sluiten van de ring. Door nauwe afstemming tussen de bronnen worden (gasgestookte) hulpwarmtecentrales overbodig zonder dat de leveringszekerheid daalt en de meest duurzame bron kan optimaal worden ingezet. De reductie in CO<sub>2</sub>-uitstoot door deze ring wordt geraamd op 70.000 ton CO<sub>2</sub> per jaar. Bij optimalisering in de aanleg kan de inzet van tijdelijke warmtecentrales worden beperkt. Dit vergt hogere zekerheden in de plannings van renovatie en nieuwbouw. Het primaire net tussen bron en de warmteoverdrachtstations in de wijken zal vanwege de uitkoppeling van de huidige centrales en de benodigde transportcapaciteit op hoge temperatuur worden uitgelegd. Het warmteverlies in deze primaire netten is gering. Secundaire netten kunnen wel op lage temperatuur worden uitgelegd. Het warmteverlies in het secundaire netwerk neemt hierdoor af.

### **Warmte-afnemers**

De warmtevraag voor ruimteverwarming zal afnemen door toenemende isolatie en toepassing van lage temperaturen. Toch zal de warmtevraag substantieel blijven, door een stijgende vraag naar warm tapwater voor onder meer douchegebruik en hot fill-apparaten voor de ( vaat)was. In de bestaande bouw zal de warmtevraag altijd groot blijven. Aansluiting kan soms onmiddellijk (bijvoorbeeld door het vervangen van een centrale CV-ketel bij blokverwarming), soms alleen bij grootschalige renovatie. In gebieden die worden voorbestemd voor stadswarmte maar waar op korte termijn nog geen stadswarmtenet zal worden aangelegd zal gekozen kunnen worden voor collectieve verwarmingssystemen. Bij aanleg van het warmtenetwerk kunnen deze complexen vervolgens zonder al te grote ingrepen worden aangesloten.

### **Acties gemeente (stadswarmte)**

1. Schaa sprong stadswarmte realiseren.
2. Voorkeursgebieden stadswarmte aanwijzen (breder: per gebied de voorkeursopties voor (toekomstige) energie-infrastructuur bepalen).
3. Mogelijkheden onderzoeken van stadswarmte in de bestaande stad.
4. Innovatieagenda stadswarmte opstellen en uitvoeren.





## 6.5 Toekomst aardgasdistributie

Als op de langere termijn (2040 en verder) voor geheel Nederland naar CO<sub>2</sub>-emissiereducties van 90% en meer wordt gestreefd conform de IPCC-aanbevelingen, dan is de consequentie daarvan dat op de lange termijn de distributie naar gebouwen van energiedragers met fossiele koolstof, zoals aardgas, daar niet mee te verenigen is. De reden daarvan is dat op gebouwniveau het afvangen en opslaan van de bij verbranding vrijkomende CO<sub>2</sub> niet mogelijk is, iets wat bij de industrie en bij elektriciteitscentrales nog wel tot de mogelijkheden behoort.

Het betekent nadrukkelijk niet dat aardgasdistributie al op *korte* termijn uit de gebouwde omgeving zal verdwijnen. In een belangrijk deel van de bestaande bouw - daar waar vooralsnog geen stadsverwarming wordt toegepast in de stad- zullen naar verwachting nog tenminste twee generaties HR-ketels of HRe-ketels (micro-wkk) zorgen voor een efficiënte verwarming van ruimtes en tapwater. In de klimaatneutrale nieuwbouw in de stad zal aardgasdistributie het eerst uit beeld verdwijnen.

Daarnaast is er nog de mogelijkheid om groen gas te distribueren. Het gaat dan om biogas dat is opgewerkt tot aardgaskwaliteit. En nog een andere mogelijkheid is de distributie van waterstofgas. Waterstofgasdistributie naar gebouwen lijkt echter af te vallen doordat productie van laagwaardige warmte met brandstofcellen vele malen duurder is dan een alternatief zoals het gebruik van omgevingswarmte (met behulp van warmtepompen en elektriciteit). Voor distributie van groengas is het wel nodig dat de daarvoor benodigde biomassa beschikbaar is. Gezien de beperkt beschikbare biomassa-omvang in Nederland en gezien de resterende soorten energievraag en andere processen (zoals metaalindustrie en chemie) waar biomassa ook een rol zou moeten spelen in de energietransitie ligt distributie van biogas voor gebouwverwarmingsdoeleinden in geheel Nederland niet voor de hand. Zeker niet in compact stedelijk gebied waar collectieve warmteopties qua rentabiliteit goed kunnen scoren. Voor de binnenring van Amsterdam zou distributie van groengas echter wel eens de uitzondering kunnen blijken die de regel bevestigt, aangezien de verwachting is dat warmtedistributie in de oude binnenstad op fysieke en financiële problemen kan stuiten. Nadere studie zal dat moeten uitwijzen.

Deze conclusie is puur gebaseerd op een analyse van de consequenties van zware CO<sub>2</sub>-emissiereducties en niet op een analyse van de beschikbaarheid van aardgasvoorraden in Nederland en in de wereld. Recente inzichten laten zien dat, indien de brandstofprijzen stijgen, de mondiaal economisch winbare aardgasvoorraden groter zijn dan tot voor kort gedacht.

## 6.6 Koude/warmteopslag (KWO)

Koude/warmteopslag (KWO) is een inmiddels gangbare techniek waarbij warmte en/of koude wordt opgeslagen in watervoerende aardlagen (zgn. aquifers). Met name voor gebouwen die 's zomers actief gekoeld worden en 's winters actief verwarmd (zoals kantoren en zieken- en verzorgingshuizen) is dit een veel toegepaste techniek, waarbij een doublet aan boringen wordt toegepast en het systeem een winter- en een zomerbedrijf kent. Het systeem wordt veelal uitgerust met warmtepompen om de vereiste temperaturen in de gebouwen te verkrijgen. In de gebouwen wordt dan gewerkt met laag-temperatuurverwarming. De energiebalans in de ondergrond dient bewaakt te worden.

Op locaties waar veel gebouwen met KWO worden uitgerust kunnen de verschillende systemen elkaar in de weg zitten. Regie is nodig om op die



locaties tot een optimale inpassing te komen. Ook is het mogelijk om met een centraal KWO-systeem te werken, waarop de verschillende gebouwen vervolgens aansluiten. Op de Oostelijke Handelskade is zo'n systeem gerealiseerd en wordt daar ervaring mee opgedaan.

De combinatie van KWO met stadswarmte kan problematisch zijn. Aangezien stadswarmteprojecten een sterke regie van de gemeente kennen, is het aan de gemeente om te bepalen welke energie-infrastructuren in welk gebied de voorkeur hebben. De gemeente Amsterdam kiest er voor om stadswarmte prioritair in te zetten daar waar mogelijk, met KWO als tweede optie. Potentieelramingen voor KWO binnen de gemeente Amsterdam zijn op die prioriteitstelling gebaseerd. In de toekomst zijn tot slot ook koppelingen mogelijk tussen collectieve KWO-netten en stadswarmtenetten.

Het potentieel voor KWO in Amsterdam bedraagt een besparing op primair energiegebruik van in totaal 0,2 PJ (CE, 2008).

#### **Acties gemeente Amsterdam (koude/warmteopslag)**

1. Bepalen welke energie-infrastructuur in welk gebied de voorkeur heeft.
2. Regievoering toepassen op locaties waar KWO-systemen elkaar in de weg kunnen gaan zitten ('ondergrondse planning').
3. Daar waar KWO de voorkeursoptie is, zal de gemeente door actieve regie de toepassing van KWO bevorderen bij nieuwbouw en bestaande zakelijke gebouwen.
4. De ambitie om het KWO-potentieel te realiseren is 25% per 2015, 75% per 2025 en 100% per 2040.

### **6.7 Inzet van biomassa**

De inzet van biomassa is nog onderwerp van studie en discussie. In het havengebied is momenteel één bedrijf actief op het gebied van biobrandstoffen. Daarnaast bestaat de afvaldoorzet van het AEB voor 47% (op basis van energie-inhoud) uit biomassa, de geproduceerde elektriciteit en warmte van AEB is daardoor voor 47% duurzaam. Tussen AEB en de naastgelegen rioolwaterzuivering bestaat een mooie symbiose op het gebied van energiestromen. Tot slot zijn er op termijn kansen voor koppeling van biomassa en waterstof en voor productie van groen gas uit biomassa. Om richting te geven aan de inzet van biomassa in Amsterdam is de voorgenomen actie om een lange termijn biomassavisie te ontwikkelen.

#### **Acties gemeente Amsterdam (biomassa)**

1. Ontwikkelen van lange termijnvisie voor inzet van biomassa.

### **6.8 Grootschalige elektriciteitsopwekking in en rond Amsterdam**

Op en bij het grondgebied van de gemeente Amsterdam staan een drietal elektriciteitcentrales van energiebedrijf Nuon c.q. Vattenfall, te weten een kolen- en een gasgestookte eenheid bij de Hemweg en een gasgestookte STEG-eenheid bij Diemen, zie Tabel 6.



Tabel 6 Grootschalige elektriciteitsproductie-eenheden van Nuon in en rond Amsterdam

Centrale	Brandstof	Elektrisch vermogen (MWe)	Bouwjaar
Hemweg 8	(Poeder)kool	630	1995
Hemweg 7	Gas, evt. olie	599	1979
Diemen 33	Gas (STEG)	249	1996

De Diemen33-centrale is aangesloten op het stadsverwarmingsnet, de Hemwegcentrales niet. Er bestaan plannen voor nieuw te bouwen gasgestookte centrales voor zowel de locatie Hemweg als de locatie te Diemen. De elektriciteitsproductie en de brandstofkeuze is onderdeel van de Noordwest-Europese productieportfolio-beslissingen van Vattenfall. De gemeente Amsterdam gaat er in principe van uit dat nieuwe elektriciteitscentrales ook op het stadswarmtenet zullen worden aangesloten.

De AVI van Afval Energiebedrijf Amsterdam (AEB) in het westelijk havengebied produceert elektriciteit en warmte uit de verbrandingsenergie van het afval. De verwachting is dat dat in het jaar 2040 nog altijd het geval zal zijn. De AEB-centrale is aangesloten op het stadswarmtenet. De energie-inhoud van het afval is voor 47% van biogene oorsprong ('biomassa'), zodat 47% van de geproduceerde energie als duurzaam wordt aangemerkt (SenterNovem, 2006).

#### Acties gemeente Amsterdam (electriciteitscentrales)

1. Bij nieuwbouw van elektriciteitscentrales er op aandringen dat deze aangesloten worden op het stadswarmtenet.

### 6.9 CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (CCS)

De gemeente ziet de afvang en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS) niet als een duurzame oplossing. Maar waarschijnlijk is het gebruik maken van deze techniek tijdelijk onmisbaar, om de mondiale cumulatieve CO<sub>2</sub>-emissies niet te ver te laten doorschieten en ernstige klimaatschade te voorkomen. In afwachting van de ontwikkeling van (meer en) effectiever duurzame technieken kan met CCS een reductie bereikt worden van de CO<sub>2</sub>-emissies.

In opdracht van het klimaatbureau heeft een inventarisatie van mogelijkheden van afvang en opslag van CO<sub>2</sub> in Amsterdam plaatsgevonden (SPPS, 2008). De uitkomst is dat op het grondgebied van de gemeente Amsterdam momenteel alleen het Afvalenergiebedrijf en de Hemwegcentrale(s) aangemerkt kunnen worden als potentieel interessante bron voor CCS. De overige bronnen zijn te klein, hebben een te lage CO<sub>2</sub>-concentratie en/of hebben een ongunstige ligging ten opzichte van een mogelijke CO<sub>2</sub>-infrastructuur (hoge aansluitkosten). Mogelijk komen in het havengebied nieuwe bedrijven die ook in aanmerking komen. Het afvangpotentieel in 2015 wordt geschat op maximaal 2,3 Mton CO<sub>2</sub>. Uit de potentieelstudie blijkt ook dat nuttig gebruik van de afgevangen CO<sub>2</sub> niet tot de mogelijkheden behoort in het havengebied. Na 2025, als de afvangtechnologie en infrastructuur grootschalig ontwikkeld zijn, komt ook de Nuon-centrale aan de Hemweg in aanmerking voor CO<sub>2</sub>-afvang. Met deze centrale meegerekend bestaat het afvangpotentieel in 2025 uit circa 4,5 Mton CO<sub>2</sub>.

In de energiestrategie van de gemeente Amsterdam wordt de afvang en opslag van CO<sub>2</sub> als tijdelijk instrument gezien.



## 6.10 Ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-emissies per kWh elektriciteit

### 6.10.1 Inleiding

In de CO<sub>2</sub>-emissie-monitoring van Amsterdam is ervoor gekozen om het gebruik van elektriciteit te monitoren en dat te vermenigvuldigen met het CO<sub>2</sub>-kental voor de gemiddelde elektriciteitsopwekking (CE, 2007). Dat kental zal de komende decennia gestaag dalen wegens Europese en nationale doelen en wetgeving op het gebied van CO<sub>2</sub>-emissiereductie en op het gebied van duurzame energie. De elektriciteitsproductiesector valt onder het cap-and-trade-systeem van het EU ETS.

In de bijlage wordt op basis van cijfers van het International Energy Agency nader onderbouwd dat voor het jaar 2040 gerekend kan worden op een emissie per kWh die 70% lager ligt dan de emissie per kWh in 2008. Mogelijke technische invullingen daarvoor zijn brandstofverschuivingen (van kolen naar gas en/of kernenergie), toepassen van CO<sub>2</sub>-afvang en opslag en inzet van duurzame bronnen (biomassa, waterkracht, wind, zon-PV, etc.).

Zoals berekend in paragraaf 6.1 leiden de ambities van Amsterdam in 2040 tot een aandeel van 54% duurzame elektriciteitsproductie 'van eigen bodem' uit wind, AEB en zon-PV. De resterende 16% emissiereductie komt dan van elders.



# 7 Rol van de gemeente

## 7.1 Inleiding

De rol van de overheid met betrekking tot energiebesparing en duurzame energie verandert in de loop van de tijd, nu de volumedoelen gezet zijn en het laaghangend fruit geplukt is. Er blijft altijd stimuleringsbeleid nodig dat gericht is op koploperpartijen die laten zien wat mogelijk is en actief de grenzen verleggen. Daarnaast worden meer en meer beleidsinstrumenten ontwikkeld die gericht zijn op 'het peloton' en op achterblijvers, om te borgen dat iedereen zijn steentje bijdraagt aan het behalen van de belangrijke maatschappelijke doelen met betrekking tot energie en klimaat.

De gemeente Amsterdam wacht niet af maar neemt daarin het voortouw richting lokale actoren zoals bedrijven, woningcorporaties en burgers. De inzet is om partnerschappen te ontwikkelen om de ambities te halen. Dat geldt ook voor de relatie van de gemeente tot de burgers: 'Amsterdam houdt van haar inwoners, inwoners houden van Amsterdam'. Het in deze energiestrategie beschreven beleid is immers ook verstandig sociaal en economisch beleid, waarmee variabele woonlasten uiteindelijk lager worden en waarmee werkgelegenheid wordt geschapen. Daarnaast is er een belangrijke koppeling tussen energiebeleid voor verkeer en vervoer en het beleid voor een betere luchtkwaliteit in de stad en vermindering van geluidhinder.

Amsterdam kiest de rol van koploper bij het implementeren van de noodzakelijke maatregelen, door te faciliteren, enthousiasmeren en te stimuleren. Amsterdam laat zien dat het kan, daarbij gebruikmakend van de mogelijkheden die een grootstedelijke omgeving biedt. Zodat de nationale overheid en waar nodig de EU kunnen volgen met de economische en juridische instrumenten die nodig zijn om te zorgen dat iedereen ook echt mee gaat doen. Waar nodig zal de gemeente in Den Haag en in Brussel pleiten voor effectieve regelgeving en stimulering met betrekking tot energiebesparing en duurzame energie. Daar waar al wet- en regelgeving is op energie- en klimaatgebied zal Amsterdam die ook proactief inzetten en handhaven.

Ook in het ruimtelijk ordeningsbeleid is energie en klimaat een belangrijk thema, denk daarbij bijvoorbeeld aan de planning van openbaar vervoer-voorzieningen bij nieuwbouwlocaties. Amsterdam gebruikt de grondpositie en marktpositie om bij alle nieuwbouw, bestemmingswijzigingen, renovaties et cetera steeds aandacht voor energie efficiëntie en duurzame energie te krijgen, daarbij ook de gebruiksfase betreffend.

De gemeentelijke organisatie geeft zelf het goede voorbeeld door in 2015 volledig klimaatneutraal te zijn en draagt dat ook actief uit naar de burgers en bedrijven in de stad.





# 8 Conclusies en aanbevelingen

## 8.1 Conclusies

De gemeente Amsterdam heeft de ambitie om in 2040 75% minder CO<sub>2</sub> uit te stoten dan in 1990. Die ambitie is in lijn met de aanbevelingen van het internationale IPCC en vloeit voort uit de urgentie van de klimaatproblematiek, de zorg over het opraken van de goedkope fossiele brandstofvoorraden op de wereld en de bijkomende zorg over de effecten van stijgende energieprijzen voor burgers en bedrijven.

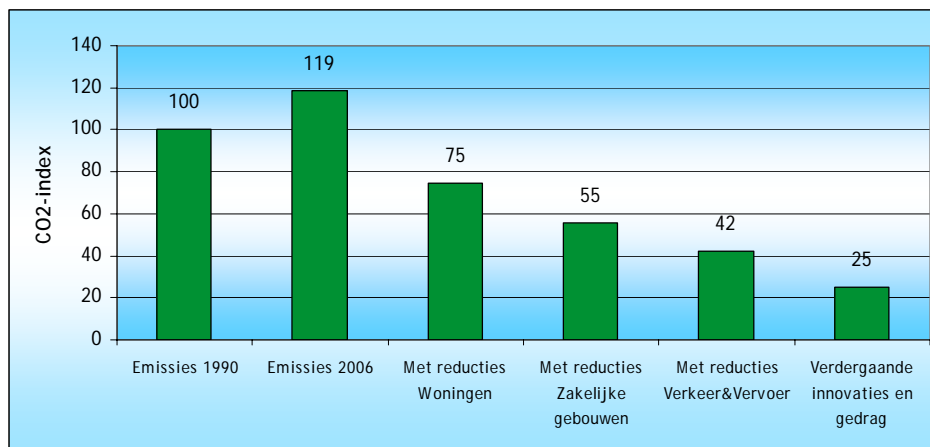
Amsterdam kiest voor het geleidelijk verduurzamen van de energieketens, werkend vanuit het principe van de Trias Energetica. De grondtoon van het beleid is gericht op het principe van 'de vervuiler betaalt', daar waar mogelijk. In eerste instantie wordt het beleid gericht op samenwerking met koploperpartijen. Via dergelijke partnerschappen wordt getoond wat er kan en dat het kan.

De verkenningen welke grote stappen gezet zouden kunnen worden per hoofdsector leiden tot het beeld zoals weergegeven in Figuur 23. De CO<sub>2</sub>-emissies zijn in die figuur uitgezet als index ten opzichte van het emissieniveau in 1990. Uit de figuur blijkt dat de verkende grote stappen leiden tot een CO<sub>2</sub>-index van 42, oftewel 58%-emissiereductie t.o.v. 1990. Daarin is de 19% groei van de emissies tussen 1990 en 2006 reeds verdisconteerd. Bij de cijfers in de figuur hoort de kanttekening dat daarbij forse aannames zijn gemaakt (zie de hoofdstukken in dit rapport), zoals bijvoorbeeld de aanname dat alle bestaande gebouwen een 'Label B' zullen hebben in 2040 en dat alle nieuwbouw vanaf 2015 klimaatneutraal is. Het ambitieniveau komt met deze grote stappen in zicht, maar er is nog meer nodig om het daadwerkelijk te halen in 2040, zoals verdergaande innovaties en ook gedragmaatregelen.

In vervolgstappen zal, mede op basis van kosteneffectiviteiten en in overleg met partners, nader bepaald worden wat de mogelijkheden zijn en welke specifieke maatregelpakketten en beleidinstrumenten voor welke sector ingezet zullen worden. De inspanningen van de gemeente op het gebied van duurzame energieproductie zitten al verwerkt in de cijfers in Figuur 23.



Figuur 23 Overzicht van de maatregelen per sector voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie voor het jaar 2040. De CO<sub>2</sub>-emissie in 1990 is op 100 gezet in de figuur



De inspanningen zijn zeer fors, maar realistisch en noodzakelijk. De effecten van deze energietransitie zullen uiteindelijk iedereen raken. Zowel de koplopers als het peloton.

De cijfers in Figuur 23 en de onderliggende berekeningen, zijn bepaald op basis van huidige stand van zaken met betrekking tot energiegebruik in de stad en de daardoor veroorzaakte CO<sub>2</sub>-emissies. Daarbij is de groei van de gebouwenvoorraad meegenomen conform de prognoses in de Structuurvisie. Bovendien zijn de effecten van de verduurzaming van de elektriciteitsketen integraal opgenomen in die berekeningen. Wanneer de maatregelen worden afgezet tegen de prognose voor 2040 van de CO<sub>2</sub>-emissies op basis van het 'business as usual' (zie Figuur 8) ontstaan de cijfers van Tabel 7. Daarbij moet ten eerste worden aangetekend dat in die prognose is uitgegaan van allerlei gecombineerde trendeffecten waardoor het effect van maatregelen niet goed los van elkaar gezien kunnen worden ten opzichte van de prognosecijfers. En ten tweede dat die prognose is opgesteld voor 2025 en niet voor 2040; de prognosecijfers voor 2040 zijn verkregen door de trends naar 2025 te extrapoleren naar 2040 hetgeen tot overschattingen van de effecten van autonome volumegroei-trends kan leiden, bijvoorbeeld bij de emissiegroei van bedrijven. Dat is tevens de reden waarom de resulterende opgave voor 'verdergaande innovaties en gedragsmaatregelen' in Tabel 7 afwijkt van die in Figuur 23.



Tabel 7 CO<sub>2</sub>-reducties in 2025 en 2040 per maatregel en per onderdeel van de Trias Energetica. De bijdragen van duurzame energieopwekking binnen de stadsgrenzen en van stadswarmte en KWO zijn separaat zichtbaar gemaakt. De cijfers zijn bepaald ten opzichte van de prognosecijfers ('business as usual') voor 2040

Categorie Trias Energetica	Programma-onderdeel	2025 (reducties in kton)	2040 (reducties in kton)
Energiebesparing	Besparing bestaande woningen	200	375
	Klimaatneutrale woningbouw	100	175
(1.225 kton in 2040)	Besparing bestaande bedrijven	250	475
	Klimaatneutrale bedrijfsgebouwen	100	200
Duurzame energie	Windenergie	350	500
	Zonne-energie	50	650
(1.800 kton in 2040)	Autonome vergroening grijze stroom	600	650
Efficient fossiel	Stadsverwarming en KWO	150	300
	Verkeer en Vervoer	200	600
(900 kton in 2040)			
<b>Totale reductie</b>		<b>2.000</b>	<b>3.925</b>
Reductie-opgave		3.123	5.165
(ambitie in 2025 en 2040)		(-40% t.o.v. 1990)	(-75% t.o.v. 1990)
In te vullen met verdergaande innovaties en gedrag		1.123	1.240

## 8.2 Aanbevelingen

De belangrijkste eerste stap voor deze Energiestrategie Amsterdam 2040 is nu om deze door te discussiëren met - in eerste instantie - de gemeentelijke diensten en de stadsdelen en in tweede instantie de burgers en bedrijven, zodat de strategie breed gedragen gaat worden. Dit draagvlak is belangrijk omdat de keuzes die de stad op energiegebied moet maken uiteindelijk iedere burger en ieder bedrijf in de stad zullen raken.

Na afronding van deze consultatieronde kan de agenda klimaat & energie voor 2010-2014 ingevuld worden.

De belangrijkste aanbeveling aan het gemeentebestuur is dan ook om deze Energiestrategie 2040 namens het gemeentebestuur vrij te geven voor een brede consultatieronde.

In deze energiestrategie staan per hoofdstuk vele concrete acties benoemd. Met de meeste van deze acties kan al op korte termijn begonnen worden. De *uitvoering* van sommige acties (zoals bijvoorbeeld de verbetering van de energie-efficiënte van de bestaande bouw) loopt door tot het eind van de zichtperiode. Deze acties zijn ten behoeve van het overzicht verzameld in Bijlage A.



Sommige acties behoeven specifieke politieke keuzes, die bij voorkeur op relatief korte termijn gemaakt zouden moeten worden omdat ze bijvoorbeeld de mogelijke bijdrage van een bepaalde technische maatregel aan het halen van de ambitie in 2040 bepalen. Dit betreft specifiek de actie om de ambities voor windenergie in de haven bestuurlijk vast te stellen, voor de peiljaren 2015, 2025 en 2040.



# Literatuurlijst

## **Amsterdam, 1998**

Brochure: Duurzaam ondernemen aan de Amstel, preventiepotentieel van het Amsterdams bedrijfsleven

Amsterdam : Gemeente Amsterdam, 1998

## **Amsterdam, 2009a**

Brochure : 'Amsterdam in 2020. Duurzame kansen, duurzame toekomst'

Amsterdam : Dienst Milieu en Bouwtoezicht, Gemeente Amsterdam, 2009

## **Amsterdam, 2009b**

Plan van Aanpak Elektrisch Vervoer : Werkprogramma 2009-2011

Amsterdam : Programmabureau Luchtkwaliteit, Projectgroep Elektrisch Vervoer (DRO, EZ, DIVV, TOPSTAD, DMB, BBA), 2009

## **BCG, 2009**

Studie voor Klimaatbureau Amsterdam over de realisatie van een Schaalessprong Duurzame Energie

S.I. : Boston Consulting Group (BCG), 2009

## **CE Delft, 2009a**

M.I. (Margret) Groot (CE Delft), L.M.L. (Lonneke) Wielders (CE Delft),

F.J. (Frans) Rooijers, (CE Delft), H. (Harry) Hoiting (W/E Adviseurs),

P. Engel Sotomayor Valenzuela (Oranjewoud), I. van der Es (Oranjewoud)

Energieprestatie-eisen bestaande woningen

Verkenning van economische en juridische haalbaarheid

Delft : CE Delft, 2009

## **CE Delft, 2009b**

M.P.J. (Margaret) van Valkengoed, L.M.L. (Lonneke) Wielders

Update bouwstenen voor het CO<sub>2</sub>-reductieprogramma Amsterdam

Delft : CE Delft, 2009

## **CE Delft, 2008**

A. (Ab) de Buck, D. (Dagmar) Nelissen, C. (Cor) Leguijt, J.H.B. (Jos) Benner, H.J. (Harry) Croezen

DE in Amsterdam: kansen aan de horizon : Raming van het potentieel voor 2025

Delft : CE Delft, 2008

## **CE Delft, 2007**

C. (Cor) Leguijt, A (Ab) de Buck, M.C.M. (Marjolein) Koot, L.M.L (Lonneke)

Wielders, M.I. (Margret) Groot, J.H.B. (Jos) Benner, L.C. (Eelco) den Boer

Bouwstenen voor CO<sub>2</sub>-reductieprogramma Amsterdam :

naar 40% CO<sub>2</sub>-uitstootreductie in 2025

Delft : CE Delft, 2007

## **EnergieTransitie, 2008**

Innovatieagenda Energie

Utrecht : EnergieTransitie, 2008



**ECN, 2002**

B.W. Daniëls, A.T.J. Groot, M. Menkveld  
Achtergrondgegevens utiliteitsbouw  
Petten, ECN, 2002

**Ecofys, 2008**

R. van den Hoed, M. Honselaar, A. Leusink, S. Zoer  
Business Case - Amsterdam in transitie naar waterstof  
Utrecht : Ecofys, 2008

**IPCC, 2007**

Summary for Policymakers  
In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis : Contribution of Working  
Group I to the Fourth Assessment Report of the International Panel on Climate  
Change  
Geneva : International Panel on Climate Change (IPCC), 2007

**SenterNovem, 2006**

Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2006 van SenterNovem  
S.I. : SenterNovem, 2006

**SPPS, 2008**

M. Hanegraaf  
Mogelijkheden voor CO<sub>2</sub> afvang in Amsterdam  
Breda : SPPS Consultants, 2008

**VROM, 2007**

Ministerie van VROM, et al.  
Nieuwe energie voor het klimaat; werkprogramma Schoon en Zuinig  
Den Haag : Ministerie van VROM et al., 2007



# Bijlage A Acties gemeente Amsterdam

In deze bijlage zijn alle benoemde acties uit de verschillende hoofdstukken van de Energiestrategie Amsterdam 2040 bij elkaar gebracht.

## Algemeen

Vrijgeven van de Energiestrategie 2040 voor een brede consultatieronde met - in eerste instantie - de gemeentelijke diensten en de stadsdelen en in tweede instantie de burgers en bedrijven.

## Acties Woningbouw

Met al deze acties kan op korte termijn begonnen worden, de *uitvoering* van sommige acties (zoals uitvoeren efficiëntieverbetering bestaande bouw) loopt door tot het eind van de zichtperiode.

1. Een aanpak vaststellen en uitvoeren om voor de gehele bestaande woningbouw tot een forse efficiëntieverbetering (ordegrootte Label B) te komen en nagaan met welke technische opties dit kan worden ingevuld. Te beginnen met de woningcorporaties en aansluitend bij natuurlijke investeringsmomenten. Na het vaststellen van een aanpak met de woningcorporaties worden vervolgens ook de deelsectoren particuliere verhuur en eigenaar/bewoners in de aanpak betrokken. De gehanteerde ambitie is: 2040: 100%, 2025: 50%, 2015: 16%.
2. Een beleidslijn uitwerken om bij gronduitgifte, bestemmingswijzigingen, renovatie et cetera steeds ook eisen te stellen en het verlagen van energiegebruik en van CO<sub>2</sub>-emissies. Bij de ontwikkelfase van gebouwen en gebieden ook eisen stellen aan het energiegebruik (efficiëntie en duurzaamheid) tijdens de gebruiksfase. Beleidslijn gereed en vastgesteld: 2010.
3. Aansluitend daarop: nagaan welke contactmomenten er allemaal zijn tussen gemeente en woningeigenaren en op welke manieren die benut kunnen worden ten behoeve van energiebesparing en duurzame energie. Dit vervolgens vertalen in een concrete beleidslijn.
4. De noodzakelijke stappen zetten richting klimaatneutrale nieuwbouw vanaf 2015 (dit is reeds vastgesteld beleid).
5. Uitvoeren van de maatregelen uit de Schaalsprong stadswarmtenet (zie paragraaf 6.4).
6. Criteria vaststellen voor 'voorkeursenergie-infrastructuuropties' per gebied.
7. Opstellen van energievisies voor de gehele stad; niet alleen voor nieuwbouwggebieden. In dat geval ook nagaan wat de mogelijkheden zijn met stadswarmte in de bestaande stad, met name de binnenstad.
8. Een aanpak vaststellen en uitvoeren voor toepassing van zon-PV op daken, meebewegend en anticiperend op de voortgaande kostprijsverlaging van zon-PV.
9. Gedragscampagnes uitvoeren om burgers bewust te maken van hun CO<sub>2</sub>-emissie, van de urgentie om daar iets aan te doen en van de mogelijkheden daartoe.



## Acties Zakelijke gebouwen

Met al deze acties kan op korte termijn begonnen worden, de *uitvoering* van sommige acties (zoals uitvoeren efficiëntieverbetering bestaande bouw) loopt door tot het eind van de zichtperiode.

1. Een aanpak vaststellen en uitvoeren om voor de bestaande zakelijke gebouwen tot een 'Label B' te komen, per deelsector en aansluitend bij natuurlijke investeringsmomenten. De deelsectoren moeten nog worden geïdentificeerd en geprioriteerd. De aanpak richting semipublieke gebouwen kan een soortgelijke opzet hebben als de succesvolle actie voor schoolgebouwen. Ambitie: 2040: 100%, 2025: 50%, 2015: 16%.
2. De bestaande scholen in Amsterdam worden sterk verbeterd wat betreft energie en binnenklimaat.
3. Beleidslijn uitwerken om bij gronduitgifte, bestemmingswijzigingen en cetera steeds ook eisen te stellen en het verlagen van energiegebruik en van CO<sub>2</sub>-emissies. Bij de ontwikkelfase van gebouwen en gebieden ook eisen stellen aan het energiegebruik (efficiëntie en duurzaamheid) tijdens de gebruiksfase. Beleidslijn gereed en vastgesteld: 2010.
4. Aansluitend daarop: nagaan welke contactmomenten er allemaal zijn tussen gemeente en eigenaren van zakelijke gebouwen en hoe deze benut kunnen worden m.b.t. energiebesparing en duurzame energie.
5. Intensiveren van aanpak richting MKB (stimuleren via een energieloket)
6. De noodzakelijke stappen zetten om te komen tot klimaatneutrale nieuwbouw vanaf 2015.
7. Uitvoeren van de maatregelen uit de Schaalsprong Warmte. Zie hiervoor paragraaf 6.4.
8. Nagaan wat de mogelijkheden zijn met stadswarmte in de bestaande stad, met name de binnenstad.
9. Criteria vaststellen voor voorkeurs-energieinfrastructuuropties per gebied.
10. Daar waar koude/warmteopslag (KWO) de voorkeursoptie is, zal de gemeente door actieve regie de toepassing van KWO bevorderen bij nieuwbouw en bestaande zakelijke gebouwen.
11. Aanpak vaststellen en uitvoeren voor toepassing van zon-PV op daken, meebewegend en anticiperend op de voortgaande kostprijsverlaging van zon-PV.
12. De huidige aanpak van handhaving van de wet Milieubeheer voortzetten.
13. De gemeente geeft zelf het goede voorbeeld door in 2015 geheel klimaatneutraal te zijn en haar eigen gebouwen op natuurlijke investeringsmomenten naar equivalent van tenminste Label B te brengen.
14. Er wordt een stevig beroep gedaan op bedrijven om bij te dragen aan het reduceren van de CO<sub>2</sub>-emissies en het realiseren van energiebesparing.

## Acties Schoon vervoer

### *Gericht op korte termijn (tot 2015)*

1. Autoluw-beleid.
2. Differentiatie van parkeertarieven.
3. Stimuleren van Openbaar vervoer en fiets (o.a. Rode Loper-project).
4. Bundelen en concentreren van goederenstromen.
5. 80 kilometer op de Rijkswegen op Amsterdams grondgebied (i.o.m. het Rijk).
6. OV-beleid vanaf het begin integreren in ruimtelijke ordening bij nieuwbouwlocaties.



### *Gericht op middellange termijn (tot 2025)*

1. Anders betalen voor mobiliteit (i.s.m. Rijk, Amsterdam kiest koploperspositie).
2. Aanleg van meer P+R-locaties.
3. Inzet van hybride stadsbussen.
4. Energieoptimalisatie van trams.
5. Goederenvervoer over het water.

### *Gericht op lange termijn (2040 en verder)*

1. Transitie naar elektrisch vervoer (uitvoeren van actieplan elektrisch vervoer).
2. Uitvoeren waterstof-roadmap voor zwaar vervoer (pilots in samenwerkingsverband, evaluatie in 2015).
3. Internationale scheepvaart in EU ETS onderbrengen (gemeente Amsterdam steunt deze internationale ontwikkeling).

### **Acties Haven en industrie**

De uitvoering van deze acties kan op korte termijn ter hand genomen worden, maar de daadwerkelijke realisatie loopt tot het eind van de zichttermijn.

1. Energievisie opstellen voor de haven en de daar gevestigde proces-industrie.
2. Bestuurlijk vaststellen van de ambitie voor windenergie in de haven voor 2015, 2025 en 2040.

### **Acties zon-PV**

De uitvoering van deze acties kan op korte termijn ter hand genomen worden, maar de daadwerkelijke realisatie loopt tot het eind van de zichttermijn.

1. Vaststellen en uitvoeren van plannen m.b.t. schaa sprong duurzame energie.
2. Zelf het goede voorbeeld geven door zon-PV toe te passen op de gemeentelijke gebouwen en daar breed over te communiceren.
3. Publiekscampagnes opzetten en uitvoeren.
4. De ambitie voor zon-PV in Amsterdam bedraagt (uitgedrukt in vermeden primaire energie): 2015: 0,1 PJ, 2025: 0,6 PJ, 2040: 9 PJ.

### **Actie wind**

1. Bestuurlijk vaststellen van de ambitie voor windenergie in de haven.

### **Acties stadswarmte**

De uitvoering van deze acties kan op korte termijn ter hand genomen worden, maar de daadwerkelijke realisatie loopt tot het eind van de zichttermijn.

1. Schaa sprong stadswarmte realiseren.
2. Voorkeursgebieden stadswarmte aanwijzen (breder: per gebied de voorkeursopties voor (toekomstige) energie-infrastructuur bepalen).
3. Mogelijkheden onderzoeken van stadswarmte in de bestaande stad.
4. Innovatieagenda stadswarmte opstellen en uitvoeren.



### **Acties koude/warmteopslag (KWO)**

De uitvoering van deze acties kan op korte termijn ter hand genomen worden, maar de daadwerkelijke realisatie loopt tot het eind van de zichttermijn.

1. Bepalen welke energie-infrastructuur in welk gebied de voorkeur heeft.
2. Regievoering toepassen op locaties waar KWO-systemen elkaar in de weg kunnen gaan zitten ('ondergrondse planning').
3. Daar waar KWO de voorkeursoptie is, zal de gemeente door actieve regie de toepassing van KWO bevorderen bij nieuwbouw en bestaande zakelijke gebouwen.
4. De ambitie om het KWO-potentieel te realiseren is 25% per 2015, 75% per 2025 en 100% per 2040.

### **Actie Biomassa**

1. Ontwikkelen van lange termijnvisie voor inzet van biomassa.

### **Actie grootschalige elektriciteitsopwekking**

1. Bij nieuwbouw van elektriciteitscentrales er op aandringen dat deze aangesloten worden op het stadswarmtenet.



# Bijlage B Details van de berekeningen

## B.1 Detailgegevens CO<sub>2</sub>-emissiereductie woningbouw

De berekeningen voor de effecten van de maatregelen voor de woningbouw zijn gebaseerd op de volgende Amsterdamse inputgegevens:

Huidig aantal bestaande woningen van voor 2000	358.824	O+S (2007)
Aantal gesloopte woningen per jaar	2.958	(O+S <sup>21</sup> )
Netto toename aantal woningen in 2040	70.000 (=2.258/jr)	
Totale nieuwbouw per jaar	2.958+2.258=5.216 won/jr	
Klimaatneutrale nieuwbouw periode 2010-2015	40%	
Klimaatneutrale nieuwbouw na 2015	100%	

Amsterdam hanteert voor 'klimaatneutrale nieuwbouw' de definitie: 'Het begrip *klimaatneutraal* in de nieuwbouw betreft het gebouwgebonden gebruik (alle energie voor verwarmen, koelen, tapwater en gebouwgerelateerde stroomverbruik)'. Het gebruikersdeel van het energiegebruik valt hier dus (nog) niet onder.

Standaard nieuwbouw is met (huidige wetgeving)	EPC=0,8
Aantal bestaande woningen in 2040 van voor 2000	ca. 261.000

Deze woningen zijn in 2040 op 'Label B' gebracht, de berekening van de CO<sub>2</sub>-effecten daarvan is ontleend aan (CE, 2009a).

Het gemiddeld energiegebruik per woning in 2040 wordt, met uitvoering van de maatregelen 'Label B' en 'klimaatneutrale nieuwbouw', 3.500 kWh elektriciteit<sup>22</sup> en 550 m<sup>3</sup> gas (c.q. equivalent aan stadswarmte). Het totale energiegebruik van de woningen in 2040 is dan: 1.586 GWh elektriciteit en 252 mln. m<sup>3</sup> gas (c.q. equivalent aan stadswarmte).

---

<sup>21</sup> Betreft gemiddelde Amsterdam over periode 2003 t/m 2007.

<sup>22</sup> Daarbij is er van uitgegaan dat door efficiëntiemaatregelen op apparaatniveau het gebruik van elektriciteit per woning in 2040 weer ongeveer op het huidige niveau ligt.



## B.2 Detailgegevens CO<sub>2</sub>-emissiereductie kantoren

De berekeningen voor de effecten van de maatregelen voor de kantorensector zijn gebaseerd op de volgende inputgegevens:

	Waarde	Bron
Huidig kantooroppervlak	7,3 mln m <sup>2</sup> BVO	Structuurvisie Amsterdam
Sloop kantoren tot 2040	1,2 mln m <sup>2</sup> BVO	Veronderstelling
Nieuwbouw kantoren 2010-2040	1,9 mln m <sup>2</sup> BVO	Structuurvisie Amsterdam
Gasverbruik bestaand kantoor	15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	SenterNovem <sup>23</sup>
Elektriciteitsverbruik bestaand kantoor	88 kWh/m <sup>2</sup>	SenterNovem (idem)
Primair energiegebruik bestaand kantoor	1250 MJ/m <sup>2</sup>	SenterNovem (idem)
Gemiddelde CO <sub>2</sub> -reductie bij B-Label	35%	Schatting o.b.v. EBV <sup>24</sup>
gasverbruik nieuw kantoor (EPC= 1,1)	6 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	Mondelinge info Techniplan
Elektriciteitsgebruik nieuw kantoor (EPC=1,1)	55 kWh / m <sup>2</sup>	Mondelinge info Techniplan

## B.3 Ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-emissies per kWh elektriciteit

### B.3.1 Inleiding

In de CO<sub>2</sub>-emissie-monitoring van Amsterdam is er voor gekozen om het gebruik van elektriciteit te monitoren en dat te vermenigvuldigen met het CO<sub>2</sub>-kental voor de gemiddelde elektriciteitsopwekking (CE, 2007). Dat kental zal de komende decennia gestaag dalen wegens Europese en nationale doelen en wetgeving op het gebied van CO<sub>2</sub>-emissiereductie en op het gebied van duurzame energie. De elektriciteitsproductiesector valt onder het cap-and-trade-systeem van het EU ETS.

In deze bijlage wordt op basis van cijfers van het International Energy Agency nader onderbouwd dat voor het jaar 2040 gerekend kan worden op een emissie per kWh die 70% lager ligt dan de emissie per kWh in 2008. Mogelijke technische invullingen daarvoor zijn brandstofverschuivingen (van kolen naar gas en/of kernenergie), toepassen van CO<sub>2</sub>-afvang en opslag en inzet van duurzame bronnen (biomassa, waterkracht, wind, zon-PV etc.). Zoals berekend in paragraaf 6.1 leiden de ambities van Amsterdam in 2040 tot een aandeel van 54% duurzame elektriciteitsproductie 'van eigen bodem' uit wind, AEB en zon-PV. De resterende 16% emissiereductie komt dan van elders.

Juist omdat het EU ETS een marktmechanisme op macroniveau is, omdat de CO<sub>2</sub>-prijzen in het EU ETS-systeem afhankelijk zijn van dat marktmechanisme en de elektriciteitsproductiebedrijven hun centrale portfolio optimaliseren op een leveringsgebied dat veel groter is dan Nederland alleen, is de precieze toekomstige elektriciteitsopwekkingsmix voor Nederland alleen met scenario's te voorspellen.

De International Energy Agency (IEA) heeft in haar Blue Map Scenario een scenario doorgerekend (zie Figuur 24), waarbij de mondiale CO<sub>2</sub>-emissies zijn gehalveerd in 2050. Dit om te komen op een CO<sub>2</sub>-concentratieniveau in de atmosfeer van 450 ppm, leidend tot maximaal 2 graden mondiale opwarming. In Figuur 24 is te zien dat vrijwel alle elektriciteitsproductie dan bestaat uit

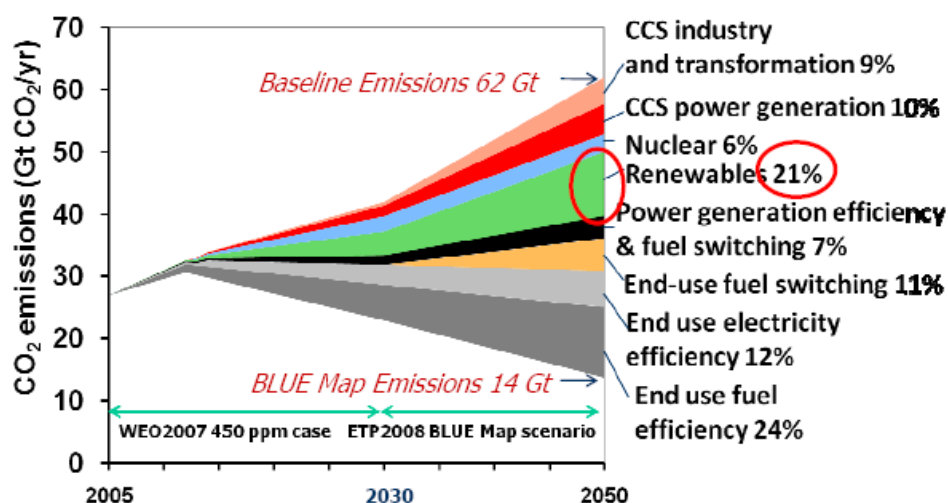
<sup>23</sup> Bron: SenterNovem, Energiebesparingsmonitor gebouwde omgeving, 2006.

<sup>24</sup> EBV=energiebesparingsverkenner (SenterNovem).



ofwel duurzame bronnen, of uit kernenergie, of uit fossiele bronnen uitgerust met CCS. De resterende emissies komen van gasgestookte centrales.

Figuur 24 Emissiereductie van de mondiale elektriciteitsproductie in het Bleu Map Scenario



Bron: IEA, 2009.

### B.3.2 Emissiefactor elektriciteit in 2040

In de brandstofmix 2050 van het Blue scenario zorgt alleen gas zonder CCS nog voor CO<sub>2</sub>-emissie, de overige primaire energiebronnen zijn emissieloos. Dit betekent dat de CO<sub>2</sub>-emissiefactor van een kWh zeer laag is (circa 25g CO<sub>2</sub>/kWh in dit figuur)<sup>25</sup>. Let wel: het Blue Map scenario is een mondiale brandstofmix en die zal afwijken van een Nederlandse brandstofmix. In Nederland zijn er bijvoorbeeld minder kansen voor zon-PV en waterkracht dan mondiaal gemiddeld en wellicht meer kansen voor windenergie, biomassa en CO<sub>2</sub>-opslag. De kansen voor emissieloze opwekking van elektriciteit zijn echter voldoende goed in Nederland in vergelijking met andere landen. Er is voornamelijk geen reden om aan te nemen dat de Nederlandse emissiefactor per kWh hoger zal zijn dan het wereldgemiddelde.

Deze emissiefactor heeft betrekking op 2050. In 2040 zal de emissiefactor hoger liggen. Thans is de emissiefactor 616 g CO<sub>2</sub>/kWh. Deze moet in 40 jaar tijd terug naar circa 25 g CO<sub>2</sub>/kWh. Op basis daarvan veronderstellen we (lineaire interpolatie) dat in 2040 de emissiefactor met circa 70% gedaald is naar 180 g CO<sub>2</sub>/kWh.

<sup>25</sup> Bij benadering:  $(2000 \text{ TWh} * 450 \text{ kton CO}_2/\text{TWh}) / 40.000 \text{ TWh} = 22,5 \text{ kton CO}_2/\text{TWh} = 22,5 \text{ g CO}_2/\text{kWh}$ .