

Werken aan klimaatvriendelijke mobiliteit in de G4 op de lange termijn (2050)

Ekki Kreutzberger¹

Technische Universiteit Delft, Faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica

Kate Unsworth²

Technische Universiteit Delft, Faculteit Bouwkunde,

Met ondersteuning van Rob Konings³

Technische Universiteit Delft, Faculteit Bouwkunde

Deze paper gaat over stedelijke mobiliteit, klimaat en beleidsontwikkeling in Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht, en – voor zover van belang voor de duurzaamheid van mobiliteit – ook over stedelijke ontwikkeling. De paper richt zich op klimaatmitigatie en werpt licht op CO₂-reductiedoelen en -beleid van deze gemeenten. Aanleiding hiertoe was de observatie dat het planologische werk om de doelen te behalen vaak achter loopt, en de notie dat alleen technische ontwikkelingen onvoldoende antwoord geven op de klimaatuitdaging, waardoor er weinig zicht is op of de gewenste CO₂-reductie op tijd gehaald wordt. Centrale bronnen voor de analyse zijn de strategische nota's op het gebied van mobiliteit, ruimte en duurzaamheid. De analyse laat zien dat er t.a.v. klimaatambitie en de planologische voorbereiding van CO₂-reductiemaatregelen grote verschillen bestaan tussen de gemeenten, en dat er nog veel werk verricht moet worden voordat stedelijke mobiliteit overtuigend klimaatvriendelijk is. Dit betekent niet, zoals de paper illustreert, dat er niet al gewerkt wordt aan CO₂-reductie, in tegendeel, maar of dit samen met toekomstige maatregelen voldoende is om klimaatdoelen te behalen blijft veelal onduidelijk.

Trefwoorden: CO₂-reductie, G4, klimaatmitigatie, mobiliteit, stad, strategische planning.

¹ e.d.kreutzberger@tudelft.nl. Hoofdauteur en contactpersoon.

² kate.e.unsworth@gmail.com.

³ j.w.konings@tudelft.nl.

1. Inleiding

Deze paper gaat over klimaatmitigatie in Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht (in het vervolg G4) op het gebied van stedelijke mobiliteit, en – voor zover van belang voor de duurzaamheid van mobiliteit – ook van stedelijke ontwikkeling.

De twee centrale onderzoeksvragen luiden: welke klimaatambitie hebben de G4, en weten de G4 met welk beleid en welke maatregelpakketten zij de geplande reductie van CO₂-uitstoot voor elkaar kunnen krijgen? Deze hoofdvragen worden langs de volgende deelvragen uitgewerkt:

- Welke reductiedoelen hebben de G4 en hoe verhouden zich deze tot (inter)nationale reductiedoelen?
- Wat is de relatie van klimaatbeleid met andere duurzaamheidsterreinen (ruimte, lucht, energie, sociale agenda)?
- Welke reductiemaatregelen bestaan er en welke hiervan verdienen prioriteit?
- Welke reductiemaatregelen hebben de G4 de laatste 20 jaar geïmplementeerd of worden nu gepland?
- Hebben de G4 de CO₂-reductie van maatregelpakketten gekwantificeerd?
- Hoe komen de uitkomsten van deze kwantificering overeen met de gestelde CO₂-reductiedoelen?

Het vervolg van de paper is als volgt gestructureerd. In paragraaf 2 geven wij een overzicht van de klimaatdoelstellingen van de vier gemeenten. Paragraaf 3 bevat een schets van verschillende types CO₂-reducerende maatregelen en hun CO₂-effecten. Hoofdstuk 4 begint met een beschrijving van klimaatrelevante ontwikkelingen in de G4 van de laatste 20 jaar (par. 4.1) en toekomstige reductiemaatregelen die in strategische nota's worden genoemd (par. 4.2). In de paragrafen 4.3 (aanpak), 4.4 (overzicht) en 4.5 (resultaten) beschrijven wij wat de G4 communiceren over de toekomstige CO₂-reductie en de maatregelen waarmee zij die willen bewerkstelligen. Paragraaf 5 tenslotte bevat de conclusies, cumulerend in een handelingsperspectief (par. 5.2).

2. Klimaatdoelstellingen voor mobiliteit

2.1 Uitdaging

Op basis van huidige kennis is het mogelijk om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5-2° Celsius, afhankelijk van de inspanningen van de samenleving. De Europese Commissie (2011) verwacht blijkens de White Paper Transport de opwarming tot 2° te kunnen beperken als de emissie van CO₂ (-equivalenten) door mobiliteit in de periode 1990-2050 met 60% gereduceerd wordt en die van andere menselijke activiteiten met 80-95%. Met minder CO₂-reductie, als het de samenleving namelijk niet lukt om voldoende reducerende maatregelen op tijd in te voeren, stijgt de aardtemperatuur meer. Het Parijs akkoord van 2015 wil de aardopwarming beperken tot 2° en streeft naar een opwarming van maximaal 1,5°. Dit laatste vergt meer reductie dan de genoemde EC-doelstelling, namelijk een emissiereductie van "meer dan 100%"⁴ tot 2050" (Van Vuuren et al., 2016)⁵. In 2016 heeft Europa en medio 2017 ook Nederland het Parijs akkoord geratificeerd.

Klimaat is de centrale driver van de huidige energietransitie. Het gaat hierbij "om een fundamentele modernisering van de Europese economie. Deze moet koolstofarm, energie- en grondstoffenefficiënt worden. In de tweede helft van de 21e eeuw moet er een evenwicht zijn

⁴ Met negatieve emissies.

⁵ En een reductie van 40-50% tot 2010.

tussen alle uitstoot van broeikasgassen en het vermogen van de natuur om ze te absorberen. Voor steden betekent dit waarschijnlijk dat het verkeer in de stad grotendeels klimaat neutraal zal moeten zijn" (KpVV CROW, 2017).

De uitdaging om CO₂ te reduceren is zeer ingrijpend. Een kans van slagen is er alleen wanneer alle actoren en bestuurslagen waaronder gemeenten hard aan de slag gaan. Een begin is gemaakt. Vele Nederlandse steden waaronder de G4 hebben lange-termijn doelstellingen voor klimaatmitigatie, zoals klimaatneutraal worden tot 2050 of CO₂ met een ander tempo reduceren.

Na de doelstelling komt het werken aan klimaatvriendelijker maken van mobiliteit. Dit betekent investeren in CO₂-reducerende infrastructuur en transportdiensten en stimuleren van CO₂-reducerende mobiliteit. Maar daarmee alleen weet een gemeente nog niet of ze voldoende op koers is. Duidelijkheid hierover vraagt om andere stappen, namelijk het verkennen van de effecten van maatregelpakketten en deze kennis gebruiken om een ontwikkelkoers (tijdelijk) vast te leggen, ofwel vraagt om bestuurlijk gedragen klimaatgericht strategisch planologisch werk. Zo'n koersbepaling is ook nodig omdat alleen technische innovatie de klimaatdoelen niet voldoende ondersteunt.

Wij observeren bij de G4 uiteenlopende ambities (par. 2.2) en een uiteenlopende inzet om te verhelderen met welke maatregelpakketten men denkt de doelen te bereiken (hoofdstuk 4). Er is voor een deel sprake van een achterstand van het werk t.o.v. de doelen. De observaties zijn gebaseerd op wat de gemeenten communiceren in hun strategische beleidsnota's en ondersteunende studies op het gebied van mobiliteit, stedelijke ontwikkeling en duurzaamheid, of in andere centrale beleidsstukken, bijvoorbeeld coalitieakkoorden.

2.2 Doelstellingen van de vier grote steden

De doelstellingen van de G4 vertonen enige variëteit (tabel 1, figuur 1). Utrecht was tot het coalitieakkoord 2018 het meest ambitieus, strevend naar klimaatneutraliteit in 2030 (regel 15 in tabel 1). Die ambitie is in het coalitieakkoord 2018-2022 (Gemeente Utrecht, 2018, blz. 31) verwaterd: Utrecht wil nu "zo snel mogelijk" klimaatneutraal worden (regel 16). Dat maakt Den Haag tot de meest ambitieuze van de G4: volgens het coalitieakkoord 2018-2022 (Gemeente Den Haag, 2018) wil de stad in 2030 klimaatneutraal zijn (regel 14). Dit is een aanscherping van eerder beleid toen de stad nog het doel van klimaatneutraliteit in 2040 (regel 13) en daarvoor in 2050 (regel 12) had. De recente aanscherping is een antwoord op het 1,5°-doel in het Parijs akkoord. Gemeente Amsterdam (2018b) heeft zijn klimaatdoel in het coalitieakkoord 2018-2022 hergeformuleerd (regel 8). Zij streeft naar een CO₂-reductie van 95% in 2050. Dat is bijna klimaatneutraal. Hiervóór was het doel een reductie van 75% tussen 1990 en 2040 (regel 7), wat eveneens op klimaatneutraliteit in ongeveer 2050 uitliep (zie figuur 1). Deze doelstelling was in lijn met die van IPCC (regel 1). Rotterdam had in 2007 het doel om CO₂-emissies tussen 1990 en 2025 met 50% (regel 9) te reduceren en was toen trots om vooruit te lopen op de landelijke ontwikkeling. "Met deze ambitie streven we naar verdubbeling van het landelijke tempo. Landelijk wordt gekoerst op halvering per 2050. Rotterdam wil zich met deze doelstelling positioneren als wereldstad met CO₂-arme energie" (Gemeente Rotterdam, 2007, blz.90). De stad had toen geen doelstellingen voor de zeer lange termijn. In 2015 kwam die er wel, maar werd de ambitie gereduceerd tot het landelijke of Europese niveau (regel 10).⁶ Dit paste bij de nieuwe klimaatperceptie van de gemeente: "Forse vermindering van CO₂ is niet meer het primaire en samenbindende doel maar een positief effect van de te realiseren projecten en te treffen maatregelen. Daarbij zal Rotterdam haar aandeel leveren om de nationale en Europese klimaatdoelen te verwezenlijken" (Gemeente Rotterdam, 2015a, blz.62). De Rotterdamse

⁶ Extrapolereert men de reductiesnelheid van Rotterdam, die in deze periode gold vanaf 2030, voorbij het jaar 2050, zou de gemeente pas in 2070 klimaatneutraal worden.

Tabel 1: (Inter)nationale en lokale klimaatdoelen voor mobiliteit (*cursief* = doelen voor de gehele periode)

	Instelling en datum van de bron	Naam van de bron	Periode CO ₂ -reductie	Hoeveelheid reductie (%)	Gemiddelde jaarlijkse reductie (%-punten **)
1	Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007	Report IPCC-werkgroep III, 2007	1990 - 2050 (60 jaar)	80-90%	1,3-1,5 %-pt
2	Europese Commissie, 2008	Convenant of Mayors	1990 - 2010 (20 jaar)	20 %	1 %-pt
3	Europese Commissie, 2011	White Paper Transport	1990 - 2050 (60 jaar)	60 %	1 %-pt
4a	Ministerie van Economische zaken, 2016	Energieagenda. Naar een CO ₂ -arme energievoorziening	1990 - 2030 (40 jaar)	17 %	0,4 %-pt
4b			2030 - 2050 (20 jaar) Implicatie	43 %	2,2 %-pt
4			1990 - 2050: Sluit zich aan bij EU ambitie (zie 3) (60 jaar)		
5	Vijf ministeries en VNG (Ministerie van VROM et al., 2007)	Klimaatakkoord Gemeenten en Rijk 2007 - 2011. Samen werken aan een klimaatbestendig en duurzaam Nederland	1990 - 2020 (30 jaar)	30 %	1 %-pt
6	VVD, CDA, D66, Christenunie	Regeerakkoord 2017 - 2021	1990 - 2030 (40 jaar)	49%	1,2 %-pt
7a	Gemeente Amsterdam, 2011	Structuurvisie Amsterdam	1990 - 2025 (35 jaar)	40 %	1,1 %-pt
7b			2025 - 2040 (15 jaar) Implicatie	35 %	2,3 %-pt
7			1990 - 2040 50 jaar	75 %	1,5 %-pt
8a	Gemeente Amsterdam, 2018b	Coalitieakkoord 2018 - 2022	1990 - 2030 (40 jaar)	55 %	1,4 %-pt
8b			2030 - 2050 (20 jaar) implicatie	40 %	2 %-pt
8			1990 - 2050 (60 jaar)	95 %	1,6 %-pt
9	Gemeente Rotterdam, 2007	Stadsvisie Rotterdam. Ruimtelijke ontwikkelingsstrategie 2030	1990 - 2025 (35 jaar)	50 %	1,4 %-pt
10	Gemeente Rotterdam, 2015b	Programma Duurzaam 2015-2018. Consultatiedocument	<i>Sluit zich aan bij nationale en Europese ambitie. In 2015 en 2016 is dit zoals 4a, 4b, 4</i>		
11	Gemeente Rotterdam, 2018	Coalitieakkoord 2018 - 2022	1990 - 2030 (40 jaar)	49% zoals regeer- akkoord (regel 6)	1,2 %-pt
12	Gemeente Den Haag, 2001 resp. 2005	Milieubeleidsplan Den Haag 2001-2005 EN "Tien voor Milieu/Contourennota voor milieubeleid" 2006-2010 *	1990 - 2050 (60 jaar)	Klim.neutr.: 100 %	1,7 %-pt

13a	Gemeente Den Haag, 2011c	Klimaatplan Den Haag	1990 - 2020 (30 jaar)	30 %	1 %-pt
13b			2020 - 2040 (20 jaar) Implicatie	70 %	3,5 %-pt
13	Gemeente Den Haag, 2010 (en 2011c) en 2017	Coalitieakkoord 2010 - 2014 (en Klimaatplan Den Haag) en Haagse Mobiliteitsagenda	1990 - 2040 (50 jaar)	Klim.neutr.: 100 %	2 %-pt
14	Gemeente Den Haag, 2018	Coalitieakkoord 2018 - 2022	1990 - 2030 (40 jaar)	Klim.neutr.: 100 %	2,5 %-pt ⁷
15a	Gemeente Utrecht, 2011	Programma Utrechtse Energie 2011-2014	1990 - 2020 (30 jaar)	30%	1 %-pt
15b			2020 - 2030 (10 jaar)	70%	7 %-pt
15			1990 - 2030 (40 jaar)	Klim.neutr.: 100 %	2,5 %-pt
16	Gemeente Utrecht, 2018	Coalitieakkoord 2018 - 2022	"Zo snel mogelijk"	Klim.neutr.: 100 %	< 2,5 %-pt

* Volgens Energievisie Den Haag 2040 (Gemeente Den Haag, 2011a).

** Berekeningsgrondslag = 1990

doelstelling uit 2007 raakte op de achtergrond en die van de Energieagenda en de Europese White Paper Transport op de voorgrond; in principe tot dat het Parijse akkoord in Nederland van kracht werd, zeg medio 2017. Sindsdien betekende "haar aandeel leveren" een ambitieverhoging, maar die stond op gespannen voet met de lage prioriteit voor klimaat. Deze spanning uitte zich ook in de Rotterdamse Brandstoffenaanpak die medio 2017 door het Rotterdamse college werd vastgesteld (Gemeente Rotterdam, 2017a). Deze nota vindt - na Parijs en ondanks de blijvende geldigheid van de beleidsnota uit 2015 - het klimaatvraagstuk weer urgent en spreekt zich uit voor "naar rato bijdragen aan landelijke en internationale CO₂-doelen" (blz. 23), maar benoemt geen concrete doelpercentages voor de CO₂-reductie. In het coalitieakkoord 2018-2022 (Gemeente Rotterdam, 2018) gebeurt dit wel, namelijk minus 49% CO₂ tot 2030 (t.o.v. 1990 ofwel 1,2 %-pt. per jaar; regel 11). Dit sluit aan bij de doelstelling van het regeerakkoord (VVD et al., 2017; regel 6), maar is minder ambitieus dan de reductie die nog in 2007 werd nagestreefd. Een aandachtspunt is dat:

- de Metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH) het doel van 30% reductie tussen 2015 en 2025 ofwel 3%-punten per jaar hanteert (Aalberts et al., 2018). Dat lijkt scherper;⁸
- er straks een Klimaatwet is die weer scherpere reductiedoelen heeft dan het regeerakkoord (Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2017).

De haven van Rotterdam blijft zich in richting klimaatneutraliteit tot 2050 bewegen (Gemeente Rotterdam, 2016b⁹) en de Rotterdam Climate Initiative¹⁰ (RCI, 2013) oriënteert zich nog steeds aan de oude doelstelling, namelijk 50% CO₂-reductie in de periode 1990-2025.

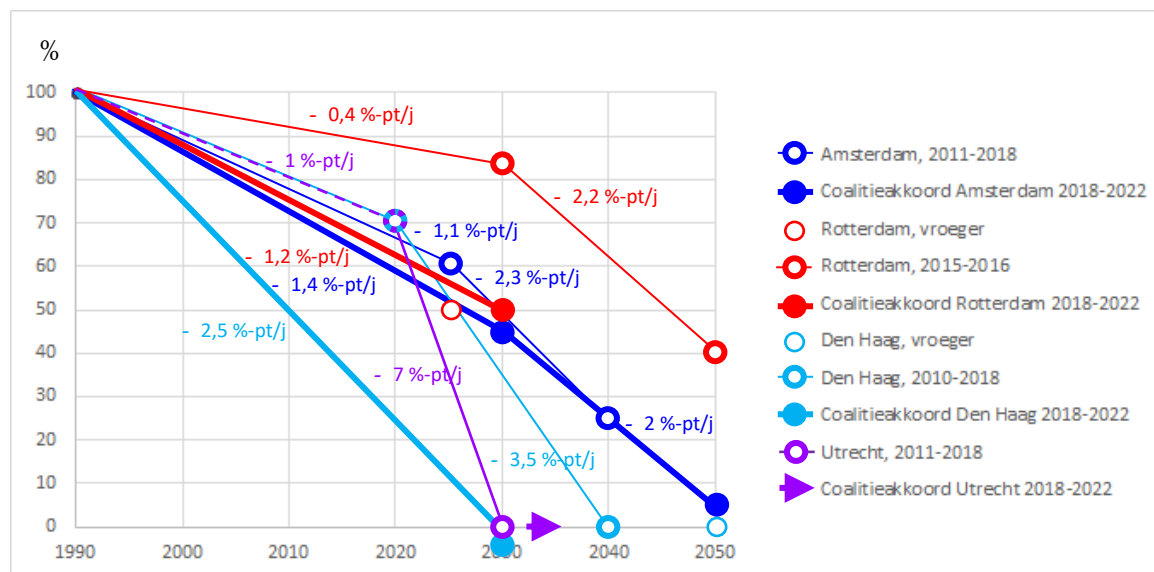
⁷ Er is hier voor de vergelijkbaarheid gekozen voor 1990 als referentiejaar, afwijkend van de onderbouwende studie (Schilling en Schep, 2017; Schilling et al., 2018). Dit is toegestaan vanwege het eindresultaat = 0% CO₂-emissie.

⁸ De betekenis van het reductiesnelheid van MRDH hangt af van het CO₂-niveau in 2015 (dit wordt niet medegedeeld). De snelheid kan, ook wanneer het niveau in 2015 hoger ligt dan in 1990, nog tot klimaatneutraliteit in 2050 leiden. De reductiesnelheid tot 2030 in het regeerakkoord kan alleen dan tot klimaatneutraliteit in 2050 leiden, als ze na 2030 wordt opgevoerd (zie ook figuur 1).

⁹ Blijkens Van Doorn, toen coördinator van het energietransitie programma van het Havenbedrijf Rotterdam.

¹⁰ Een samenwerking van Haven Rotterdam, gemeente Rotterdam, de Milieudienst Rijnmond (DCMR) en Deltalinqs.

Aangezien de reductiedoelstellingen van de gemeenten betrekking hebben op verschillende periodes, kan een compacte vergelijking het best geschieden aan de hand van gemiddelde jaarlijkse reductiepercentages. Die waren tot de coalitieakkoorden 2018-2022 voor Utrecht 2,5%-punten minder CO₂ per jaar, voor Den Haag 2%-punten, voor Amsterdam 1,5%-punten en voor Rotterdam in de beleidsperiode van ongeveer 2015 en 2016 1%-punt (rechter kolom in tabel 1).



Figuur 1: Tot doel gesteld niveau van CO₂-emissie door mobiliteit t.o.v. 1990 (%) in Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht en jaarlijkse gemiddelde reductie (in %-punten; berekeningsgrondslag = 1990)

De gemeenten presenteren ook doelstellingen voor tussenliggende jaren, bijvoorbeeld 2025 of 2030. Die kwamen tot de coalitieakkoorden erop neer dat de nagestreefde reductie in de eerste periode aanzienlijk lager is dan in de tweede periode. De percentages voor de tweede periode zijn ongeveer 2 (Amsterdam), 5,5 (Rotterdam), 3,5 (Den Haag) en 7 (Utrecht) keer zo hoog als voor de eerste periode (vergelijking in tabel 1 van de regels a en b; en in figuur 1 van de richtingscoëfficiënten voor en na de knikken). De huidige golf van strategische beleidsplannen had in deze zin een naar verhouding eenvoudige taak. De volgende kreeg met een kolossale reductieopgave te maken.

De nieuwe coalitieakkoorden hebben tot een verschuiving van reductieambities geleid, waaronder tot ontspanning van de zeer hoge Utrechtse ambitie en tot aanscherping van de al hoge Haagse ambitie. Beide verschuivingen markeren het spanningsveld waarbinnen gemeentelijk klimaatbeleid opereert: *ontspanning* omdat klimaatneutraliteit in 2030 volgens huidige inschattingen nagenoeg onhaalbaar is, alleen al omdat je dan als gemeente ver vooruit loopt op batterijontwikkeling en elektrificatie van wegvervoer en op de minder ambitieuze regionale en (inter)nationale beleidsomgeving, maar ook omdat er veel minder tijd is om andere maatregelen zoals grote OV-investeringen te realiseren. *Aanscherping* omdat je anders niet voldoende bijdraagt aan het beperken van de aardopwarming tot 1,5° Celsius. Dit standpunt verkondigt Den Haag op grond van zijn berekening van een CO₂-budget¹¹ voor de stad. Zo'n

¹¹ Ter bepaling van het Haagse CO₂-budget is de verhouding tussen de mondiale CO₂-emissie per jaar en de mondiale ruimte om nog CO₂ te emitteren om overschrijding van de nagestreefde aardopwarming te voorkomen (2° of 1,5° Celsius) van toepassing verklaard ook voor Den Haag. De Haagse emissies per jaar waren bekend, het CO₂-budget kon dan worden bepaald. Deze aanpak is voor discussie vatbaar, houdt echter het verband tussen reductie en opwarming ofwel het doel van een bepaalde reductie op eenvoudige manier in het oog.

budget geeft de maximale CO₂-emissie weer die toegelaten is om een bepaalde opwarming niet te overschrijden. Voor een maximale opwarming van 2° Celsius moet Den Haag nog vóór 2040 klimaatneutraal zijn, bij een opwarming van maximaal 1,5° Celsius zelfs nog vóór 2030, aldus de gemeente (Schilling en Schep 2017).

Een aandachtspunt is het systeemniveau voor klimaatdoelen. Amsterdam en Den Haag zijn daar zeer expliciet in: hun CO₂-reductiedoel heeft betrekking op de interne, in-, uit- en doorgaande personen- en goederenverplaatsingen op gemeentelijk grondgebied. De CO₂-emissies van de externe stromen worden dan mede bepaald door de klimaatdoelen van andere overheden en door de vervoers- en ruimtelijke kenmerken buiten de stad. Neem de klimaatdoelen van regionale overheden. De Vervoerregio Amsterdam (2017) streeft naar klimaatneutraliteit in 2050. Dit is ongeveer in lijn met de gemeentelijke ambitie. De ambitie van MRDH is lager dan die van Den Haag en hoger dan die van Rotterdam. De provincie Utrecht (2010) streeft naar klimaatneutraliteit in 2040. Dat was 10 jaar later dan de gemeente Utrecht en komt nu mogelijk redelijk overeen met de nieuwe reductiedoelstelling van de gemeente.

2.3 Overlap met andere beleidsonderwerpen

Klimaatbeleid vertoont overlap met andere beleidsterreinen. Bijzonder belangrijk zijn de overlappen met luchtkwaliteit, ruimtelijke ontwikkeling, sociale agenda en energieneutraliteit.

Luchtkwaliteit. Sommige maatregelen ter vermindering van luchtvervuiling reduceren ook CO₂ en omgekeerd. Voor andere maatregelen geldt dit niet. Bijvoorbeeld, voor luchtkwaliteit zijn benzineauto's en voor klimaat dieselauto's voordeliger. Desondanks wordt bij CO₂ en luchtkwaliteit vaker aan zelfde maatregelen gedacht. Rotterdam ziet CO₂-reductie vooral als een afgeleide van andere, bijvoorbeeld luchtkwaliteitsmaatregelen. Het nieuwe zero emissiebeleid van gemeenten voor bepaalde types voertuigen richt zich op de emissies (NO_x, stofdeeltjes, CO₂) *aan de uitlaat* (Interprovinciaal Overleg et al., 2016). Deze definitie impliceert vooral verbetering van de luchtkwaliteit, want voor klimaat is daarnaast duurzame productie van elektriciteit nodig.

Ruimtelijk beleid. Een kenmerk van de Randstad is schaarste aan ruimte. Die neemt toe vanwege de groei van mobiliteit en van het gemiddelde woonoppervlak, en vanwege het inbreidingsbeleid van de G4. Dit pleit voor de keuze van ruimtebesparende maatregelen, ook bij de reductie van CO₂. Bijvoorbeeld, reductiemaatregelen die modal shift (minder auto) bevorderen zijn ook ruimte-efficiënt. Andere, zoals de elektrificatie van wegvervoer hebben nauwelijks ruimtelijke effecten, behalve de elektriciteitsvoorziening zelf (denk aan laadpalen). De wijze van CO₂-reductie heeft dus effect op het ruimtebeslag.

Omgekeerd beïnvloedt de ruimtelijke organisatie de hoeveelheid CO₂. Neem bijvoorbeeld stedelijke dichtheid (compacte stad) en functionele menging. Die hebben effect op de wijze van mobiliteit en daarmee op energiegebruik en CO₂.

Sociale agenda. Sommige maatregelen op het gebied van duurzaamheid belasten mensen met een hoog of laag inkomen financieel gelijk. Dat doet zich voor bij prijsbeleid (parkeren en weg), milieuzones en stedelijke verdichting. Bijvoorbeeld, eenheidsprijzen voor infrastructuurgebruik doen meer pijn en zijn effectiever bij lagere inkomens. Inbreiding en stedelijke verdichting worden vaak vergezeld van grondprijsstijging en kunnen huishoudens met lagere inkomens verdringen.

Iedere van deze negatieve effecten kan worden tegengewerkt, maar dit veronderstelt politieke wil. Wij illustreren de uitdaging voor het derde thema: woningmarktexpert Boelhouwer zei: "We zullen moeten accepteren dat koopwoningen binnen de ring van de populairste steden alleen nog bereikbaar zijn voor de hogere inkomens. Dat vraagstuk los je niet op met binnenstedelijk bouwen. ... In de ring tussen Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht is nog veel ruimte waarmee je iets kunt doen zonder dat je het Groene Hart volbouwt" (interview door Wanders,

2017). Hier lezen wij een relativering van de compacte stad, ofwel voorstellen die potentieel minder CO₂-reductie opleveren (zie hfdst. 3). Immers, bouwen en wonen in het Groene Hart zal diverse externe kosten genereren zoals meer [weg]kilometers en wellicht meer aantasting van het landschap, m.a.w. het Groene Hart is dan ook daarom goedkoper omdat niet alle maatschappelijke kosten zijn inbegrepen. In plaats daarvan kan men ook ervoor zorgen dat een voldoende deel van de verdichting uit woningen voor lage(re) inkomens bestaat, m.a.w. dat de klimaatvriendelijke verstedelijking mede sociaal plaatsvindt.

Klimaat- en energieneutraliteit. Meestal wijzen beide begrippen in dezelfde richting, maar dit hoeft niet zo te zijn. Zou een regio energie uit een gasveld op eigen grondgebied putten, zou dat tot energieneutraliteit kunnen bijdragen, dus dat er in de gemeente even veel energie wordt geproduceerd als geconsumeerd. Maar de gasverbranding zou CO₂ vrijzetten.

3. CO₂-reducerende maatregelen voor klimaatvriendelijke mobiliteit in steden

3.1 Types maatregelen

Maatregelen om CO₂ van mobiliteit te reduceren kunnen op verschillende wijze worden gecategoriseerd.

(Inter)nationale en locale/regionale maatregelen

Deze onderscheiding beschrijft het niveau van besluitvorming. Lokale mobiliteit en zijn CO₂-emissies worden beïnvloed door beide soorten maatregelen. Voorbeelden van (inter)nationale maatregelen zijn EU-normen voor emissies van voertuigen of prijsbeleid op rijkswegen, voorbeelden van lokale/regionale maatregelen de aanleg van fietspaden of verandering van parkeertarieven.

ASI maatregelen (Avoid, Shift, Improve)

Deze indeling volgt het principe Trias energetica dat ontwikkeld is om tot energiezuinige ontwerpen te komen en dat veelal in onderzoek en beleid een structurerende rol speelt (b.v. Leguijt et al., 2010; gemeente Amsterdam, 2011). Daarbij dragen de maatregelen soms de naam van het instrument van de beoogde effecten, en soms de naam van het beoogde effect van instrumenten. Tot de laatste categorie behoren Avoid en Shift waarbij men het instrument om deze veranderingen te bewerkstelligen nog moet specificeren, tot de eerste groep Improve, en ook City en PORC (zie hieronder) waarbij de aard van mobiliteitseffecten nog om verheldering vraagt.

Avoid maatregelen hebben vermindering van de mobiliteitsvraag tot onderwerp zoals minder verplaatsingen (b.v. door thuiswerken, televergaderen, internet-winkelen), minder verplaatsingen in de spits waar er congestie is, en kortere verplaatsingen. Deze veranderingen verminderen energiegebruik en CO₂-emissies en zijn ook gunstig voor het ruimtebeslag. Meer buiten de spits rijden verbetert daarnaast het rendement van openbaar vervoer (OV) omdat er een betere verhouding van OV-voertuigen in en buiten de spits ontstaat. De eigenlijke maatregelen om al dit te bewerkstelligen reiken van veranderingen in de werk- en woonorganisatie, tot PORC en City maatregelen.

Shift gaat over de substitutie van wegvervoer door het vergroten van milieuvriendelijke vervoerwijzen:

- zoals lopen, fietsen en OV. Lopen en fietsen verminderen CO₂ en besparen ruimte het meest. Shift van de auto naar OV vermindert CO₂ substantieel, tenminste voor zover de (relatieve) verbetering van het OV, die tot de shift leidt, niet ook nieuw vervoer genereert. Deze shift is belangrijk voor de langere afstanden en voor mensen die zelfs bij kortere afstanden weigeren (veel) te lopen of te fietsen. Naarmate wegvoertuigen CO₂-vrij rijden staat ruimtebesparing

voorop en het streven om de compacte stad bereikbaar te houden (Bleijenberg, 2017; Bakker et al., 2009);

- zoals binnenvaart en spoor voor stedelijke distributie en retourstromen. Deze vervoerwijzen emitteren per ton-km slechts een fractie van de CO₂ van traditionele vrachtauto's.

De gewenste modal shift veronderstelt dat milieuvriendelijke vervoerwijzen aantrekkelijker worden (lagere kosten/prijzen, kortere reistijden, meer betrouwbaarheid en/of meer comfort) t.o.v. wegvervoer, en ook dat ze beter worden ingebed in multimodale netwerken. Operationele, infrastructurele en andere ingrepen die de vervoersprestaties verbeteren (w.o. PORC en City maatregelen) zijn de instrumenten die hierbij een rol spelen.

Improve maatregelen zijn vooral gericht op techn(olog)ische verbetering. Centraal staan drie terreinen, de elektrificatie van wegvervoer, de robotisering van (weg)vervoer en de realisatie van operationele en service-verbeteringen door inzet van meer intelligentie (in het goederenvervoer synchronodaliteit). Door *elektrificatie* neemt de luchtvervuiling in steden af, en in combinatie met duurzame elektriciteitsproductie (wind, zon, water, geothermisch) ook de CO₂-emissie. CO₂ is voor een deel van de automobilisten een belangrijk argument om een elektrische auto aan te schaffen (Bočkarjova et al., 2015), maar de vooralsnog beperkte actieradius van de elektrische auto belet een doorbraak van elektrisch rijden. Gezien de grote inspanningen op het gebied van batterijontwikkeling is het aannemelijk dat er een elektrische auto op de markt gaat komen met een acceptabele actieradius tegen acceptabele kosten. Wij weten alleen nog niet wanneer. Waterstof is een manier om elektriciteit op te slaan, mogelijk belangrijk voor zware voertuigen en in een tijd waar de batterijtechnologie nog de actieradius van elektrische voertuigen beperkt. Maar het energierendement van waterstofvoertuigen is lager dan van elektrische voertuigen.

Bij *robotisering* gaat het om bestuurdersvrij rijden van voertuigen; voornamelijk wegvoertuigen. Ze kan worden gecombineerd met de concepten "afnemend individueel autobezit" en "mobility-as-a-service", samen een drieluik van types maatregelen. Maar het kan vanwege de vereiste intelligentie nog decennia duren voordat dergelijke scenario's realiteit worden (b.v. Greenblatt and Shaheen, 2015). De kennis over de effecten van robotisering in het wegvervoer staat nog in de kinderschoenen. Wellicht wordt de verkeersafwikkeling gladder en energiegebruik en ruimtebeslag minder. In de stad zal er op afstand geparkeerd kunnen worden en kan op termijn de parkeervraag afnemen (Alessandrini et al., 2015). Of de zelfrijdende auto tot meer of minder auto- of personenkilometers leidt is nog onduidelijk. In één van de toekomstbeelden is er sprake van suburbanisatie en langere afstanden door meer comfort in het wegvervoer, maar daar staat bevolkingsconcentratie in grote steden vanwege meer reiscomfort in het OV tegenover (Gelauff et al., 2017).

City verwijst naar de aard van de verstedelijking zoals stedelijke dichtheid, locatie van functies, functionele mix, grootte van de stad en aantrekkelijkheid van stad en voorzieningen. Volgens het huidige paradigma voor duurzame mobiliteit, gebaseerd op uitgebreid onderzoek, neemt het aantal of de lengte van verplaatsingen af en de modal shift van wegvervoer naar duurzame modaliteiten toe hoe hoger de stedelijke dichtheid, hoe sterker de functionele mix, hoe groter de stad en/of hoe dichter stedelijke activiteiten bij het OV liggen (Banister, 2011). Verdichting van de periferie van een stad bevordert weggebruik (Van Wee, 2002, deels op basis van Verroen et al., 1995). Een grotere afstand tussen wonen en stadsgewestelijk of lagere orde centrum leidt tot langere verplaatsingen (Tillema en Jorritsma, 2016).

Een belangrijk locatiekenmerk is OV. Verdichting in goed per OV ontsloten gebieden vergroot blijkens onderzoeken over de Zuidvleugel¹², Rotterdam¹³, en de agglomeratie Den Haag¹⁴ het OV-aandeel. Controversieel is kantoorverdichting rondom hoofdstations. Ze is namelijk het

¹² Zondag et al., 2015.

¹³ Liao, 2013; Molin, 2014, op basis van Liao.

¹⁴ Kreutzberger en Van Kampen, 2016.

tegendeel van functionele mix en doet de verplaatsingsafstand eerder toenemen. Anderzijds, gebundelde forensisme-stromen kunnen makkelijk door OV gefaciliteerd worden met positieve effecten voor CO₂. De Nederlandse spoorwegen en het Rotterdamse OV-bedrijf RET bepleiten derhalve werkgelegenheids-concentraties rondom bepaalde hoofdstations (OV-bureau Randstad, 2013). Urbanisering en netwerkontwikkeling spelen ook een rol bij het winkelgedrag. OV vergroot de bereikbaarheid en omzet van winkels. Voor Europese steden vergroten “large dispersed retail and leisure facilities ... the distances travelled by car” (Lautso et al., 2004, blz.159, verwijzend naar Transland, 2000) en het autogebruik (voor België geanalyseerd door Ronse et al., 2015).

Alle mobiliteitseffecten leiden tot een geaggregeerde klimaatprestatie waarbij sommige regio's beter scoren dan andere. Een voorbeeld is de CO₂-emissie van mobiliteit per inwoner/arbeitsplaats in de Zuidvleugel: “Rotterdam doet het minder goed dan Den Haag als gevolg van ... langere afstanden. De Zuidkant van de regio doet het minder goed als gevolg van negatieve woon-werkbalans, waardoor lange afstanden moeten worden afgelegd om het werk te bereiken”, aldus de CO₂-benchmark van Goudappel en Coffeng (in: MRDH, 2014, blz.51).

PORC maatregelen (Prijsbeleid, Organisatie en management, Regulering, en Communicatie en bewustwording)

Deze kunnen ASI+city maatregelen ondersteunen door gewenste vervoerwijzen efficiënter en comfortabeler te maken of de weerstand bij ongewenste vervoerwijzen te verhogen. PORC experts hebben geobserveerd dat autobestuurders vanwege wegbeprijzing eerst andere routes of reistijden kiezen (Jopson et al., 2005). Op de langere termijn treedt ook locatieverandering van reizigers en werkgevers op (Lautso et al., 2004). Andere reistijden en locaties impliceren veelal vermindering van CO₂. Lautso et al. (2004) benadrukken dat “land-use ... policies are only successful in reducing travel distances and the share of car travel if they make the car less attractive, that is more expensive or slower” (blz.159). De investering in OV bewerkstelligt modal shift en reduceert CO₂ mits ze begeleid wordt door een substantiële toename van de kosten van automobilititeit (Wegener, 1996).

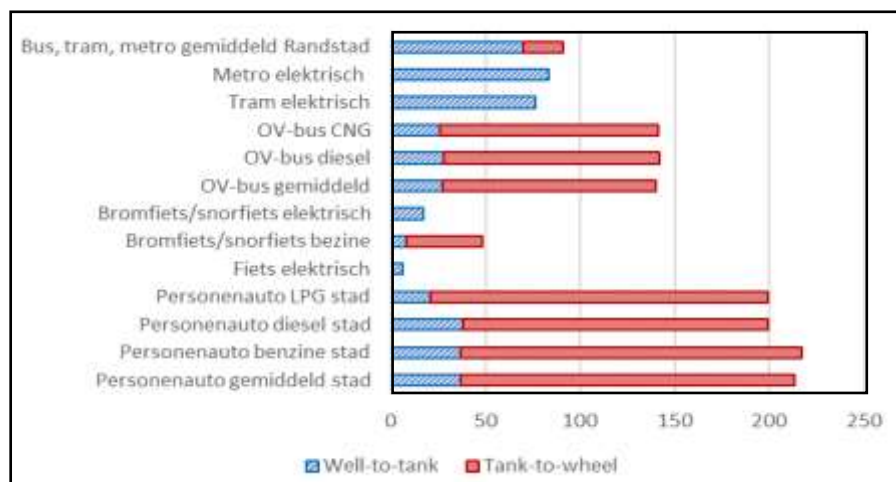
Systeemverbeterende maatregelen optimaliseren bestaande systemen, sorteren effecten op de korte termijn en zijn meestal efficiënt. Voorbeelden zijn afzonderlijke kleinere infrastructuurprojecten, en vele benuttingsmaatregelen. “Voor een verdergaand effect moet vooral worden ingezet op zogenaamde *structuurverbeteringen* (denk bijvoorbeeld aan ruimtelijke ordening, knooppuntontwikkeling, verbeteringen op netwerkniveau).” (Stadsgewest Haaglanden, 2014, blz.26; highlighting door auteurs). Structuurverbeterende maatregelen zijn veelal duur(der) en hebben lange(re) invoeringstijden. De “effecten van structuurverbeteringen [zijn] pas op langere termijn zichtbaar” (idem).

3.2 Welke maatregelen kiezen ?

Een centrale beleidsvraag is welke (combinatie van) CO₂-reducerende maatregelen een stad zou moeten kiezen. Wij geven enkele indicaties voor personenvervoer. Zwart-wit gedacht, als alle auto's elektrisch worden en ook alle elektriciteitsvoorziening duurzaam wordt, is modal shift voor de reductie van CO₂ niet meer nodig. Voor ruimtebeslag blijft, zoals gezegd, OV wel van belang. Omgekeerd, als alle reizigers lopen, fietsen of OV gebruiken wordt de elektrificatie van auto's overbodig. Het algemene antwoord op de vraag is dat alle types maatregelen aan bod moeten komen omdat 1) het anders niet lukt om de gewenste CO₂-reductie op tijd te behalen en 2) de verschillende types aansluiten bij uiteenlopende preferenties van reizigers en bestuurders, bijvoorbeeld voor technische innovatie of gedragsveranderingen.

Dit antwoord neemt niet weg dat maatregelen gerangschikt kunnen worden naar hun effectiviteit en efficiency. Op basis van Otten et al. (2015) over mobiliteit in de stad: lopen en fietsen emitteren quasi geen CO₂, elektrisch fietsen 6g CO₂/reiziger-km (zie figuur 2), OV in de Randstad

gemiddeld 91g, auto's gemiddeld 213g, allemaal "well-to-wheel" (= well-to-tank + tank-to-wheel) gerekend. Binnen het OV zijn er verschillen: tram heeft de laagste emissies (76g), maar ook die van de metro zijn laag. De diesel bus emitteert veel meer (142g), maar zijn vervoersaandeel is in de Randstad zeer beperkt. Dieselauto's zijn met 199g klimaatvriendelijker dan benzineauto's (217g). Congestie vergroot de energieconsumptie van wegvoertuigen. Vandaar zijn de emissieverschillen tussen modaliteiten vaak groter in de spits. De verdere marktpenetratie van elektrische auto's en duurzame elektriciteitsproductie zal de emissieverschillen tussen modaliteiten verkleinen.



Figuur 2: Emissie van CO₂(-equivalenten) in 2011: gram per reiziger-km in de stad (Bron: visualisatie door auteurs van Otten et al., 2015, tabellen 2 en 4¹⁵)

De CO₂-effectiviteit correspondeert met de ruimtelijke effectiviteit. Wegvervoer gebruikt een veelvoud aan ruimte per reizigers(-km) dan andere modaliteiten, ook rekening houdend met de typische bezettingsgraden van voertuigen (Randelhoff, 2014). Dit pleit voor Avoid en Shift maatregelen. Wel zal de zelfrijdende auto op termijn het verschil in ruimtebeslag tussen weg- en ander vervoer verminderen.

Uit deze indicaties kunnen effect-gerichte beleidsprioriteiten worden afgeleid.¹⁶ Voor CO₂-reductie per reiziger-km verdient 1) eerst minder automobilititeit door avoid of shift naar fietsen en lopen prioriteit, 2) dan shift van auto naar tram/metro waar de omvang van reizigersstromen past bij een tram of metro, 3) dan de vervanging van diesel door elektrische of waterstofbussen, 4) en dan shift van de auto naar de bus waar de omvang van reizigersstromen past bij een bus. De elektrificatie van wegvoertuigen verandert¹⁷ de motieven van prioriteit 1, 2 en 4: de aandacht verschuift van CO₂-reductie naar efficiënt ruimtegebruik. Naarmate het geschetste drieluik een groter marktaandeel in de stad krijgt, neemt ook het verschil van ruimtebeslag tussen modaliteiten af.

Bij de prioritering van maatregelen moet niet alleen gekeken worden naar de effecten per reiziger-km, maar ook naar het aantal reiziger(-km)s per maatregel.

Wat betreft de efficiency van CO₂-reducerende maatregelen, scoren meer lopen en fietsen hoog. OV kent hoge investeringen en operationele kosten. Schroten et al. (2014) leiden hieruit, in navolging van Moorman et al. (2013), af dat grootschalige modal shift naar OV niet kosteneffectief is. De kosten zijn in deze studie echter alleen kwalitatief geanalyseerd. De studie

¹⁵ Otten et al. (2015) rekenen met gemiddeld 1,39 personen per auto en 9 personen in een OV-bus, en een gemiddelde bezetting van de tram van 14% en van de trein van 29%.

¹⁶ Telkens onder conditie dat geen nieuw vervoer en geen suburbanisatie geïnduceerd wordt.

¹⁷ Hierbij puur kijkend naar energiegebruik en niet ook naar up- en downstream-effecten.

neemt ook discutabele posten mee zoals negatieve welvaartskosten t.g.v. (deels) gedwongen overstap naar een andere modaliteit en het dan opgezaagd raken met minder reisflexibiliteit. De maatschappelijke baten van ruimtebesparing en het bereikbaar houden van steden door modal shift zijn in de studie niet meegenomen.

Uit gegevens zoals in tabel 1, aangevuld met vergelijkbare emissiekengetallen voor interstedelijke mobiliteit, kunnen ook enkele conclusies over de uit oogpunt van duurzaamheid *gewenste ruimtelijke structuur* worden getrokken; aanvullend op de bevindingen uit de literatuur. Omdat het zwaartepunt van werkgelegenheid in de G4 geconcentreerd ligt in de kerngemeenten, levert verdichting in de bestaande stad/agglomeratie meer reductie op dan verdichten in stedelijke satellieten van de kerngemeente, tenzij er in het stad-satelliet-verkeer meer OV wordt gebruikt. Gemiddeld emitteert de auto op snelwegen ongeveer 150g CO₂ (Otten et al., 2015, tabel 4) ofwel bijna 1,7 keer zo veel als metro, tram en bus gemiddeld, of 3 keer zo veel als de elektrische stoptrein. Door dit verschil is satellietvorming, wat CO₂-emissies betreft, bij een hoog OV-aandeel, tot een bepaalde afstand gerechtvaardigd, en is anders de compacte stad CO₂-armer. Het laatste is ook de conclusie van een literatuurstudie van Tillema en Jorritsma (2016).

4. CO₂-reductie van mobiliteit in de vier grote steden

4.1 De laatste 20 jaar

Alle vier grote steden streven naar verbetering van de bereikbaarheid onder conditie van duurzaamheid in een zich veranderende wereld. Zij hebben klimaatdoelen, maar deze hebben tot nu toe geen grote rol gespeeld bij de keuze van maatregelen. Niettemin en met paragraaf 3.2 als referentie, hebben vele gekozen maatregelen een CO₂-reducerend effect, zoals:

- de uitbreiding van loop- en fietsnetwerken (nieuwe fietspaden, additionele fietsstallingscapaciteit) en OV-netwerken (nieuwe OV-lijnen en stations), en het bevorderen van multimodale netwerken (aanleg van P+R-voorzieningen op strategische locaties tussen auto- en OV-netwerken);
- de opwaardering van loop-, fiets- en OV-netwerken (van bus naar tram, van hoge-vloer naar lage-vloer trams, van heavy naar light rail systemen, verhoging van OV-frequenties en van de gemiddelde snelheden van maaiveld-systemen; de herstructurering van stationscomplexen en OV-haltes, de vervanging van CO₂-intensieve naar CO₂-extensieve bussen, in Utrecht zelfs de aanschaf van elektrische bussen);
- stedelijke verdichting langs lokale OV-lijnen en rondom regionale en (inter)national treinstations (w.o. Stedenbaan);
- de invoering van autovrije of emissiearme zones in stadscentra en de uitbreiding van restrictief autoparkeerbeleid in de stadscentra en in woongebieden en van restrictief distributiebeleid in de stadscentra;
- de afwaardering van wegen in stadscentra en woongebieden en verkeersconcentratie op wegen met een betere doorstroming;
- het bevorderen van autodelen, en het bevorderen van duurzame mobiliteit door vervoersmanagement;
- de (verder)ontwikkeling van parkeerbeleid dat modal shift bevordert;
- innovatieve oplossingen voor stedelijke bevoorrading.

Alle steden zetten zich in voor modal shift van auto- naar andere mobiliteit. Het havenbedrijf Rotterdam (2011) heeft als specifiek doel dat in 2030 maximaal 35% van de containers over de weg gaan (dat is ruim 15%-punten minder dan nu) wat zich positief zal uitwerken op de CO₂-emissies op het Rotterdamse wegennetwerk.

Wat betreft de ruimtelijke structuur, hebben de G4 de laatste 20 jaar hun centrale stadsdelen verdicht, Rotterdam en Den Haag daarbij ook de functionele mix substantieel verhoogd door vele

woningen toe te voegen in hun centra. Amsterdam heeft in reactie op de beperkingen in de historische binnenstad de Zuidas verder ontwikkeld. In Utrecht was er kantoorontwikkeling in de centrale stadsdelen en langs de stadsrand.

Alle vier steden hebben voormalige haven- en bedrijventerreinen verstedelijkt en de ontwikkeling van VINEX- en andere locaties aan de stadsranden afgerond. Utrecht is hier nog mee bezig. Alhoewel vele stadsrandontwikkelingen lage dichtheden hebben (b.v. 30 woningen/ha), versterken zij in principe het concept van de compacte stad, die minder verplaatsingskilometers oplevert dan de in de fase daarvoor ontwikkelde satellietsteden, alhoewel meer dan ontwikkelingen binnen de oudere stadscontouren (Snellen et al., 2005). Almere, een satellietstad voor Amsterdam, werd later begonnen dan andere satellieten en ook in deze fase verder ontwikkeld.

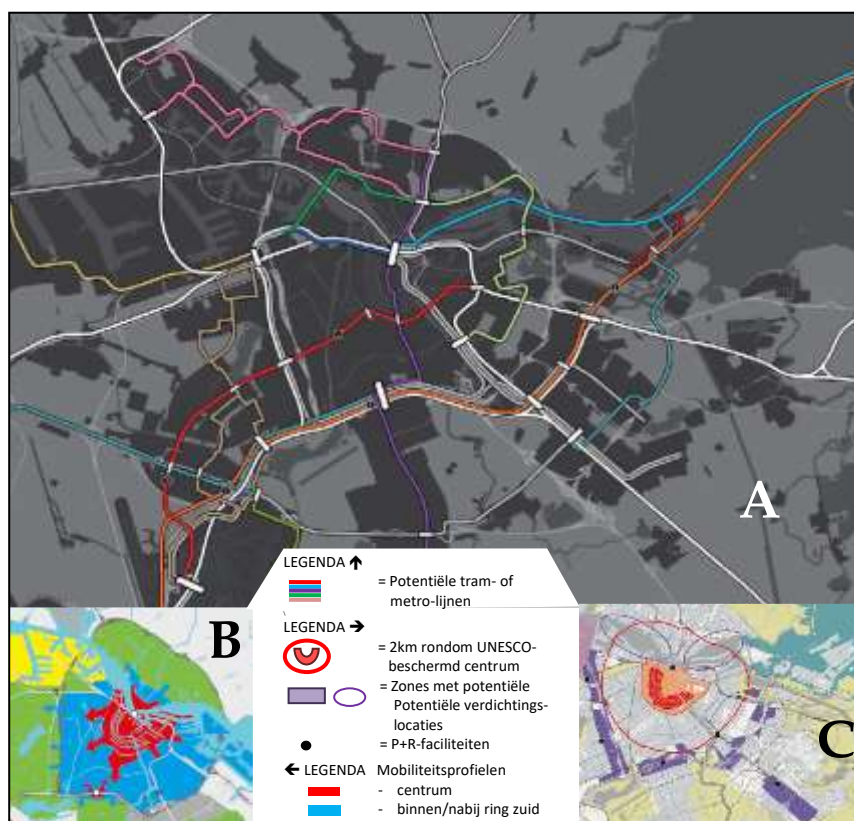
Niet al deze ontwikkelingen pakten CO₂-vriendelijk uit. Een deel ervan en andere ontwikkelingen hebben bijvoorbeeld de omvang van de regionale pendel (per auto) naar de grote steden en daarmee de CO₂-emissies doen toenemen.

4.2 Strategische plannen en toekomst

De huidige strategische mobiliteits- en ruimtelijke plannen van de vier steden¹⁸ verkondigen vergelijkbare naast enkele nieuwe types maatregelen. Terwijl de bevolking in vele steden van Nederland afneemt, wordt voor de Randstad en in het bijzonder de G4 bevolkingsgroei verwacht/geprojecteerd, inclusief de toevoeging van enkele duizenden woningen per jaar in iedere gemeente. Dit versterkt in beginsel de compacte stad wat gunstig is voor de CO₂-reductie, vergroot anderzijds de klimaatuitdaging van iedere stad, want de reductiedoelen gelden ook bij meer inwoners en activiteiten (zie b.v. Gemeente Amsterdam, 2018c).

De vier grote steden zijn zich bewust van de betekenis van ruimtelijke organisatie voor mobiliteit, bijvoorbeeld dat inbreiding een andere mobiliteit genereert dan uitbreiding, en hogere dichtheden minder mobiliteit en meer lopen en fietsen. Utrecht geeft een voorbeeld van een vooroorlogse buurt die slechts 2/3 van de anders gebruikelijke automobilititeit genereert. De steden focussen inmiddels nog sterker of vooral op inbreiding en verdichting. Amsterdam heeft plannen om de Zuidas-verdichting uit te breiden naar andere delen langs de snelweg- en spoorring, met P+R-voorzieningen bij de stations, en om het waterfront van de stad verder te ontwikkelen (figuur 3C), en was recentelijk bezig de locaties te concretiseren (Gemeente

¹⁸ Structuurvisie Amsterdam 2040 (Gemeente Amsterdam, 2011), MobiliteitsAanpak Amsterdam 2030 (Gemeente Amsterdam, 2013), Agenda voor duurzame energie, schone lucht, een circulaire economie en een klimaatbestendige stad. Duurzaam Amsterdam (Gemeente Amsterdam 2015a), Uitvoeringsagenda Mobiliteit (Gemeente Amsterdam 2015b), Koers 2025. Ruimte voor de stad (Gemeente Amsterdam, 2016), Beleidskader Verkeersnetten (Gemeente Amsterdam, 2018a), Stadsvisie Rotterdam. Ruimtelijke ontwikkelingsstrategie 2030 (Gemeente Rotterdam, 2007), Rotterdam Programma Duurzaam 2015-2018. Consultatiedocument (Gemeente Rotterdam, 2015a), Rotterdamse Mobiliteitsagenda 2015-2018 (Gemeente Rotterdam 2015b), Stedelijk Verkeersplan 2016-2030+, (Gemeente Rotterdam, 2016a), Tweede rapportage voortgang programma Duurzaam 2015-2018 (Gemeente Rotterdam, 2016b), De Rotterdamse brandstoffenaanpak (Gemeente Rotterdam, 2017a), OV-visie Rotterdam 2018-2040 (Gemeente Rotterdam (2017b), Structuurvisie Den Haag 2020, (Gemeente Den Haag, 2005), Haagse Nota Mobiliteit (HNM) (Gemeente Den Haag, 2011b), Den Haag duurzaam. Agenda 2015-2020 (Gemeente Den Haag, 2015), Agenda Ruimte voor de stad (Gemeente Den Haag, 2016), Discussienotitie Haagse Mobiliteitsagenda (Gemeente Den Haag, 2017), Plan-MER Haagse Nota Mobiliteit. Hoofdrapport (DHV, 2009), Programma Utrechtse Energie 2011-2014 (Gemeente Utrecht, 2011), Utrecht: Aantrekkelijke en Bereikbaar. Ambitiedocument (Gemeente Utrecht (2012). Actieplan Schoon Vervoer 2015-2020 (Gemeente Utrecht, 2015a), Duurzaamheidsverslag 2015 (Gemeente Utrecht, 2015b), Mobiliteitsplan Utrecht 2025 (Gemeente Utrecht, 2016a), Ruimtelijke Strategie 2016 (Gemeente Utrecht, 2016b).



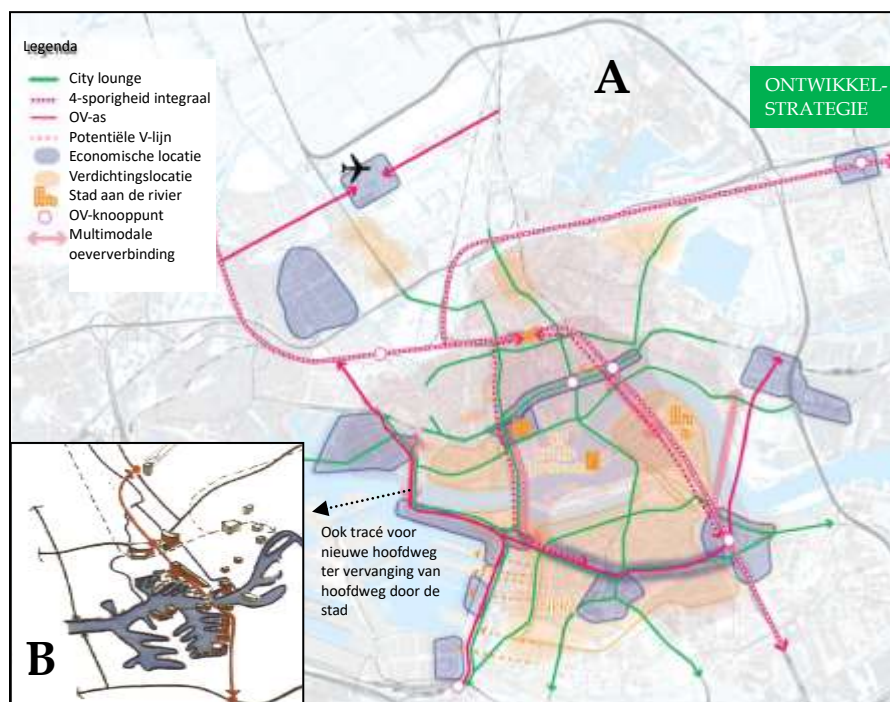
Figuur 3: Amsterdam: Netwerk van potentiële OV-lijnen 2030+ (A), drie mobiliteitsprofielen (B) en verdichtingszone langs de snelweg- en toekomstige OV-ring met P+R voorzieningen (C) (Bron A en C: *Structuurvisie 2040*, blz.131 resp. 177, Gemeente Amsterdam, 2011; bron B: *MobiliteitsAanpak Amsterdam 2030*, blz.34, Gemeente Amsterdam, 2013)

Amsterdam, 2016). In Rotterdam (figuur 4) wordt de verstedelijking van havens en bedrijventerreinen en de verdichting van de zuidkant van de stad geïntensiveerd, het laatste gekoppeld aan het doel van gentrification. In Den Haag heeft de centrale zone van Scheveningen tot het gebied langs de A4 (gele corridor in figuur 5B en C) prioriteit, in het bijzonder het centrumstedelijke gebied (figuur 5D). In de nieuwe beleidsgolf is er een nieuw accent toegevoegd, het Central Innovation District (CID; figuur 5D). Dit ligt tussen drie stations, twee kantorenconcentraties en de Binckhorst. Utrecht werkt aan een centrumgebied met meer dan de dubbele grootte van het historische centrum (Gemeente Utrecht, 2016b, blz.17) en wil van daar een radiale corridor richting zuid, de Merwedekanaalzone, ontwikkelen. Dit, het Utrecht Science park-gebied en een gebied rondom het bestaande station Leidse Rijn centrum zijn de toekomstige hoofdverdichtingsgebieden (gebieden A in figuur 6II).

Alle vier steden breiden hun loop-, fiets- en OV-netwerken verder uit, prioriteren de openbare ruimte harder, vaak in het voordeel van lopen, fietsen en het OV, ontwikkelen fietspaden voor E-fietsen en regionale afstanden, en voegen stedelijke en regionale lightrail-lijnen toe, wat hoge investeringen vergt maar op de lange termijn ook vruchten afwerpt voor de nodige CO₂-reductie.¹⁹

De G4 werken aan wat ze schaa sprong in het OV noemen, maar de betekenis hiervan varieert nogal, reikend van nieuwe regionale light-rail lijnen (zoals in Amsterdam, Rotterdam en Utrecht), de transformatie van sprinter- tot metrolijnen (zoals in Rotterdam), het medegebruik van

¹⁹ Voor alle OV-projecten geldt dat ze alleen CO₂-reducerend werken voor zover ze daadwerkelijk auto-gebruik substitueren in plaats van nieuw vervoer te genereren, en dat ze ook geen fietsgebruik substitueren.



Figuur 4: Rotterdam: Ontwikkelstrategie voor infrastructuur, OV-diensten en gebieden (A) en tracé nieuwe wegverbinding tussen Rotterdam noord en zuid (B) (Bron: Stedelijk Verkeersplan 2016-2030+: A = blz.40; B = blz.36, Gemeente Rotterdam, 2016a)

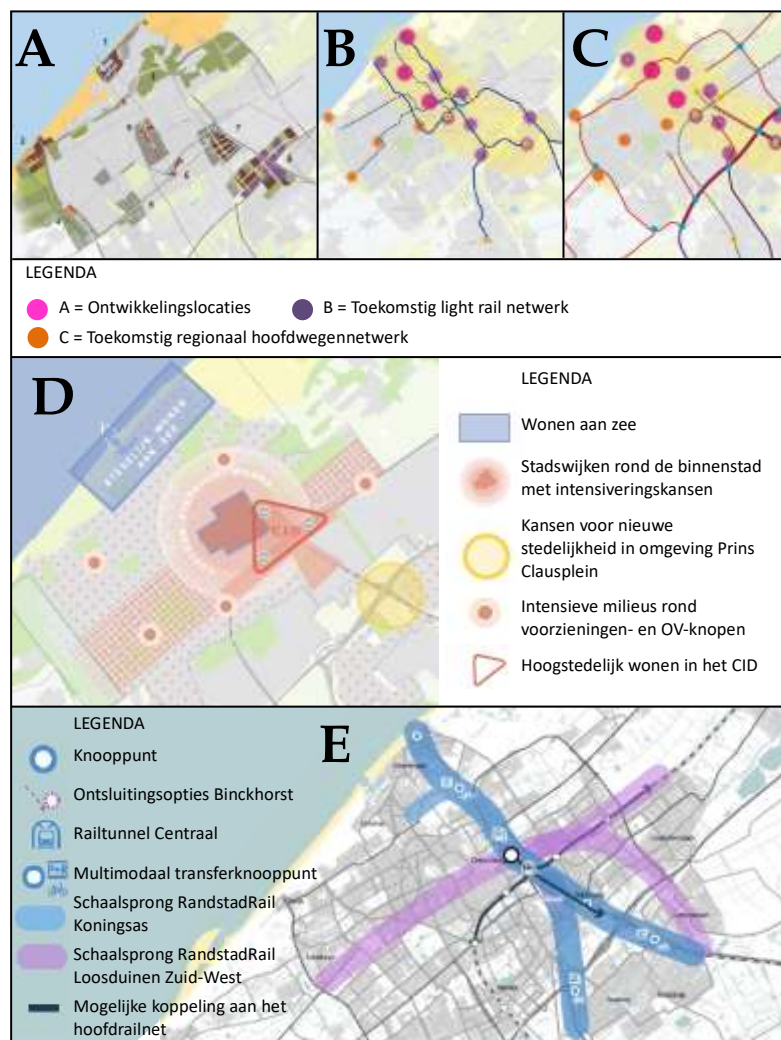
spoorcorridors voor nieuwe traminfrastructuur (Utrecht) tot de nader te definiëren koppeling van stedelijke met regionale (light-)rail lijnen (Den Haag; figuur 5E).

In *Amsterdam* is één van de kandidaat light-rail toevoegingen een verbinding met Almere (tracé-alternatieven zie figuur 3A) die ook het toekomstige eiland IJburg Oost ontsluit. De gewenste vergroting van de robuustheid en capaciteit van de ontsluiting van Schiphol kan worden bewerkstelligd door het doortrekken van een nieuwe oost-west metro.

Rotterdam wil een nieuwe hoogwaardige tangentiële OV-verbinding in Zuid (Figuur 4) realiseren. Die wordt bij station Stadion verknoopt met het NS-netwerk en in oost en west over de Maas gevoerd. Daarnaast wordt gedacht aan de Maastunnel en 's Gravendijkwal geschikt te maken voor een OV-lijn.²⁰ Het nieuwe OV-netwerk ontsluit en verbindt vele van de tot stadsgebieden getransformeerde vroegere havens, verbetert de connectiviteit tussen noord en zuid, ondersteunt de upgradering van zuid, bedt de luchthaven Rotterdam-Den Haag hoogwaardiger in het OV-netwerk en ontlast Rotterdam Centraal. De stad bepleit het Programma Hoogfrequent Spoor waarvoor er op de Oude lijn tussen Den Haag en Rotterdam integrale viersporigheid moet komen.

Den Haags lightrail-ontwikkeling focust op upgradering en toevoeging van lightrail-lijnen in de centrale zone richting kust (Figuur 5B), aanvullend op de upgradering van lijnen richting Westland die in de beleidsgolf daarvoor begon. Dit levert onder meer de inbedding van de Binckhorst, het grootste ontwikkelgebied van de stad, en van het CID in het hoogwaardige OV-netwerk op. *Utrechts* schaa sprong gaat onder meer over de aanleg van een lightrail-verbinding naar de Uithof (Figuur 6I). Ter bevordering van het reizigerscomfort wordt dit een lage vloer-raillijn en wordt ook de bestaande Nieuwegein-lijn getransformeerd tot lage vloer-lijn in plaats van – met lagere investeringen – de bestaande hoge vloer-lijn te verlengen. Daarnaast wordt nagedacht over

²⁰ De invullingen voor ieder van deze lijnen variëren nogal tussen de beleidsrapporten (b.v. “metrokwaliteit” versus HOV-bus; tramlijn versus stedelijk HOV).

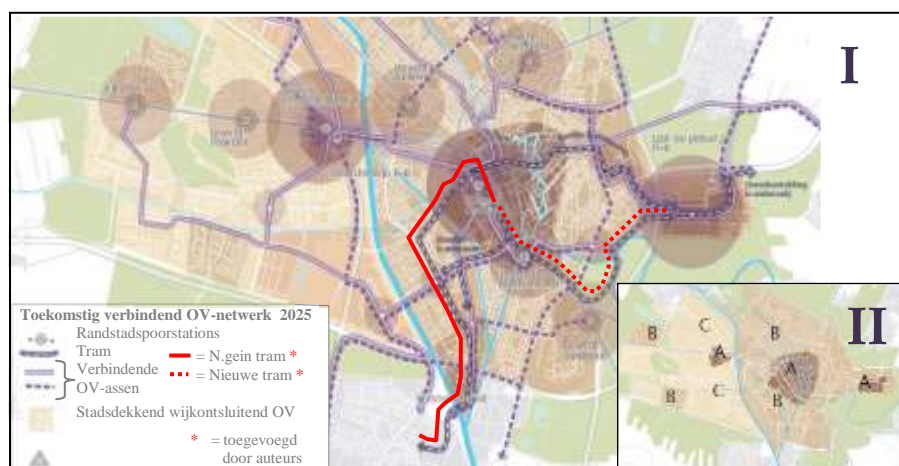


Figuur 5: Den Haag: belangrijke locaties (A en D), licht rail- (B) en hoofdwegennetwerk 2025 (C), schaalspiong OV (D) (Bron A, B en C: Haagse Nota Mobiliteit, Gemeente Den Haag, 2011; bron D: Agenda Ruimte voor de stad, Gemeente Den Haag, 2016; bron E: Haagse Mobiliteitsagenda. Discussienotitie, Gemeente Den Haag, 2017).

andere nieuwe lightrail-lijnen waaronder één door het centrum ter vervanging van het bussenbundel. Deze lijnen concurreren meer dan in de andere steden met de fiets en reduceren CO₂ alleen voor zover ze gebruik van dieselbussen en auto's substitueren.

Alle gemeenten voeren beleid om de openbare ruimte te prioriteren en meer hiërarchie in de wegen aan te brengen. In de centrale gebieden en in winkelstraten van woongebieden wordt meer ruimte gereserveerd voor lopen, fietsen en stedelijke activiteiten (b.v. restaurants). De prioritering van ruimte volgt de definitie van OV-, weg- en fietsnetwerken (Amsterdam, Den Haag), mobiliteitsprofielen (Amsterdam) en/of van gebiedstypes zoals de A/B/C-gebieden in Utrecht (figuur 6II). Rotterdam heeft bepaalde straten geselecteerd die ontwikkeld worden tot zogenaamde 'City Lounge'. De nieuwe prioriteiten gaan in belangrijke mate ten kosten van parkeren op maaiveld en vragen derhalve om compensatie door op substantiële schaal in pandige of ondergrondse parkeercapaciteit te bouwen.²¹

²¹ Amsterdam gaat uit van ongeveer 5.000 parkeerplaatsen alleen al tot 2020.



Figuur 6: Utrecht: verbindend OV-netwerk 2025 (I) en prioritering infrastructuur in A/B/C-gebieden (II) (Mobiliteitsplan Utrecht 2025, C: blz.34. D; blz.13, Gemeente Utrecht, 2016a)

Op het gebied van stedelijke distributie zetten Utrecht en Amsterdam hun beleid voort om het verplaatsings- van het lokale deel van transportketens te ontkoppelen en meer maatwerk in de bundeling van stromen te bereiken. Ook Den Haag heeft recentelijk dergelijk beleid aangekondigd. De ontwikkeling gaat in richting van emissievrije bevoorrading van de binnensteden (b.v. in Rotterdam tot 2020 en Utrecht tot 2025) en ook van andere stadsdelen.

Nieuwe types maatregelen betreffen onder meer parkeerprijzen en gebiedstoegang afhankelijk maken van de leeftijd en dus duurzaamheid van voertuigen, grotere tot gemeente brede milieuzones voor wegvervoer, de grootschalige transformatie van klassiek wegvervoer tot vervoer met koolstofarme aandrijving, de aanvulling of vervanging van ontsluitende OV-lijnen door combinaties van gerobotiseerd collectief vervoer en mobility-as-a-service concepten, en nieuwe vormen van multi-sectorale voorraadhouding van elektriciteit zoals het gebruik van de batterijen van parkerende auto's in het Utrechtse LomboX-project.

4.3 Kwantificering van de CO₂-reductie in de strategische documenten. Aanpak

Deze paragraaf brengt in beeld wat de vier gemeenten communiceren over de CO₂-effecten van toekomstige mobiliteit. Als bron raadplegen wij de strategische planologische documenten van iedere gemeente op de gebieden mobiliteit en ruimtelijke ontwikkeling en mogelijk bijbehorende MERs en achtergrondrapporten en – waar aanwezig – specifiek op mobiliteit en klimaat gerichte analyses. Onze concept-observaties hebben wij voorgelegd aan één of meerdere strategische beleidsambtenaren van ieder gemeente om na te gaan of wij belangrijke bronnen over het hoofd hebben gezien en of de paper verkeerde nuancerings bevat.

Wij hebben geen eigen berekeningen uitgevoerd, bijvoorbeeld om de aangegeven reductie-effecten te controleren, maar slechts naar de scope van de kwantificering in de bronnen gekeken en over de plausibiliteit van de redenering in de bronnen gereflecteerd.

Om doelmatig te kunnen informeren over de haalbare CO₂-reductie moeten de gemeenten de volgende werkstappen doorlopen²² 1) de maatregelen voor de toekomst op het gebied van mobiliteit (zoals infrastructuur en transportdiensten) en stadsontwikkeling (zoals spreiding van woningen en kantoren) benoemen, 2) de mobiliteitseffecten hiervan ramen²³, 3) daaruit de CO₂-

²² In essentie in lijn met de Handreiking klimaatbeleid en duurzame mobiliteit voor gemeenten, provincies en waterschappen (Das et al., 2017).

²³ Hierbij kan gebruik gemaakt worden van transportmodellen. Alle vier steden beschikken over een model

reductie ten gevolge van de zich veranderende mobiliteit afleiden en 4) beoordelen of de reductie-effecten in omvang en tijd passen bij de reductiedoelstelling. De effecten helpen bestuurders hun besluiten te onderbouwen. Dat geldt ook – ofwel het kwantificeren is ook verdienen – wanneer blijkt dat de CO₂-reductie van een maatregelenpakket niet voldoende is. De gemeente kan dan zijn beleid en maatregelenpakketten bijstellen tot dat wel voldoende reductie optreedt.

De identificatie en mogelijke vaststelling van doelmatige maatregelenpakketten betekent niet dat de pakketten voor alle tijden vastliggen. In tegendeel, de lengte van de planningsperiode, bijvoorbeeld tot 2050, maakt flexibiliteit van beleid wenselijk. De pakketten kunnen al naar gelang van nieuwe inzichten of prioriteiten worden bijgesteld, als maar op elk moment een pakket in beeld is dat de gewenste CO₂-reductie belooft op te leveren. Zonder inzicht in de maatregelen voor de hele reductieperiode worden de klimaatdoelen mogelijk niet of te laat gehaald en kan ook de transitie duurder worden (Ros, 2015).

Het monitoren van mobiliteit en CO₂ is een nieuw beleidsinstrument van steden. Hierbij worden ontwikkelingen uit het verleden gevolgd. Voor het verhelderen van toekomstige ontwikkelingen is alleen monitoren onvoldoende.

4.4 Kwantificering van de CO₂-reductie in de strategische documenten. Overzicht van de vier gemeenten

Amsterdam, Den Haag en Utrecht hebben de voorspelde *mobiliteit* in één of meer van hun strategische documenten gepubliceerd (voor resp. 2040, 2020 resp. 2030). Rotterdam informeerde in de Stadsvisie uit 2007 over de effecten van toekomstige maatregelen. Latere strategische beleidsrapporten presenteerden alleen monitoringsresultaten, behalve de recente OV-visie (Gemeente Rotterdam, 2017b) die mobiliteits- en bereikbaarheidseffecten in 2040 van toekomstige OV- en ruimtelijke maatregelen laat zien.

Amsterdam, Den Haag en in beperkte mate ook Utrecht hebben ook de *CO₂-reductie* van de zich veranderende mobiliteit in beeld gebracht. Amsterdam heeft de resultaten bovendien verwerkt in een beleidsnota. Den Haag deed dit ten dele, namelijk in de HNM. De inzichten over CO₂-reducerende maatregelen uit de backcasting-studies (zie hieronder) zijn niet verwerkt in een koersbepalende beleidsnota. Utrecht heeft in het programma Utrechtse Energie 2011-2014 (Gemeente Utrecht, 2011) breed gereflecteerd over CO₂-reducerende maatregelen waarmee de stad in 2030 klimaatneutraal kan worden, maar geen CO₂-effecten berekend. In een andere studie (zie hieronder) heeft de gemeente de CO₂-reductie in het wegvervoer geanalyseerd. In het Mobiliteitsplan Utrecht 2025 worden de gevolgen van toekomstige mobiliteit voor luchtkwaliteit en geluid beschreven, maar niet voor CO₂.

In Rotterdamse documenten wordt weinig over toekomstige CO₂-reductie medegedeeld behalve in de Rotterdamse brandstoffenaanpak die een lange lijst van concrete maatregelen presenteert, gerangschikt naar termijn, maar geen kwantitatieve uitspraken doet. De afwezigheid hiervan past bij de toen afgenomen aandacht voor klimaatmitigatie. Daarnaast geeft ze misschien blijk van de deels verschoven perceptie van planologisch werk. Immers, ook voor andere vormen van duurzaamheid worden in Rotterdamse documenten vooral monitoringsresultaten aangeboden. De verschoven perceptie wordt het duidelijkst geformuleerd door MRDH, hier mogelijk van

waarmee ze de mobiliteitseffecten van infrastructuur-, vervoer-, ruimtelijke en andere maatregelen kunnen voorspellen. Een aandachtspunt zijn de onzekerheden van transportmodellen, onder meer vanwege de schatting van toekomstige mobiliteitspreferenties, de realiteitsgehalte van de modelinput, en een zeker onvermogen om nieuwe mobiliteitsvormen of verkeersverschijnselen goed te modelleren. Al deze onzekerheden vragen bij de interpretatie van de modeluitkomsten om aandacht. Desondanks is het paradigma van deze paper dat gemeenten zonder kwantificering door modellen te weinig oriëntatie hebben.

betekenis omdat de voormalige wethouder voor mobiliteit in Rotterdam ook Voorzitter Bestuurscommissie Vervoersautoriteit MRDH was en bestuurlijke verantwoordelijkheid draagt voor beide documenten: "De allesbepalende rol van lange-termijn prognosemodellen neemt af. Meer en meer wordt gewerkt met scenario's en monitoring van daadwerkelijke ontwikkeling van de mobiliteit." (MRDH, 2016; blz.43). Zonder de onzekerheden van lange-termijn prognosemodellen te ontkennen²⁴, is het met deze perceptie zeer moeilijk om te bepalen of een gemeente of regio in de toekomst doelmatig werkt. De perceptie wordt overigens ook niet overal toegepast. De recente OV-visie schetst een beeld van de mobiliteits- en bereikbaarheidseffecten in 2040 van de geprojecteerde OV-maatregelen.

Het verkennen, communiceren en besluiten, organiseren en implementeren van maatregelen kan makkelijk 20 jaar of langer duren.²⁵ Dit levert een zekere urgentie op voor het planologische werk. Voor wie in 2040 klimaatneutraal wil zijn wordt het hoog tijd te verduidelijken welk maatregelpakketten men voorstaat. Voor klimaatneutraliteit in 2030 geldt dit al helemaal. In alle gemeenten neemt de urgentie van werken aan CO₂-reductie toe vanwege de nagestreefde bevolkingsgroei.

Van de gemeenten die de toekomstige CO₂-reductie verhelderen, namelijk Amsterdam, Den Haag en in beperkte mate ook Utrecht, volgt in de volgende drie paragrafen een samenvatting van de inzichten en standpunten.

4.5 Kwantificering van de CO₂-reductie in de strategische documenten van Amsterdam

Amsterdam heeft in een verkenning (Leguijt et al., 2010) de CO₂-reductie van maatregelpakketten laten ramen (tabel 2 en figuur 7). Gekeken is naar CO₂ van mobiliteit op Amsterdams grondgebied. Tabel 2 geeft een overzicht van het type maatregelen en de verwachte reductie. Het gaat om regionale/lokale en (inter)nationale maatregelen zoals omschreven in de Structuurvisie 2040.²⁶ In de studie "is aangenomen dat 90% van de gereden kilometers binnen de bebouwde kom elektrisch zijn in 2040 en 50% op de hoofdwegen" (blz.42).

Van de totale reductie vindt ongeveer de helft plaats in het kader van een basispakket (naar de "baseline" in figuur 7), een kwart door verdergaande maatregelen zonder elektrisch vervoer en nog een kwart door de transitie naar elektrisch wegvervoer (tabel 2 en figuur 7). 60% van alle reductie ontstaat in de bebouwde kom, 40% daarbuiten zoals op de snelwegen (blz.42).²⁷

De vermindering van de CO₂-uitstoot per gereden kilometer als gevolg van EU-normering is verwerkt in de effecten van auto-gerelateerde maatregelen. Figuur 7 laat ook zien dat het tussenliggende klimaatdoel niet gehaald wordt. Om dit mogelijk te maken zou de CO₂-reductie eerder conform de - door auteurs toegevoegde - hypothetische reductie-curve moeten verlopen.

Een aandachtspunt is dat de omschrijving van de maatregelen abstract is waardoor onduidelijk blijft op welke concrete netwerk- en stedelijke ontwikkelingen (b.v. welke van de OV- en verdichtingsopties in figuur 3A en C) ze betrekking hebben. Een afgeleid onduidelijkheid is of de hoeveelheid wegvervoer ruimtelijk voldoende makkelijk inpasbaar is.

²⁴ Zie voetnoot 23.

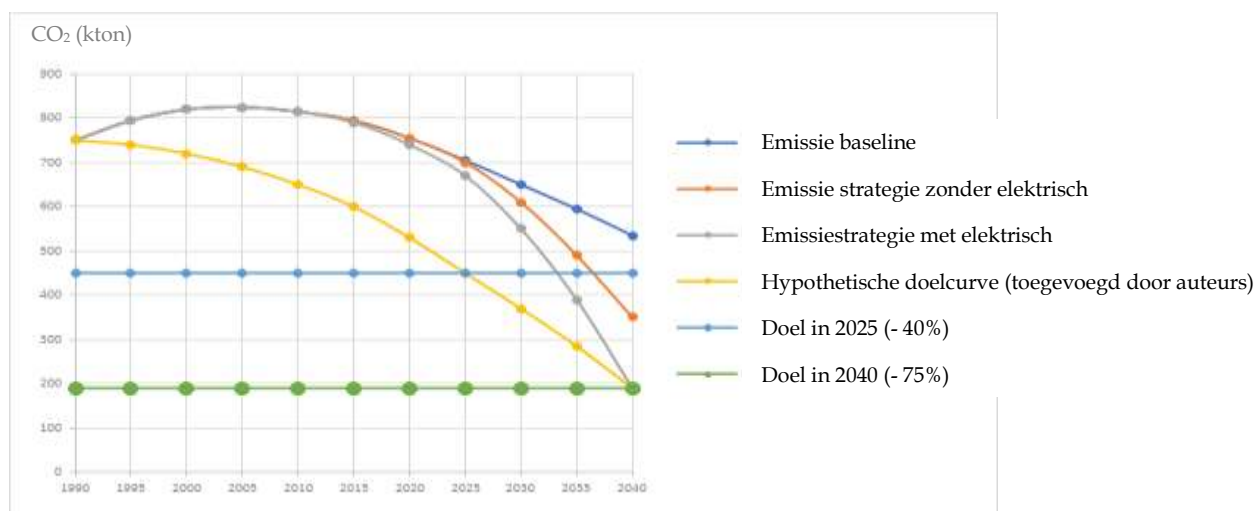
²⁵ Dit is inherent aan strategische stadsontwikkelingsopgaves, de complexiteit van het klimaat- en transitievraagstuk, het inerte karakter van stedelijke structuren en investeringen, en de afschrijvingsperiode van voertuigen.

²⁶ De indeling van maatregelen naar korte, middellange of lange termijn is eerder gericht op het begin van activiteiten dan op het ontstaan van resultaten en effecten.

²⁷ Voor de globale beeldvorming: Amsterdam verwacht 1% CO₂-reductie voor - in de stad - iedere 4% vervanging van conventionele door elektrische voertuigkilometers plus - op de snelwegen - iedere 2% vervanging.

Tabel 2: CO₂-reductie maatregelen in Amsterdam en hun reductie effect (bron: tabel is samengesteld op basis van Leguijt et al., 2010, hfdst. 4)

Maatregel	CO ₂ -reductie		Plek in figuur 7
	kton	%	
Gericht op korte termijn (tot 2015)	200	33	Reductie tot "baseline" en "strategisch zonder elektrisch"
• Autoluw beleid			
• Differentiatie van parkeertarieven" afhankelijk van CO ₂ -emissie van auto's			
• Stimuleren openbaar vervoer en fiets			
• Bundelen en concentreren van goederenstromen			
• 80 kilometer op de Rijkswegen op Amsterdams grondgebied			
• OV-beleid vanaf het begin integreren in ruimtelijke ordening bij nieuwbouwlocaties	215	35	
Gericht op de middellange termijn (2015-2025)			
• Anders betalen voor mobiliteit (i.s.m. Rijk)			
• Aanleg van meer P+R-locaties			
• Inzet van hybride bussen			
• Energieoptimalisatie van trams			
• Goederenvervoer over het water	50	8	
Gericht op de lange termijn (2025-2040 en verder)			
• Uitvoeren waterstof-roadmap voor zwaar vervoer			
• Internationale scheepvaart in EU ETS onderbrengen	150	24	"Strategisch met elektrisch"
• Transitie naar elektrisch vervoer			
Totaal	615	100	



Figuur 7: CO₂-reductie door mobiliteits- en ruimtelijke maatregelen van gemeente Amsterdam (Bron: Leguijt et al., 2010, blz.41; gereproduceerd door auteurs)

4.6 Kwantificering van de CO₂-reductie in de strategische documenten van Den Haag

Haagse Nota Mobiliteit

De duurzaamheidseffecten van de maatregelen in de Haagse Nota Mobiliteit zijn onderzocht in de Plan-MER Haagse Nota Mobiliteit (DHV, 2009). Daarin wordt geconcludeerd dat de gemeentelijke en bovengemeentelijke maatregelen (voor 2020, de planhorizon van de HNM) minder CO₂-reductie opleveren dan wat de HNM zich tot doel stelt. Zelfs in de beste variant, namelijk met "aangescherpt prijsbeleid" op de wegen (14,5 euro-ct per vtg-km) "en 20% schone

voertuigen ... lukt het niet om een reductie van de uitstoot van CO₂ te bereiken ten opzichte van 1990, laat staan een vermindering van 30%" (DHV, 2009, blz.146). In de Plan-MER wordt dan ook geconcludeerd "dat de doelstelling om in 2040 klimaatneutraal te zijn alleen haalbaar is als er een trendbreuk plaatsvindt" (blz.146).

Backcasting-studie

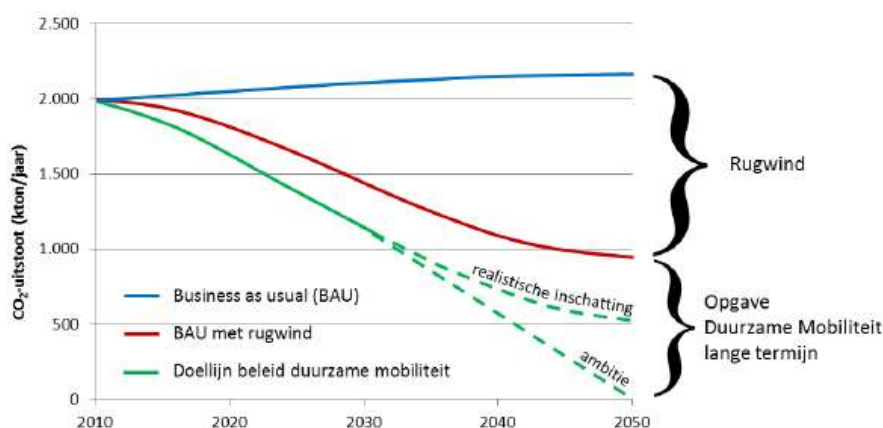
In opdracht van de gemeenteraad is een backcasting-studie uitgevoerd (Leguijt et al., 2013a en b). Deze richt zich op de vraag met welke maatregelen het doel van klimaatneutraliteit in 2040 gehaald kan worden. Berekend zijn de effecten van de volgende soorten maatregelen: infrastructuur, ruimtelijke ontwikkelingen, verkeersmanagement, parkeer- en prijsbeleid, maatregelen voor fietsers en voetgangers, OV-beleid en goederenvervoer.²⁸ Het blijkt dat 64% van de CO₂-reductie door (inter)nationale maatregelen tot stand komt (tabel 3). De reductie door lokale maatregelen bestaat voor 7%-punten uit HNM(-achtige) maatregelen en voor 27%-punten uit een doelstellend pakket waarvan de inhoud nog nader te bepalen is. Anders gezegd, voor ruim een kwart van de gewenste reductie is nog niet bekend hoe die tot stand moet komen. Stadsgewest Haaglanden (2014) trekt op basis van een vergelijkbare studie (Leguijt et al., 2014) voor het stadsgewest (doel is klimaatneutraliteit in 2050) een vergelijkbare conclusie. Voor ongeveer 20% van de totale reductieopgave geldt: "Welk type maatregel noodzakelijk is om de extra reductie in de periode 2030 - 2050 te realiseren, is met de kennis van nu niet te zeggen" (blz.12). Dit betreft in figuur 8 het verschil tussen de "realistische" en de "ambitie"-curve. De verwachting voor Den Haag is dat het maatregelenpakket "niet leidt tot een volledig klimaatneutraal verkeer in Den Haag in 2040 ... omdat ook in 2040 nog een aanzienlijk deel van het personen- en vrachtautopark zal rijden op fossiele brandstoffen" (Leguijt et al., 2013a, blz.9-10) en ook omdat 2e generatie biobrandstoffen eerder pas na 2040 effect zal hebben. De ontwikkelingen in de biobrandstoffenindustrie zijn overigens best problematisch (Wüst, 2018).

Tabel 3: CO₂-reductie op weg naar klimaatneutrale mobiliteit in Den Haag
 (Bron: de tabel is samengesteld op de basis van Leguijt et al., 2013a en b)

	Type maatregel	CO ₂ (kton)	CO ₂ (%)
1	Reductie door (inter)nationale maatregelen	501	55
2	Reductie door 2e generatie biobrandstoffen (ook [inter]national)	77	8
3 = 1+2	TOTALE REDUCTIE DOOR (INTER)NATIONALE MAATREGELEN	578	64
4	HNM (zonder rugwind zoals wegbeprijzing en tot 2020)	24	3
5	Reductie door HNM * en HNM plus (lokale maatregelen)	62	7
6	Reductie door taakstellend pakket (maatregelen zijn nog onbekend)	246	27
7 = 4+5+6	TOTALE REDUCTIE DOOR LOKALE MAATREGELEN	332	36
8 = 3+7	TOTALE REDUCTIE (resultaat is nul -emissie door mobiliteit)	910	100

* = Haagse Nota Mobiliteit.

²⁸ Voor een gedetailleerder overzicht zie Leguijt et al. 2013b, blz.15.



Figuur 8: Reductie van CO₂ door mobiliteit in de regio Haaglanden in verschillende scenario's (kton) (Bron: Stadsgevest Haaglanden, 2014, blz.11)

Actualisatie backcasting-studie

In de actualisatie van de backcasting-studie (Schilling et al., 2018) worden voor mobiliteit zes lokale maatregelpakketten in beeld gebracht met hun verwachte bijdrage tot CO₂-reductie.²⁹ Dit zijn: groen aanbesteden (8,1 kton reductie tussen 2015 en 2030), stimuleren schoon vervoer particulieren en bedrijven (8 kton), sturen met ruimtelijk beleid en parkeernormen en parkeertarieven (11,2 kton), modal shift naar de fiets en het OV (45,9 kton) en stadslogistiek (2,9 kton). De effecten van het zesde pakket, milieuzone in heel Den Haag (287,4 kton), vertonen zoals de auteurs aangeven veel overlap met die van de andere pakketten.

In de studie is de hoeveelheid van ieder pakket (b.v. meer of minder modal shift) niet gevarieerd. Hier was er dus geen sprake van beleidskeuzes. De mate van CO₂-reductie en of het de stad lukt om binnen zijn CO₂-budget te blijven hangt in de studie vooral af van de snelheid van de elektrificatie van wegvoertuigen en van de ontwikkeling van duurzame elektriciteitsvoorziening. Een van de resultaten is dat het nodige vervangingstempo voor klimaatneutraliteit in 2030 een snelle verjonging van het wagenpark nodig maakt: de gemiddelde levensduur per auto moet dan ca. 5 jaar zijn, terwijl dit momenteel ruim 10 jaar is. Dit vervangingstempo lijkt voorsnog niet zeer realistisch. Bij klimaatneutraliteit in 2040 is er meer tijd voor de elektrificatie, maar wordt de Parijse klimaatdoelstelling niet gehaald, aldus de gemeente. Een milieuzone voor de hele stad kan Den Haags bereikbaarheid verminderen, tenzij er voldoende alternatieven worden aangeboden zoals fietsen en OV, maar dit verband wordt niet besproken. Al met al is nog een en ander te verhelderen. Dit maakt het voor de gemeente vermoedelijk niet makkelijker om een beleidskoers te kiezen, terwijl dit wel gewenst is.

In de studie wordt met lineaire CO₂-reducties gerekend. Dit betekent dat er afwijkend van de huidige doelstellingen geen verschil bestaat tussen reductiesnelheden vóór of na een tussenliggend doeljaar. De lineaire reductie wordt gemotiveerd met urgentie en lagere totale kosten.

4.7 Kwantificering van de CO₂-reductie in de strategische documenten van Utrecht

In het Mobiliteitsplan Utrecht 2025 (Gemeente Utrecht, 2016a) informeert de gemeente over de gevolgen van toekomstige mobiliteit voor luchtkwaliteit en geluid, maar zoals al aangegeven, niet voor CO₂, laat staan over het behalen van de klimaatdoelstelling.

²⁹ Voor een deel van de maatregelen en effecten in de actualisatiestudie diende een studie voor MRDH (Aalberts et al., 2018) als referentie.

Wel heeft de gemeente in een oudere ambtelijke verkenning de omvang van de CO₂-reductie tot 2030 geraamd, gescheiden voor vier sectoren waaronder mobiliteit. Hierbij is alleen gekeken naar wegvervoer. Er ontstaat geen inzicht in de CO₂-reductie van alle mobiliteit. De raming is door externen met behulp van kengetallen "grof" getoetst (Benner en Warringa, 2011). De toets toont overigens, voor alle sectoren samen, een "beleidsgat" tussen reductiedoel en effecten. Met een bredere kijk op mobiliteit (niet alleen wegvervoer) zou dit gat naar verwachting kleiner zijn geweest.

4.8 Kostenstijging en nieuwe financieringskaders

Het nut en de levensvatbaarheid van klimaatmaatregelen wordt, alhoewel steeds aan te tonen op individuele basis, over het algemeen niet betwist. Het idee is ook dat zich vele maatregelen vanwege maatschappelijke baten en besparingen terugverdienen.³⁰ Maar eerst moet de nodige financiering beschikbaar komen. En hier doet zich een spanning voor vanwege de verwachte ontwikkeling van maatregelkosten en beschikbare financiering. Terwijl enerzijds de kosten van mobiliteit mogelijk dalen door de elektrificatie van auto's, wordt ook verwacht dat de transformatie naar klimaatvriendelijke mobiliteit hogere investeringen per capita en hogere totale exploitatiesubsidies voor OV vergen. De oplossingen voor deze spanningen reiken van efficiënter gebruik van geld tot innovatie van de financieringskaders, ofwel van 'de opgave moet zich rangschikken aan de beschikbare middelen' tot 'de beschikbare middelen moeten de groeiende financieringsvraag van de opgave volgen'. De laatste zienswijze voert bij de G4 steeds meer de boventoon, onder ander vanwege klimaat, en deels vanwege bezuiniging op de BDU terwijl de kosten van OV de afgelopen tien jaar stegen (Mott Macdonald et al., 2017). Enkele voorbeelden: gemeente Amsterdam (2011, blz.125) zegt: "Zonder structurele veranderingen in de bijdragesystematiek zoals een meer prestatiegerichte subsidiëring, kunnen de ambities van de metropoolregio om te komen tot een schaa sprong niet of onvoldoende worden waargemaakt." Gemeente Rotterdam (2017b, blz.37): "het aantal reizigers neemt toe, er liggen belangrijke capaciteitsvraagstukken en wensen om de aansluiting met de regio te verbeteren. Nieuwe bouwlocaties vragen om betere ontsluiting per OV, het metrosysteem zit aan het eind van zijn termijn en er zijn omvangrijke investeringen voor de vervangingsopgave benodigd. Bovendien is er extra" financiële "ruimte nodig voor de innovatieopgaven (o.a. Zero-Emissie)." De gemeente Utrecht (2016a, blz.89) geeft aan dat "... alle projecten" uit het Mobiliteitsplan 2025 "... tot een financiële opgave leiden die circa 10% tot 15% hoger is dan de huidige beschikbare middelen". De gemeente Den Haag (2017, blz.38-39) schrijft: "Ook de noodzakelijke transitie naar meer duurzame en klimaatneutrale vervoerswijzen vraagt naar verwachting extra investeringen. ... De extra investeringen die nodig zijn in het verkeer- en vervoerssysteem van de stad zijn op dit moment nog globaal en indicatief. De schaa sprong OV is bijvoorbeeld tot nu geschat op € 2 à 3 miljard. En de G4 hebben becijferd dat zij samen ongeveer € 1 miljard per jaar nodig hebben in de periode tot 2040. Daarnaast zijn extra middelen nodig voor het beheer, onderhoud en exploitatie van het openbaar vervoer." Ook onderzoeksinstellingen (b.v. Leguijt et al., 2013a en 2014) thematiseren het gebrek aan financiële middelen en de mogelijkheden om hier verandering in te brengen.

³⁰ Dit idee is mede gebaseerd op de verwachting dat de maatregelen bevolkings- en economische groei induceren, dat de CO₂-prijzen in 2050 een veelvoud zullen zijn van de huidige (al in een oudere schatting van experts [Maibach et al., 2008] een viervoud), en dat de maatschappelijke besparingen door CO₂-reductie maatregelen ook op andere gebieden dan klimaat optreden, b.v. luchtkwaliteit en geluid.

5. Conclusies en synthese

5.1 Overzicht

De CO₂-emissie van mobiliteit moet substantieel gereduceerd worden, en dit moet ook relatief snel. De vier steden hebben de relevantie begrepen. Wel kent het urgentiegevoel blijkens de klimaatdoelen variaties want sommige van de G4 zijn ambitieuzer dan andere: Den Haag is dit het meest (klimaatneutraal in 2030), gevolgd door Amsterdam (min 95% CO₂ in 2050). Utrecht was zeer ambitieus (klimaatneutraal in 2030), maar heeft de doelstelling versoepeld (naar “zo snel mogelijk” klimaatneutraal). Rotterdam volgt de ambitie van het regeerakkoord (min 49% in 2030).

De recente veranderingen van ambitieniveaus markeren het spanningsveld waarbinnen gemeentelijk klimaatbeleid opereert. Den Haag heeft het doeljaar voor klimaatneutraliteit vervroegd van 2040 naar 2030 omdat de gemeente verwacht de Parijs doelstelling anders niet te kunnen halen. Utrecht heeft het doeljaar voor klimaatneutraliteit verschoven van 2030 naar “zo snel mogelijk” omdat, vanuit huidige perspectief bezien, klimaatneutraliteit in 2030 niet haalbaar is. Rotterdams reductiedoel is in de logica van de Haagse CO₂-budgetbenadering veel lager dan nodig is voor het Parijs akkoord.

De nagestreefde CO₂-reductie is verschillend per fase. In de fase tot 2020, 2025 of 2030 is de geprojecteerd jaarlijkse reductie gedeeltelijk lager dan daarna. Dit verschil tussen beide fasen past wellicht bij de toenemende bewustwording van politici, burgers en bedrijven, en de voortschrijdende technologische ontwikkeling. Maar het is ook waar dat de gemeenten een groot risico nemen wanneer ze voor het begin relatief kleine inspanningen vast schrijven wat tot forse inspanningen in de tweede fase dwingt.

In de geactualiseerde backcastingsstudie voor Den Haag (Schilling et al., 2018) wordt vanwege urgentie van klimaatmitigatie en omwille van lagere totale kosten met een gelijke reductie over de hele periode tot aan de klimaatneutraliteit gerekend.

De omzetting van de doelen begint met planologie en het verkennen, communiceren en vaststellen van maatregelpakketten en hun CO₂-reducerende effecten voor de hele periode tot het jaar van de klimaatdoelstelling: bijvoorbeeld, voor een gemeente met klimaatdoelen voor het jaar 2050 dient het maatregelpakket eveneens tot 2050 te reiken. Anders kan niet worden verhelderd of een voorgestaan pakket voldoende effect heeft, en kan ook de hele transitie duurder worden. Uiteraard moet een pakket flexibel zijn om ruimte te bieden voor nieuwe inzichten of prioriteiten, als maar op elk moment een pakket in beeld is dat de nodige CO₂-reductie oplevert.

Amsterdam heeft de CO₂-reductie van maatregelpakketten tot 2040 (dus voor de hele periode van de oude klimaatdoelstelling) geanalyseerd en gepubliceerd. Een conclusie was, uitgaande van bepaalde aannames t.a.v. de elektrificatie van wegvervoer, dat een kwart van de reductie voortkomt uit de elektrificatie van wegverkeer die tot dan heeft plaatsgevonden, en drie kwart uit overige technische en vooral niet-technische maatregelen. Er kan tot 2040 voldoende gereduceerd worden, maar de tussendoelen voor 2025 worden niet gehaald. De bronnen vermelden de *types* maatregelen, maar niet welke concrete OV- en verdichtingskeuzes ten grondslag hebben gelegen aan de vastgestelde verkeersprestaties.

Rotterdam heeft reductiemaatregelen benoemd maar niets over de reductie-effecten gepubliceerd.

Den Haag heeft:

- 1) de CO₂-reductie geanalyseerd en gepubliceerd voor de HNM en tot 2020. Het HNM-pakket haalt de klimaatdoelstelling voor 2020 niet;
- 2) laten uitzoeken welk maatregelpakket tot klimaatneutraliteit in 2040 kan leiden. De conclusie was dat de gedefinieerde (inter)nationale en regionale/lokale maatregelen samen 74% van de

gewenste reductie opleveren. Ruim 25% van de totale reductie moet door een taakstellend pakket worden bereikt waarvan de inhoud nog nader in te vullen is. Hier wordt dus nog enige inventiviteit gevraagd.

- 3) In 2018 is de studie geactualiseerd, ook vanwege het Parijs akkoord. Voor het behalen van de nodige reductie is vooral gekeken naar het tempo van de elektrificatie van het wegvervoer. Maar de snelheid van vervanging van conventionele door elektrische auto's is te laag voor klimaatneutraliteit in 2030. En die was volgens de gemeente nodig voor behalen van het Parijs akkoord.

Utrecht heeft zeer uitvoerige beschrijvingen van lange-termijn (2030) effecten van maatregelenpakketten gepresenteerd en is hierbij ook ingegaan op duurzaamheid. Maar over de CO₂-reductie wordt weinig vermeld. Wel is de CO₂-reductie van wegvervoer in oudere documenten bekeken, maar dat is onvoldoende om te beoordelen of je voor alle mobiliteit voldoende op koers zit.

Onze observaties over klimaatdoelen en planologische onzekerheden betekenen niet, dat er geen projecten zijn die de CO₂-emissies substantieel verlagen, in tegendeel. Alle vier gemeenten hebben gewerkt en werken, zoals ons overzicht toont, aan de voorbereiding en implementatie van tal van concrete klimaatvriendelijke transport- en ruimtelijke maatregelen.

5.2 Handelingsperspectief

Vanwege de urgentie van het klimaatvraagstuk is het wenselijk dat de gemeenten een hoge reductieambitie hebben. Streven naar klimaatneutraliteit tussen 2030 (budgetbenadering Den Haag; beschreven in Schilling en Schep, 2017) en 2050 (Van Vuuren et al., 2016) past bij dit idee. Hoe later, hoe meer opwarming. Anderzijds, hoe eerder het neutraliteitsjaar ligt, hoe moeilijker het wordt om op tijd voldoende te reduceren omdat de technische en economische werkelijkheid het doel tegen zit en omdat de tijd om plannen te ontwikkelen kort is.

Het belang en de urgentie van klimaatmitigatie in mobiliteit verbieden te veronderstellen dat hard werken aan de implementatie van CO₂-reducerende projecten vanzelf tot het klimaatdoel zal leiden. In plaats daarvan is het wenselijk dat ieder gemeente voor de hele periode tot het doeljaar planologische helderheid creëert, met name door te verkennen en communiceren van welk maatregelenpakket de gewenste reductie oplevert en dan een ontwikkelkoers te bepalen. Deze verheldering moet ook nadrukkelijker focussen op het ruimtebeslag van reductiemaatregelen om te voorkomen dat CO₂-reducerende maatregelen in de compacte stad ruimtelijk niet gefaciliteerd kunnen worden. Rotterdam en Utrecht zouden met het verhelderen moeten beginnen. Den Haag zou de verworven of nieuwe inzichten moeten verwerken tot een ontwikkelkoers in nota's met bestuurlijke status. Amsterdam zou zijn verkenningen beter actualiseren onder meer vanwege de recentere concretisering van het beeld van de toekomstige transportnetwerken en verdichtingslocaties.

Bij de verkenning is nog enige inventiviteit gevraagd. Uit de studies komt naar voren dat of nog onbekend is met welke maatregelen men het laatste kwart van de klimaatneutraliteit in 2040 of 2050 kan bereiken, of dat er weinig realistische vervangingssnelheden van auto's worden verondersteld, of dat er met grote of zelfs gemeente brede milieuzones wordt gewerkt waarvan de interactie met modal shift en de financiering van de modal shift nog tamelijk onduidelijk is.

Klimaatmitigatie is één van meerdere centrale stedelijke ontwikkelingsthema's. Er zijn ook andere waaronder sociale cohesie. Die kunnen conflicteren met het werken aan klimaatvriendelijke mobiliteit. Klimaatbeleid wordt succesvoller als het anticipeert op deze concurrentie.

Referenties

- Aalberts J, Bokhorst M, Van Essen H en Van Biezen M (2018) *CO₂-reductie mobiliteit Regio Rotterdam Den Haag*, Metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH) en CE Delft, Rotterdam en Delft.
- Alessandrini A, Campagna A, Delle Sie P, Filippi F en Persia L (2015) Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities, *Transportation Research Procedia*, 5: 145-160.
- Bakker P en Zwaneveld P (2009) *Het belang van openbaar vervoer. De maatschappelijke effecten op een rij*, met ondersteuning van Berveling J, Korteweg J en Visser S, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KIM) en Centraal Planbureau (CPB), Den Haag.
- Banister D (2011) Cities, mobility and climate change, *Journal of Transport Geography*, 19: 1538-1546.
- Benner D en Warringa G (2012) *Potentieel energiebesparing en duurzame energie Utrecht. Onderbouwingsnotitie voor de gemeente Utrecht*, CE Delft, Delft.
- Bleijenberg A (2017) *Nieuwe mobiliteit na het autotijdperk*, Eburon Uitgeverij B.V.
- Bočkarjova M, Knockaert J, Rietveld P en Steg L (2015) De (toe)komst van elektrische auto's in Nederland: voorkeuren van consumenten door het adoptieproces heen, *Tijdschrift Vervoerswetenschap* 51 (2), april 2015, 40-67.
- Das M, Korver W en Mateboer T (2017) *Handreiking klimaatbeleid en duurzame mobiliteit voor gemeenten, provincies en waterschappen*, Rijkswaterstaat en Goedappel Coffeng in opdracht van Rijkswaterstaat (Ministerie Infrastructuur en Milieu, Den Haag).
- DHV (2009) *Plan-MER Haagse Nota Mobiliteit. Hoofdrapport*, in opdracht van gemeente Den Haag, Den Haag.
- Europese Commissie (2008) *Convenant of Mayors for Climate & Energy*, Brussels.
- Europese Commissie (2011) *White paper. Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, COM(2011) 144 final, Brussel.
- Gelauff G, Ossokina I en Teulings C (2017) *Spatial effects of automated driving: dispersion, concentration or both?*, KIM, TU Eindhoven, Universiteit Amsterdam, Den Haag, Eindhoven, Amsterdam, <https://www.kimnet.nl/publicaties/papers/2017/09/19/automated-driving-dispersion-concentration-or-both>.
- Gemeente Amsterdam (2011) *Structuurvisie Amsterdam 2040*, Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam (2013) *MobiliteitsAanpak Amsterdam 2030*, Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam (2015a) *Agenda voor duurzame energie, schone lucht, een circulaire economie en een klimaatbestendige stad. Duurzaam Amsterdam*, Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam (2015b) *Uitvoeringsagenda Mobiliteit*, Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam (2016) *Koers 2025. Ruimte voor de stad*, Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam (2018a) *Beleidskader Verkeersnetten*, Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam (2018b) *Coalitieakkoord 2018-2022*, Amsterdam.
- Gemeente Amsterdam (2018c) *Staat van Amsterdam Energie- en grondstof transitie*, Amsterdam.
- Gemeente Den Haag (2005) *Structuurvisie Den Haag 2020. Wereldstad aan zee*, Den Haag.

Gemeente Den Haag (2010) *Aan de slag!: coalitieakkoord Den Haag 2010-2014*, PvdA, VVD, D66 en CDA, 21 mei 2010, RIS 173030, <http://zbs.denhaag.nl/internet?session=158830307&infile=details.glu&loid=173030&rs=1716604&hitno=22>

Gemeente Den Haag (2011a) *Energievisie Den Haag 2040*, RIS180175i, 26 April, Den Haag.

Gemeente Den Haag (2011b) *Haagse Nota Mobiliteit (HNM)*, Den Haag.

Gemeente Den Haag (2011c) *Klimaatplan Den Haag*, RIS180175h, 26 April, Den Haag.

Gemeente Den Haag (2015) *Den Haag Duurzaam. Agenda 2015 – 2020*, RIS283893_bijlage 1, Den Haag.

Gemeente Den Haag (2016) *Agenda Ruimte voor de stad*, Den Haag. <http://www.ruimtevoordestad.nl/wp-content/uploads/2017/05/16090920Agenda20Ruimte20voor20de20Stad-LowRes.pdf>

Gemeente Den Haag (2017) *Discussienotitie Haagse Mobiliteitsagenda*, The Hague.

Gemeente Den Haag (2018) *Coalitieakkoord 2018-2022*, Den Haag.

Gemeente Rotterdam (2007) *Stadsvisie Rotterdam. Ruimtelijke ontwikkelingsstrategie 2030*, Rotterdam.

Gemeente Rotterdam (2015a) *Programma Duurzaam 2015-2018. Consultatiedocument*, Rotterdam.

Gemeente Rotterdam (2015b) *Rotterdamse Mobiliteitsagenda 2015-2018*, Rotterdam.

Gemeente Rotterdam (2016a) *Stedelijk Verkeersplan 2016-2030+*, in samenwerking met Goudappel en Coffeng Consultants, Rotterdam.

Gemeente Rotterdam (2016b) *Tweede rapportage voortgang programma Duurzaam 2015-2018*, Rotterdam.

Gemeente Rotterdam (2017a) *De Rotterdamse brandstoffenaanpak*, Rotterdam

Gemeente Rotterdam (2017b) *OV-visie Rotterdam 2018-2040. Openbaar vervoer als drager van de stad*. Consultatieversie november, Rotterdam.

Gemeente Rotterdam (2018) *Coalitieakkoord 2018-2022*, Rotterdam.

Gemeente Utrecht (2011) *Programma Utrechtse Energie 2011-2014*, Utrecht.

Gemeente Utrecht (2012) *Utrecht: Aantrekkelijke en Bereikbaar. Ambitiedocument*, Utrecht.

Gemeente Utrecht (2015a) *Actieplan Schoon Vervoer 2015-2020*, Utrecht.

Gemeente Utrecht (2015b) *Duurzaamheidsverslag 2015*, Utrecht.

Gemeente Utrecht (2016a) *Mobiliteitsplan Utrecht 2025*, Utrecht.

Gemeente Utrecht (2016b) *Ruimtelijke Strategie 2016*, Utrecht.

Gemeente Utrecht (2018) *Coalitieakkoord 2018-2022*, Utrecht.

Goudappel Coffeng (2009) *Benchmark CO₂-emissies personenmobiliteit. Een handvat voor duurzaam gemeentelijk mobiliteitsbeleid*, Deventer.

Greenblatt J B en Shaheen S (2015) *Automated Vehicles, On-Demand Mobility, and Environmental Impacts*, *Current Sustainable/Renewable Energy Reports*, 2, 74-81, Springer International Publishing, <https://doi.org/10.1007/s40518-015-0038-5>

Havenbedrijf Rotterdam (2011) *Havenvisie 2030*, Rotterdam.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007) *Report IPCC-werkgroep III*, Genf, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter13.pdf>.

Interprovinciaal Overleg, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH) en Stadsgewest Amsterdam (2016) *Bestuursakkoord Zero Emissie Regionaal Openbaar Vervoer Per Bus*, Amsterdam, <http://www.ipo.nl/beleidsvelden/mobiliteit>.

Jopson A, May T, Matthews B, Marshall S, Negrenti E en Wegener M (2005) *PLUME. PLanning and Urban Mobility in Europe*, Deliverable 10: Third Annual State-of-the-Art Review, ITS, UCL, ENEA en Spiekerman en Wegener, Leeds, London, Rome, Dortmund, http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/PLUME_D10_SoAR_3.pdf

KpVV CROW (2017) Naar een klimaatneutrale samenleving, in: KpVV (Kennisplatform Verkeer en Vervoer) Dashboard duurzame en slimme mobiliteit. Klimaat, <http://kpvvdashboard.blogspot.nl/2010/12/klimaatdoelen-en-mobiliteiteenvijfde.html>.

Kreutzberger E (2016) Houtskoolschets van stedelijke verdichting die OV-gebruik in de agglomeratie Den Haag bevordert, *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS) 2016*, www.CVS-congres.nl.

Lautso K, Spiekermann K, Wegener M, Sheppard I, Steadman Ph, Martino A, Domingo R en Gayda S (2004) *PROPOLIS. Planning and Research of Policies for Land Use and Transport for Increasing Urban Sustainability, Final Report*, Second Edition, Helsinki. http://www.spiekermann-wegener.de/pro/propolis_e.htm

Leguijt C, Groot M en Bles M (2010) *Energiestrategie Amsterdam 2040. Brug naar een duurzame energievoorziening*, CE Delft in opdracht van gemeente Amsterdam, Delft.

Leguijt C, Benner J, Van Essen H en Wielders L (2013a) *Backcasting to the future. Hoofdrapport*, CE Delft in opdracht van gemeente Den Haag, Delft.

Leguijt C, Benner J, Van Essen H en Wielders L (2013b) *Backcasting to the future. Bijlagenrapport*, CE Delft in opdracht van gemeente Den Haag, Delft.

Leguijt C, Schepers B, Wielders L, 't Hoen M en Van Essen H (2014) *Backcasting Haaglanden klimaatneutraal*, CE Delft in opdracht van stadsgewest Haaglanden, Delft.

Liao F (2013) *Synchronizing Networks: the Modeling of Supernetworks for Activity-Travel Behavior*, PhD, Proefschrift, Bouwstenen serie nr. 189, TU Eindhoven, Eindhoven.

Maibach M, Schreyer M, Sutter D, Van Essen H, Boon B, Smokers R, Schroten A, Doll D, Pawlowska B en Bak M (2008) *Handbook on estimation of external costs in the transport sector Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT)*. CE Delft, INFRAS, Fraunhofer ISI, Universiteit Gdansk, Zürich, Delft, Karlsruhe, Gdansk.

Ministerie van Economische Zaken (2016) *Energieagenda. Naar een CO₂-arme energievoorziening*, Den Haag.

Ministerie van VROM, Ministerie van Economische zaken, Ministerie van Landbouw, Ministerie van Buitenlandse Zaken, VNG (2007) *Klimaatakkoord Gemeenten en Rijk 2007 – 2011. Samen werken aan een klimaatbestendig en duurzaam Nederland*, Den Haag.

Molin E, Arentze Th, Van der Pas J, Guit M en Liao F (2014) Activiteitgebaseerde supernetwerkmodellen, *DBR notitie* nr. 9 (DBR = programma Duurzaam Bereikbare Randstad), TU Delft, TU Eindhoven en EUR Rotterdam, Den Haag.

Moorman S, Wouters P en Hoogendoorn-Lanser S (2013) *Beleidsopties voor vermindering van de CO₂-uitstoot van het wegverkeer – Naar duurzaam wegverkeer in 2050, deel 2*, KIM, Den Haag.

Mott Macdonald (2017) *Audit BOV-kosten lokaalspoor vervoerregio's Beheer-, Onderhouds- en vervangingskosten in Amsterdam, Rotterdam en Den Haag*, in opdracht van MRDH, Vervoerregio Amsterdam en Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Arnhem.

MRDH (2014) *Strategische Bereikbaarheidsagenda Vervoersautoriteit Metropoolregio Rotterdam Den Haag*, Den Haag.

MRDH (2016) *Uitvoeringsagenda Bereikbaarheid. Uitvoering geven aan de Strategische Bereikbaarheidsagenda*, Den Haag.

Otten M, 't Hoen M en Den Boer L (2015) *STREAM personenvervoer 2014. Studie naar TRansportEmissies van Alle Modaliteiten Emissiekentallen 2011. Rapport 1.1*, CE Delft, Delft.

OV-Bureau Randstad (2013) *Kiezen voor kwaliteit. Aanbevelingen voor beter OV in de Randstad*, Utrecht.

Provincie Utrecht (2010) *Utrecht 2040*. Utrecht.

Randelhoff M (2014) *Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahmen nach Verkehrsarten (pro Person)*. <https://www.zukunft-mobilitaet.net>

RCI (2013) *Duurzaamheidsmonitor 2013. Investeren in duurzame groei Rotterdamse*, Rotterdam.

Ronse W, Boussauw K en Lauwers D (2015) *Shopping centre siting and modal choice in Belgium: a destination-based analysis*, *European Planning Studies*, Volume 23 (11), 2275-2291.

Ros J (2015) *Energietransitie: zoektocht met een helder doel*, PlanBureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Schilling J en Schep E (2017) *Backcasting Den Haag. Fase 1 - Nulmeting*, CE Delft met ondersteuning van ECN in opdracht van de gemeente Den Haag, Den Haag en Delft.

Schilling J, Schep E en Burger E (2018) *Backcasting Den Haag*, CE Delft met ondersteuning van ECN in opdracht van de gemeente Den Haag, Den Haag en Delft.

Schroten A, Otten M, 't Hoen M, Van Essen H, De Wilde H, Uyterlinde M, Wilmink I en Cuelenaere R (2014) *CO₂-reductie door gedragsverandering in de verkeerssector Een quickscan van het CO₂-reductiepotentieel en kosteneffectiviteit van een selectie van maatregelen*, CE Delft, ECN en TNO, Delft en Petten.

Snellen D, Hilbers H en Hendriks A (2005) *Nieuwbouw in beweging een analyse van het ruimtelijk mobiliteitsbeleid van vinex*, Ruimtelijk Planbureau, Den Haag.

Stadsgewest Haaglanden (2014) *Duurzame mobiliteit in Haaglanden. Met een optimale maatregelenmix naar een duurzaam mobiliteitssysteem*, Den Haag.

Tillema T en Jorritsma P (2016) *Ruimtelijke kenmerken, geografische bereikbaarheid en reisgedrag*, KIM, Den Haag, <https://www.kimnet.nl/publicaties/rapporten/2016/08/11/ruimtelijke-kenmerken-geografische-bereikbaarheid-en-reisgedrag>

Transland (2000) *Transport and Land Use Planning. Deliverable D4, Final Report (draft)*, project in het kader van 4e kaderprogramma van de Europese Commissie. Aangehaald in Lautso (2004).

Tweede Kamer der Staten-Generaal (2017) *Memorie van toelichting op de Klimaatwet*. Zoals gewijzigd naar aanleiding van het advies van de afdeling Advisering van de Raad van State. Den Haag.

Van Vuuren D, Boot P, Ros J, Hof A en Elzen M den (2016) *Wat betekent het Parijsakkoord voor het Nederlandse langetermijn-klimaatbeleid?* Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Van Wee B (2002) Land use and transport: research and policy challenges, *Journal of Transport Geography* nr. 10, 259-271.

Verroen E, Hilbers H en Smits C (1995) *Modeltoets randstadvisie: de resultaten*, INRO-TNO, Delft.

Vervoerregio Amsterdam (2017) *Beleidskader Mobiliteit*, Amsterdam.

VVD, CDA, D66 en ChristenUnie (2017) *Regerakkoord 2017 - 2021*, Den Haag.

Wanders J (2017) Grote steden zoeken dringend woonruimte, *Volkskrant*, 24 August, 24-25.

Wegener M (1996) Reduction of CO₂ emissions of transport by reorganisation of urban activities, in: Hayashi Y en Roy J (Eds.) *Transport, Land-Use and the Environment*, Kluwer Academic Publishers, 103-124.

Wüst C (2018) Benzin aus Wasser und Luft, in: *Der Spiegel*, nr. 15, 104-105.

Zondag B, Molenwijk E en Willigers J (2015) Berekenen van de effecten van OV-gericht ruimtelijk beleid, *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS) 2015*, Significance en RWS, Antwerpen, www.CVS-congres.nl.