

Langzamer is zuiniger

Verkenning van klimaatwinst van snelheidsverlaging op de snelweg

Rapport
Delft, juni 2009

Opgesteld door:
M.B.J. (Matthijs) Otten
H.P. (Huib) van Essen



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

M.B.J. (Matthijs) Otten, H.P. (Huib) van Essen

Langzamer is zuiniger

Verkenning van klimaatwinst van snelheidsverlaging op de snelweg

Delft, CE Delft, juni 2009

Vervoer / Snelheid / Maatregelen / Kooldioxide / Afname / Effecten / Scenario's / Prognose

Publicatienummer: 09.4955.24

Opdrachtgever: Milieudefensie.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Matthijs Otten.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

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



Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
1.1	Achtergrond	6
1.2	Snelheid en CO ₂ -uitstoot van verkeer	6
1.3	Doel van deze verkenning	6
2	Overzicht van effecten van snelheidverlaging	8
2.1	Inleiding	8
2.2	Invloed op de CO ₂ -uitstoot van het verkeer	8
2.3	Overige effecten van snelheidsverlaging	14
2.4	Handhaving	15
2.5	Overzicht van de maatschappelijke kosten-baten	16
3	Inschatting klimaatwinst voor verschillende scenario's	18
3.1	Overzicht van de doorgerekende scenario's	18
3.2	Berekeningswijze	18
3.3	Resultaten	20
4	Conclusies en aanbevelingen	22
4.1	Conclusies	22
4.2	Aanbevelingen	23
5	Referenties	24
Bijlage A	Definitie van reistijdelasticiteit	26
Bijlage B	Achtergronddata en berekeningen	28
Bijlage C	Aanvullende scenario's uitgewerkt	32





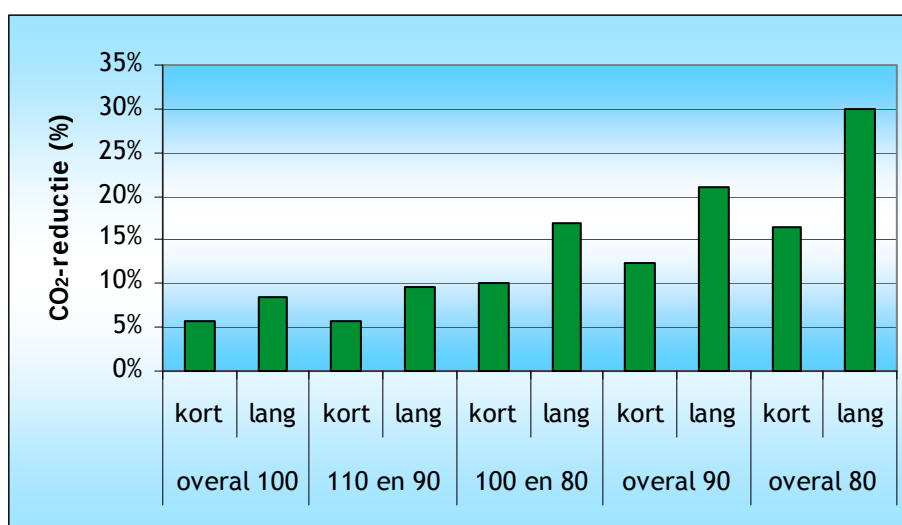
Samenvatting

Het verlagen van de maximumsnelheid kan een belangrijke bijdrage leveren aan het verminderen van de CO₂-emissies van transport en daarmee aan het halen van de klimaatdoelstellingen voor 2020 van het kabinet. In deze verkenning is een inschatting gemaakt hoe groot de CO₂-besparingen kunnen zijn voor verschillende scenario's van lagere maximumsnelheden op de snelweg bij een strenge handhaving.

Het is algemeen bekend dat een verlaging van de snelheid ervoor zorgt dat auto's gemiddeld minder brandstof per kilometer verbruiken. Minder algemeen bekend is dat er ook een duidelijk verband bestaat tussen transportsnelheid en transportvolume. Het verlagen van de snelheid op de snelweg zal door de langere reistijden namelijk leiden tot minder autokilometers en een verschuiving naar het openbaar vervoer.

In deze verkenning zijn bij het inschatten van de CO₂-reducties door snelheidsverlaging beide effecten, zowel de veranderingen in het brandstofverbruik op voertuigniveau als de verandering van het totale verkeersvolume, meegenomen. Ook de verschuiving naar openbaar vervoer is gekwantificeerd. Er is in de berekeningen onderscheid gemaakt tussen korte en lange termijn effecten. Op lange termijn speelt de CO₂-besparing door een afname in transportvolume een steeds grotere rol, omdat er structurele gedragsveranderingen plaatsvinden, zoals mensen die dichterbij hun werk gaan wonen en winkels die zich dichterbij de consumenten vestigen.

Figuur 1 Relatieve CO₂-reductie voor de scenario op korte en lange termijn ten opzichte van de CO₂-emissies van de totale emissies van personenauto's op de snelweg



De CO₂-reductie op lange termijn is ingeschat op maximaal 2,8 Mton voor personenauto's en nog eens 0,2 Mton door bestelauto's. Voor personenauto's betekent dit een afname van 30% van de emissies op de snelweg (Figuur 1) wat overeenkomt met 12% van alle CO₂-emissies van personenauto's in Nederland. Deze maximale reductie wordt bereikt bij een uniforme limiet van 80 km/u. Een minder drastische snelheidsverlaging leidt tot minder grote reducties, maar afhankelijk van het scenario nog steeds tot een reductie van de emissies

van personenauto's op de snelweg tussen de 8 en 21% wat overeenkomt met 3 en 9% van alle CO₂-emissies van personenauto's in Nederland.

Een reductie van de CO₂-uitstoot is slechts één van de effecten die een verlaging van de maximumsnelheid met zich meebrengt. Er zijn ook positieve effecten op luchtvervuiling, geluidshinder en mogelijk op congestie en verkeersveiligheid. Verlaging van de maximumsnelheid op snelwegen kent ook nadelen. Mensen zijn gemiddeld langer onderweg om een bepaalde reis te maken en zullen minder kilometers afleggen. Zowel de lagere snelheid als de reductie in verkeersvolume vertegenwoordigen vanuit een welvaarts-perspectief economische kosten.

De optimale snelheid op de snelweg (en op andere wegen) voor een optimaal welvaartsniveau kan bepaald worden door al deze effecten mee te wegen in een kosten-batenanalyse. Het uitvoeren van zo'n kosten-batenanalyse viel buiten het scope van deze studie. Een studie van eind jaren '90 kwam tot de conclusie dat wanneer alle kosten en baten worden afgewogen, de optimale snelheid op snelwegen rond de 90 km/u ligt.

In deze verkenning is een eerste aanzet gedaan om de effecten van snelheidsverlaging op snelwegen in kaart te brengen. Gezien de substantiële klimaatwinst welke hiermee gepaard kan gaan, wordt aanbevolen om deze maatregelen nader te onderzoeken. Met behulp van een inschatting van maatschappelijke kosten en baten zouden 'optimale' maximum snelheden kunnen worden berekend. Gezien de actuele discussie over proeven met dynamische snelheidslimieten, lijkt het van belang om hierbij onderscheid te maken naar tijdstip (overdag/'s nachts), actuele luchtkwaliteit en/of congestieniveau.



1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het kabinet heeft zich tot doel gesteld de CO₂-emissies in 2020 te reduceren tot 30% onder het niveau van 1990. Om dit te halen zijn ook in de transport-sector forse emissiereducties noodzakelijk. Hierin zijn ondermeer technische innovaties aan voertuigen en brandstoffen, betere benutting van voertuig-capaciteit en bewuste keuzes van consumenten en bedrijven belangrijke elementen.

Ook het verlagen van de maximumsnelheid kan bijdragen aan CO₂-reductie in transport. Om een indicatie te krijgen van het potentieel hiervan, heeft Milieudefensie CE Delft gevraagd om een verkenning uit te voeren naar de CO₂-reductie van een lagere snelheidlimiet op de snelweg.

1.2 Snelheid en CO₂-uitstoot van verkeer

Verlaging van de maximumsnelheid heeft op verschillende manieren invloed op de CO₂-emissies van transport. Dat een auto bij bijv. 80 km/u zuiniger rijdt dan bij 120 km/u is algemeen bekend. Een verlaging van de maximumsnelheid zorgt er voor dat auto's gemiddeld minder brandstof per kilometer verbruiken.

Minder algemeen bekend is dat er ook een duidelijk verband is tussen transportsnelheid en transportvolume. Zo geeft een verhoging van de reissnelheid op de lange termijn een toename van het verkeersvolume (zie ook het voorbeeld in onderstaand kader). Andersom zal een snelheidsverlaging op de lange termijn een (relatieve¹) afname van transportvolume tot gevolg hebben.

Meer woon-werkverkeer door aanleg TGV Parijs-Lyon

Door de aanleg van de TGV op het traject Parijs-Lyon in 1981 werd het mogelijk dit traject binnen 2 uur af te leggen. Dit heeft het voor een groot aantal Fransen mogelijk gemaakt in Parijs te werken en veel verder in het zuiden, bijvoorbeeld Lyon (ca. 450 km) te wonen. In 2006 werd de TGV door 45.000 mensen gebruikt voor woon-werkverkeer over lange afstand.

Bron: French embassy in the United Kingdom, www.ambafrance-uk.org.

1.3 Doel van deze verkenning

Doel van deze verkenning is door te rekenen welke invloed het verlagen van de maximumsnelheid op de snelweg heeft op de CO₂-uitstoot van het wegverkeer. Daarnaast is het de bedoeling inzicht te geven in welke andere effecten van snelheidverlaging een rol spelen, zoals de invloed op luchtvervuiling, geluids-overlast en reistijdverlies.

¹ We bedoelen hier relatief ten opzichte van de autonome ontwikkeling van het verkeers-volume; indien het verkeersvolume groeit, kan het dus ook betekenen dat met een snelheids-verlaging er nog steeds sprake is van groei, maar dan wel van een minder sterke groei dan in een situatie zonder snelheidsverlaging.





2 Overzicht van effecten van snelheidverlaging

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de belangrijkste effecten van snelheidsverlagingen. Gezien het doel van deze verkennende studie richten we ons met name op de invloed op CO₂-uitstoot. Snelheidsverlagingen grijpen op verschillende manieren aan op de CO₂-uitstoot van verkeer. Deze verschillende mechanismen worden besproken in paragraaf 2.2. en verder uitgewerkt in hoofdstuk 3.

Naast de CO₂-effecten hebben snelheidsverlagingen nog een groot aantal andere effecten, onder meer op verkeersveiligheid, geluid en luchtvervuilende emissies. Snelheidsverlagingen zorgen verder voor langere reistijden en economische effecten die daarmee samenhangen. In paragraaf 2.3 geven een kort kwalitatief overzicht van al dit soort andere effecten.

2.2 Invloed op de CO₂-uitstoot van het verkeer

Het verlagen van de maximumsnelheid op de snelweg heeft op verschillende wijzen invloed op de CO₂-uitstoot door personenauto's. De belangrijkste effecten zijn:

1. **Afname van de uitstoot per voertuigkilometer**
De uitstoot per voertuigkilometer neemt af omdat het brandstofverbruik van een auto afneemt bij lagere (constante) snelheid.
2. **Afname van het aantal autokilometers**
Op de langere termijn zullen er minder kilometers gemaakt worden. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat gemiddeld genomen mensen niet bereid zijn veel meer dan 60 tot 70 minuten per dag aan transport te besteden. Op de langere termijn zullen ze dus bijvoorbeeld dichter bij hun werk gaan wonen en selectiever zijn met het maken van reizen.
3. **Toename van het aantal kilometers bij andere vervoerswijzen**
Mensen zullen eerder voor alternatieven kiezen zoals de trein en op kortere afstanden ook de fiets, omdat wegverkeer relatief wat minder aantrekkelijk wordt t.o.v. deze alternatieven.
4. **Veranderingen in het congestieniveau**
Een verlaging van de maximumsnelheid op snelwegen kan invloed hebben op congestie. Of de congestie toeneemt of juist afneemt is van diverse factoren afhankelijk. Het congestieniveau heeft invloed op de emissies per kilometer: enerzijds nemen met congestie de emissies toe omdat de uitstoot per kilometer hoger is, anderzijds nemen ze af omdat files de reistijd verhogen en daarmee op lange termijn het transportvolume verlagen.

In de volgende paragrafen zullen deze effecten worden toegelicht.



Naast de genoemde effecten kunnen ook nog effecten optreden door veranderingen bij andere weggebruikers. Ook voor bestelauto's heeft het verlagen van de snelheidslimiet invloed op de uitstoot per kilometer. In hoofdstuk 3 zal deze emissiereductie ook worden meegenomen. Het effect op het aantal voertuigkilometers van bestelauto's is echter onduidelijker en is meer afhankelijk van kosten dan tijdsbesteding. De effecten van volumereductie door bestelauto's zijn daarom niet meegenomen.

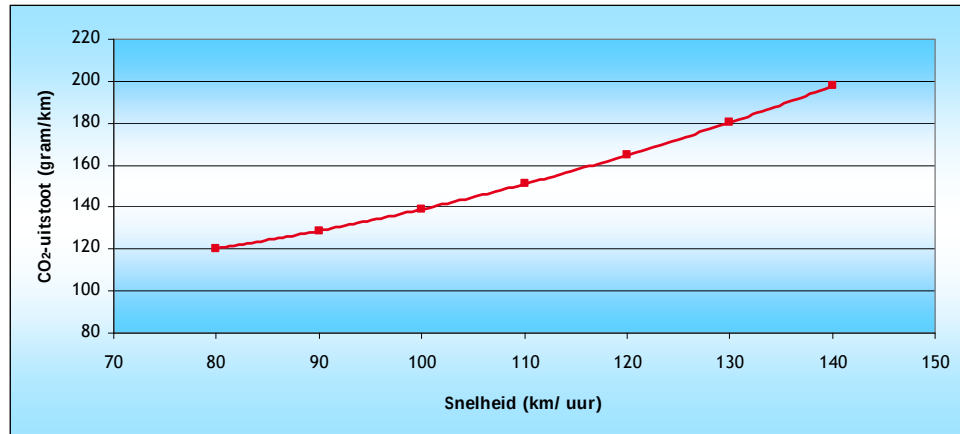
Een toe- of afname van de congestie zal effect hebben op de reistijden voor vrachtauto's en daarmee op de kosten van vrachtvervoer over de weg. Op lange termijn kan dit effect hebben op de hoeveelheid vrachtverkeer en de 'modal split' in het goederenvervoer. Dergelijk secundaire effecten zijn in deze verkenning niet nader onderzocht, maar naar verwachting ook zeer klein in verhouding tot de vier hierboven genoemde effecten.

2.2.1 Afname uitstoot per voertuigkilometer

De CO₂-uitstoot van een personenauto hangt één op één af van het brandstofverbruik. Het verbruik van een auto hangt af van onder meer de rijnsnelheid en het ritpatroon. Ook de rijstijl speelt hierbij een rol.

De relatie tussen snelheid en CO₂-uitstoot bij constante snelheid verschilt per auto, maar heeft altijd ongeveer dezelfde vorm. In Figuur 2 is dit verband weergegeven voor een personenauto. Het brandstofverbruik van een auto neemt toe met de rijnsnelheid. De reden hiervoor is dat bij toenemende snelheid de luchtweerstand kwadratisch toeneemt, wat tot gevolg heeft dat ook het verbruik (liter/km) kwadratisch toeneemt.

Figuur 2 Relatie snelheid (km/uur) en CO₂-uitstoot (gram/km) bij constante snelheid

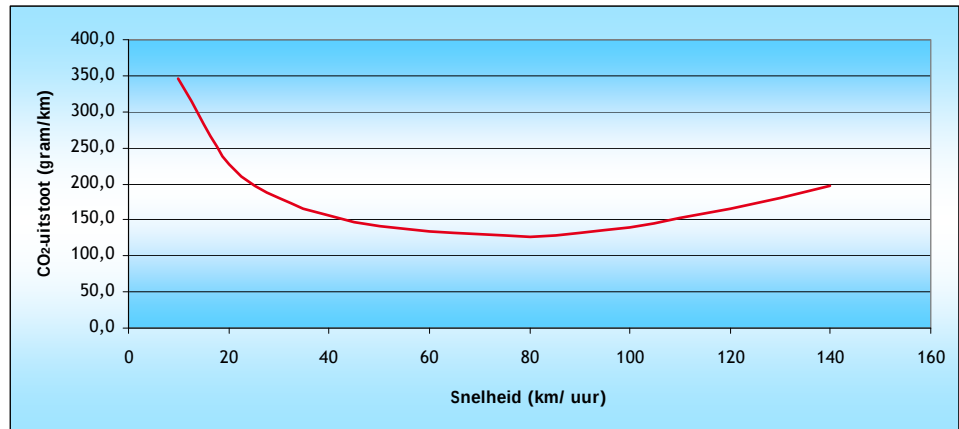


Bron: Data TNO, bewerkt door CE Delft.

Zoals eerder opgemerkt heeft ook het ritpatroon invloed op het brandstofverbruik. Zo is het verbruik in de file hoger dan bij het rijden met een constante snelheid. In Figuur 3 is weergegeven hoe de CO₂-uitstoot per kilometer van de snelheid afhangt, wanneer ook rekening wordt gehouden met de voertuigdynamiek (afremmen en optrekken) op een snelweg. Bij lagere snelheid wordt er veel meer geremd en opgetrokken wat een toename in het verbruik en daarmee in de CO₂-uitstoot tot gevolg heeft. De optimale snelheid op een snelweg voor een minimale CO₂-uitstoot per voertuigkilometer ligt bij ongeveer bij 80 km/uur. Indien een snelheidslimiet ervoor zorgt dat de

rijsnelheid van personenauto's daalt van bijv. 100 km/u naar 80 km/u dan zal voor die voertuigen de emissie per voertuigkilometer dus afnemen.

Figuur 3 Relatie gemiddelde snelheid (km/uur) en CO₂-uitstoot (gram/km) met voertuigdynamiek



Bron: Data TNO, bewerkt door CE Delft.

2.2.2 Afname van het totale verkeersvolume en verschuiving naar OV

In de vorige paragraaf zagen we dat snelheidsverlagingen invloed hebben op het gemiddelde brandstofverbruik van personenauto's op de weg. Snelheidsverlagingen hebben echter ook invloed op de hoeveelheid personenauto-verkeer en indirect ook op de hoeveelheid die met andere vervoerswijzen wordt gereisd. Deze twee effecten worden in deze paragraaf in samenhang besproken.

Wanneer de snelheid op de snelweg wordt verlaagd, zal dit betekenen dat de reistijd voor eenzelfde reis over de snelweg zal toenemen. In principe kunnen twee verschillende reactie van automobilisten verwacht worden:

1. Automobilisten zijn meer tijd kwijt aan reizen, maar blijven gemiddeld evenveel reizen.
2. Automobilisten gaan gemiddeld minder of minder ver reizen, om niet meer tijd kwijt te zijn aan reizen.

Uit de praktijk blijkt dat op de langere termijn de tweede optie optreedt. Een bijkomend effect is dat het vervoer met andere vervoerswijzen enigszins toeneemt en dat er enige verschuiving plaats kan vinden naar het onderliggend weggennet.

De vraag is nu in welke mate deze effecten optreden. De relatie tussen het totale verkeersvolume en reistijd wordt beschreven door middel van zogenaamde elasticiteiten. Alvorens hier op in te gaan bespreken we de BReVer-wet welke in feite ook ditzelfde verband beschrijft.

BReVer-wet

Uit verschillende onderzoeken (Levinson, 1995; Lawton, 2001) blijkt dat de gemiddelde hoeveelheid tijd die per persoon aan vervoer wordt besteed door de jaren heen vrijwel constant is (60-70 minuten per etmaal) en dat dit zelfs in verschillende landen ongeveer gelijk is (Levinson, 1995). Deze tijdsbesteding blijkt verder vrijwel onafhankelijk van de transportmogelijkheden en is ook al decennia lang constant. Het lijkt erop dat de gemiddelde mens niet bereid is veel meer dan een uur aan reizen te besteden. In Nederland is

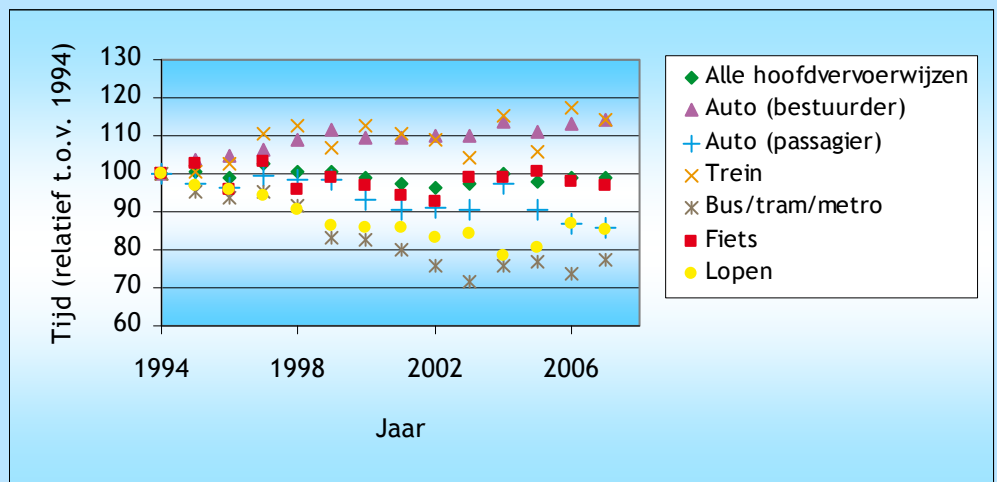
dit verschijnsel bekend onder de naam BReVer-wet (Behoud van Reistijd en verplaatsingen).

Het gevolg van deze constante tijdsbesteding is dat een hogere snelheid van transport leidt tot het maken van meer kilometers; in dezelfde 60 tot 70 minuten kunnen immers meer kilometers worden afgelegd. Inderdaad heeft het beschikbaar komen van betere en snellere manieren van transport in de loop der tijd geresulteerd in het afleggen van grotere afstanden en het maken van meer reizen en niet zozeer in een afname van de tijd die mensen aan reizen besteden (Lawton, 2001; Duany, 2000; Cervero, 2001).

Reistijd besteding in Nederland

In Figuur 4 is voor de Nederlandse situatie geïllustreerd hoe de reistijdsbesteding van de gemiddelde Nederlander zich heeft ontwikkeld in de periode 1994-2007. Te zien is dat de totale gemiddelde tijdsbesteding aan reizen (alle hoofdvervoerswijzen) in deze periode inderdaad vrijwel constant is gebleven (in 1994 gemiddeld 61,5 minuten, in 2007 60,7 minuten). De reistijd die doorgebracht werd in de auto als bestuurder en in de trein is in deze periode wel toegenomen, ten koste van de vervoerswijzen autopassagier tram/ bus en lopen. Ook de gemiddelde snelheid van reizen met de auto en trein is in deze periode licht toegenomen (ca. 4% en 0,3% resp.), wat samen met de toegenomen tijdsbesteding in auto en trein tot gevolg heeft dat het aantal kilometers in de auto met 18% en het aantal in de trein met 14% is gestegen. Gemiddeld genomen over alle vervoerswijzen werden er in 2007 in vergelijking met 1994 6% meer kilometers per etmaal per persoon afgelegd met een 7% hogere snelheid.

Figuur 4 Ontwikkeling van gemiddelde reistijdsbesteding per etmaal per persoon (1994 = 100)



Bron: CBS-cijfers: Mobiliteit Nederlandse bevolking per regio naar motief en vervoerwijze.

Uit bovenstaand tekstvak kan geconcludeerd worden dat in Nederland in de periode 1994-2007 het reisgedrag goed overeen komt met de BReVer-wet: er is nauwelijks een verandering in de reistijd per persoon per dag is opgetreden (-1%). De gemiddelde reissnelheid is met 7% is toegenomen, vrijwel evenveel als de toename in het aantal afgelegde kilometers: 6%.

Andersom is te verwachten dat wanneer de reistijd toeneemt (snelheid afneemt), er gemiddeld minder gereisd wordt, omdat in de 60 à 70 minuten reistijd per dag nu eenmaal minder kilometers kunnen worden gemaakt.



Een verlaging van de maximumsnelheid zal op kortere termijn waarschijnlijk wel leiden tot een (gedeeltelijke) toename in reistijdbesteding, omdat het reisgedrag niet direct op adequate wijze aangepast kan worden. Op langere termijn zijn er echter meer veranderingen mogelijk die leiden tot minder kilometers. In Tabel 1 zijn een aantal verandering in reisgedrag opgesomd die leiden tot een structurele verandering in het reisgedrag en daarmee minder autokilometers (Litman, 2007).

Tabel 1 Mogelijke gevolgen van verlaging van de maximumsnelheid die leiden tot minder weggebruik

Termijn	Minder autokilometers door:
Kort	Thuiswerken
	Teleconferentie i.p.v. afspraak
	Kortere route i.p.v. (voorheen) snelste
	Andere bestemming dichterbij huis kiezen
Middellang	OV/fiets i.p.v. auto
	Minder ritten, combineren van bestemmingen
	Aanschaf OV-kaart, elektrische fiets, scooter
Lang	Dichterbij het werk gaan wonen
	Verbeterde fiets- en OV-infrastructuur door grotere vraag
	Gunstiger gelegen bebouwing t.o.v. vervoersmogelijkheden (zowel Auto als OV)
	Meer lokaal georiënteerde bedrijvigheid

Elasticiteiten - verband tussen veranderingen in reistijd en verkeersvolume

Veranderingen in het aantal afgelegde kilometers ten gevolge van veranderingen in reistijd zijn uit te drukken in de vorm van elasticiteiten. Deze geven de verhouding aan tussen de procentuele verandering in reistijd en de procentuele verandering in transportvolume die daarvan het gevolg is.

Uitgaande van de BReVer-wet is de gemiddelde reistijdelasticiteit van het aantal kilometers -1, (gemiddeld over alle modaliteiten) (van Wee, 1998; Pfeleiderer, 2003). Dit houdt in dat 1% toename in reistijd leidt tot 1% afname van het aantal kilometers. Een afname van de maximumsnelheid op de snelweg zal, behalve een afname in het aantal kilometers, ook gedeeltelijk een verandering van vervoerswijze (modal shift) tot gevolg hebben, waarbij OV en fiets interessanter worden. De autoreistijdelasticiteit van het aantal autokilometers zal daarom logischerwijs kleiner zijn dan -1.

In 1999 is het Europees project TRACE uitgevoerd, waarin o.a. elasticiteiten tussen autoreistijden enerzijds en aantal ritten en voertuigkilometers anderzijds zijn bepaald. De autoreistijdelasticiteiten en kruiselasticiteiten van voertuigkilometers en aantal ritten voor Nederland zijn gegeven in Tabel 2 (TRACE, 1999). In de studie is hierbij onderscheid gemaakt tussen korte en lange termijn elasticiteiten. Op lange termijn blijkt de autoreistijdelasticiteit van autokilometers inderdaad kleiner dan -1.



Tabel 2 Autoreistijdelasticiteiten van autokilometers en OV-kilometers

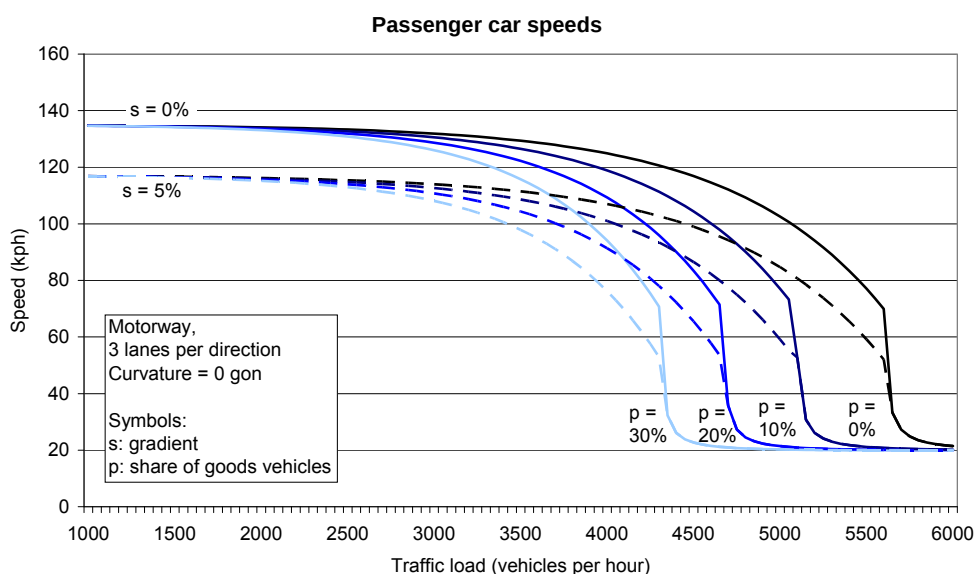
		Voertuig kilometers (met auto/OV)	Aantal ritten (met auto/OV)
Korte termijn	Auto	-0,35	-0,20
	Openbaar vervoer	1,55	0,95
Lange termijn	Auto	-1,34	-0,33
	Openbaar vervoer	0,65	0,51

Bovenstaande elasticiteiten kunnen worden gebruikt om de effecten te berekenen welke optreden in de transportvolumes van verschillende vervoerswijzen bij veranderingen in de snelheid van wegverkeer. Bij de scenario's welke in het volgende hoofdstuk worden doorgerekend is gebruik gemaakt van deze elasticiteiten. Meer informatie over de berekeningswijze met elasticiteiten is opgenomen in bijlage A.

2.2.3 Invloed op Congestie

Congestie treedt op wanneer het verkeersvolume op een weg in de buurt komt van de maximale wegcapaciteit. De relatie tussen verkeersvolume en doorstroomsnelheid wordt beschreven in zogenaamde snelheid-volume curves (in het Engels 'speed flow curves'). Een voorbeeld hiervan staat in Figuur 5.

Figuur 5 Snelheid-volume curve voor personenauto's op een driebaanssnelweg



Bron: 'Recommendations for the Economic Appraisal of Roads' EWS (FGSV, 1997).

Als het verkeersvolume veel minder is dan de maximale wegcapaciteit op het betreffende wegvak, dan wordt de snelheid van de weggebruikers nauwelijks beïnvloed door de andere weggebruikers. In dat geval is er geen congestie. Deze situatie wordt over het algemeen aangeduid met 'free flow'. Wanneer het verkeersvolume de wegcapaciteit nadert neemt de doorstroomsnelheid eerst geleidelijk af. Deze situatie wordt over het algemeen aangeduid met 'forced traffic'. Vanaf een zeker punt, is het verkeersvolume zo groot dat de snelheid sterk afneemt. Op dat moment is er sprake van ernstige congestie, ook wel aangeduid met 'stop & go traffic'.

De maximumsnelheid op een wegvak heeft met name invloed op de rijsnelheid buiten congestie. In geval van congestie wordt de snelheid immers met name bepaald door het congestieniveau.

Toch kan de maximumsnelheid wel enige invloed hebben op de mate van congestie, al is dit effect niet eenduidig. Zo had de invoering van 80-kilometerzones op enkele plaatsen in de Randstad op sommige plaatsen een verhogend en andere plaatsen juist een verlagend effect op de mate van congestie. Lokale omstandigheden spelen hierbij een belangrijke rol. Op de Utrechtse baan in Den Haag nam het congestieniveau toe, wat vooral te maken heeft met het feit dat de maximumsnelheid over een relatief korte afstand tweemaal wordt verlaagt: van 120 naar 100 en even verdrop van 100 naar 80. Daarnaast is er vlakbij het begin van de 80-kilometerzone een weefvak omdat wegen bij elkaar komen.

Het is binnen het tijdsbestek van deze verkenning niet mogelijk om de precieze congestie-effecten van een verlaging van de maximumsnelheid te berekenen. Wel is de verwachting dat de totale congestie bij een uniforme maximumsnelheid lager zal zijn dan in de huidige situatie met een lappendeken aan snelheidslimieten.

Bij een snelheid van 90 km/u is de doorstroming optimaal. Een maximumsnelheid van 90 km/u of 100 km/u zal daarom naar verwachting optimaal zijn vanuit het oogpunt van congestiereductie. Een snelheidslimiet van 90 km/u heeft als bijkomend voordeel dat de snelheidsverschillen tussen vrachtauto's en personenauto's verdwijnen (de snelheidsbegrenzers van vrachtauto's staan over het algemeen afgesteld op 89 km/u).

2.3 Overige effecten van snelheidsverlaging

Een verlaging van de maximumsnelheid heeft naast verlaging van de CO₂-uitstoot en mogelijk congestiereductie ook nog andere effecten. De belangrijkste effecten zijn:

- economische effecten van langere reistijden;
- effecten op luchtkwaliteit;
- effecten op geluidshinder en geluidschade;
- verkeersveiligheidseffecten.

Hieronder gaan we kort in op deze verschillende effecten.

2.3.1 Economische effecten van langere reistijden

Lagere maximum snelheden heeft tot gevolg dat mensen gemiddeld langer onderweg zijn om een bepaalde reis te maken. We hebben in paragraaf 2.2.2 gezien dat de totale reistijd van mensen op de lange termijn niet of nauwelijks toeneemt omdat deze extra reistijd voor een groot gedeelte wordt gecompenseerd door een vermindering van de afstand die mensen afleggen.

Beide effecten (langere reistijden voor een bepaalde reis en vermindering van kilometers) brengen vanuit een welvaartsperspectief economische kosten met zich mee. De extra tijd in de auto en het minder aantal afgelegde kilometers vertegenwoordigen voor de gebruiker, brengen voor de gebruiker namelijk een verlies in welvaart met zich mee. Er zijn ook economische baten, door het lagere brandstofverbruik per kilometer. Het kwantificeren van deze effecten valt buiten de scope van deze studie.



De maatregel heeft naar verwachting vrijwel geen effecten op het goederenvervoer omdat de maximumsnelheid hiervoor al op 80 km/u ligt. Congestiereductie door een uniforme snelheidslimiet van bijv. 90 km/u zal voor deze sector wel economische baten met zich mee kunnen brengen. Ook voor het personenverkeer heeft congestiereductie economische baten.

2.3.2 Effecten op luchtkwaliteit

Vervoer heeft belangrijke effecten op de luchtkwaliteit. In het geval van wegverkeer hangen deze samen met de uitstoot van PM₁₀ (fijn stof) en NO_x (stikstofoxiden). Net als bij CO₂, zal de uitstoot van deze stoffen afnemen bij het instellen van een lagere snelheidslimiet. De afname zal echter groter zijn dan bij CO₂. De reden hiervoor is dat bij hogere snelheden en grotere ritdynamiek de uitstoot van PM₁₀ en NO_x sneller toenemen dan de het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot.

2.3.3 Effecten op geluidshinder en geluidsschade

Het wegverkeer veroorzaakt geluidshinder. Naast overlast brengt dit ook gezondheidsschade met zich mee.

Lagere snelheden en afname van verkeersvolumes hebben beide een reductie van de geluidshinder tot gevolg. Om een onderbouwde inschatting te kunnen maken van de omvang van deze afname is nader onderzoek nodig.

2.3.4 Verkeersveiligheidseffecten

In 2008 vielen in Nederland 750 verkeerdoden als gevolg van verkeersongevallen. Van het aantal gewonden is wat minder recente statistiek: in 2005 moesten er 17.760 slachtoffers van een verkeersongeval in het ziekenhuis worden opgenomen.

Een verlaging van de maximumsnelheid heeft op verschillende manieren invloed op de verkeersveiligheid:

- lagere snelheden en minder snelheidsverschillen tussen personenauto's en vrachtauto's verhoogt de verkeersveiligheid;
- een afname van het verkeersvolume zorgt voor een afname van het aantal ongevallen, al is deze afname over het algemeen relatief minder dan de afname in verkeersvolume;
- een verschuiving naar andere vervoerswijzen heeft effecten op de verkeersveiligheid;
- bij een verschuiving van verkeer van snelwegen naar het onderliggend wegennet zal de verkeersveiligheid verslechteren.

Het netto-effect van een verlaging van de maximumsnelheid is lastig in te schatten. De verwachting is dat wel dat netto de verkeersveiligheid verbetert. Zo leidde de snelheidsverlaging op de A13 van 100 naar 80 km/u leidde tot meer dan een halvering van het aantal gewonden (Beek et al., 2007).

2.4 Handhaving

De effectiviteit van een snelheidslimiet hangt sterk af van de mate waarin deze wordt nageleefd door de verkeersdeelnemers. Handhaving is hierbij een belangrijke voorwaarde. Strikte handhaving zoals met trajectcontrole op de huidige 80-kilometerzones in de Randstad blijkt effectief. Aan dit soort systemen zijn uiteraard wel nogal wat kosten verbonden.



2.5 Overzicht van de maatschappelijke kosten-baten

In de vorige paragrafen zijn diverse effecten besproken van verlaging van maximumsnelheid op snelwegen in combinatie met strikte handhaving. Deze effecten brengen diverse maatschappelijke kosten en baten met zich mee. Zo geven langere reistijden en minder voertuigkilometers maatschappelijke kosten. Aan het maken van de reis wordt namelijk door de reiziger een positieve waarde toegekend, anders zou hij de reis niet maken. Minder reizen brengt dus maatschappelijke kosten met zich mee. Anderzijds brengen o.a. de reductie van CO₂-uitstoot, luchtvervuilende emissies en geluid en verkeersongevallen maatschappelijke baten met zich mee.

De belangrijkste maatschappelijke kosten en baten (voor de maatschappij als geheel) zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Overzicht van maatschappelijke kosten en baten van lagere snelheidslimieten op snelwegen

Maatschappelijke kosten	Maatschappelijke baten
Langere reistijden	Reductie van CO ₂ -emissies
Reductie voertuigkilometers personenvervoer	Reductie van luchtvervuilende emissies
Handhavingskosten	Reductie van geluidshinder
	Verbetering verkeersveiligheid
	Congestiereductie
	Besparing op infrastructuurkosten
	Brandstofbesparing

Het uitvoeren van een volledige kosten-batenanalyse valt buiten de scope van deze studie.

In het verleden zijn dergelijke analyses wel al eens gemaakt. In een artikel van Rietveld et al. (Rietveld et al., 1996) zijn de effecten van klimaatverandering, luchtvervuiling, ongelukken, brandstofverbruik en reistijd gekwantificeerd en economisch gewaardeerd (uitgedrukt in valuta) in een kosten-batenanalyse. Hierin werd geconcludeerd dat vanuit het oogpunt van de totale welvaart, de optimale maximumsnelheid op snelwegen ergens rond de 90 km/u ligt. Ook voor andere wegtypen zijn in deze studie de optimale snelheden bepaald. De studie is inmiddels al meer dan een decennium oud en moet daarom met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Een actualisatie is aan te bevelen.

Zeer recent is door Transport en Mobiliteit Leuven (TML) in opdracht van Bond Beter Leefmilieu het rapport 'Impact van maximumsnelheid op autosnelwegen' uitgebracht (TML, 2009). In dit rapport is een kosten-batenanalyse voor snelheidsreductie op de Belgische snelwegen gemaakt waarbij de effecten van klimaatverandering, luchtvervuiling, verkeersveiligheid en reistijd zijn meegenomen. De studie komt uit op een optimale snelheid van 110 km/uur op basis van deze effecten. Daarbij wordt door TML opgemerkt dat in de studie de volume-effecten van snelheidsverlaging buiten beschouwing is gelaten. Andere belangrijke effecten die buiten beschouwing zijn gelaten zijn de baten van verminderd brandstofverbruik en verminderde infrastructuurkosten. Met het meenemen van deze effecten in kosten-batenanalyse zal de optimale snelheid wellicht meer in de buurt van de 90 km/uur komen, zoals in de studie van Rietveld et al.





3

Inschatting klimaatwinst voor verschillende scenario's

3.1 Overzicht van de doorgerkende scenario's

In dit hoofdstuk zijn de CO₂-reducties voor verschillende scenario's doorgerkend. De scenario's betreffen het doorvoeren van een verlaging van de maximumsnelheid op alle snelwegen in Nederland waar op dit moment een maximumsnelheid geldt van 120 km/ uur of 100 km /uur.

De volgende scenario's zijn doorgerkend:

1. **Overall 100:** Max 120 -> Max 100.
2. **110 en 90:** Max 120 -> 110 en Max 100 -> 90.
3. **100 en 80:** Max 120 -> 100 en Max 100 -> 80.
4. **Overall 90:** Max 120 -> 90 en Max 100 -> 90.
5. **Overall 80:** Max 120 -> 80 en Max 100 -> 80.

Voor alle scenario's geldt dat snelwegen met een snelheidslimiet van 80 km/u buiten het scenario zijn gehouden, m.a.w. de limiet op deze wegen blijft in alle scenario's ongewijzigd op 80 km/u.

3.2 Berekeningswijze

Tabel 4 laat zien de voertuigkilometers op snelwegen verdeeld zijn over de verschillende maximumsnelheden. Ook is hierbij telkens aangegeven wat de gemiddelde snelheid is op deze wegen.

Tabel 4 Gemiddelde snelheid en aandeel voertuigkilometers per maximum-snelheidscategorie op de snelweg

Maximumsnelheids-categorie	Gemiddelde snelheid	Aandeel in voertuigkilometers
50	46	3%
70	68	2%
80	70	5%
100	81	30%
120	90	60%
Gemiddeld	83	100%

De gemiddelde snelheden voor andere wegen en is weergegeven in Tabel 5. Hieruit blijkt dat de gemiddelde snelheid van personenauto's over alle wegen ongeveer 45 km/uur is.



Tabel 5 Gemiddelde snelheid en voertuigkilometers per wegcategorie.

Type weg	Gemiddelde snelheid	Aantal voertuig kilometers (mln.)
Snelweg	83	43.162
Buitenweg	55	34.922
Stad	20	20.161
Gemiddeld/Totaal	45	98.245
Gemiddeld CBS	44,5	

Voor elk scenario is doorgerekend welke invloed een verlaging van de maximumsnelheid heeft op de gemiddelde snelheid van het Nederlandse personenautoverkeer. Om dit te doen is voor elk scenario ingeschat hoe de gemiddelde snelheid op de snelweg verandert bij verlaging van de maximumsnelheid, zoals weergegeven in Tabel 6 (zie ook Tabel 9 in bijlage B).

Tabel 6 Gemiddelde snelheid en emissies bij verlaging van de maximumsnelheid.

	Maximumsnelheid scenario	Gemiddelde snelheid (km/uur)	CO ₂ -emissie (gram/km)
Scenario op huidige 100-km/u wegen (veel controle)	80	66	152
	90	72	158
	100	79	166
Scenario op huidige 120-km/u wegen (veel controle)	80	69	149
	90	76	155
	100	83	163
	110	86	171
	120	89	178
Huidige situatie (huidige controle)	80	70	157
	100	81	172
	120	90	178

De ratio's van de nieuwe gemiddelde snelheid van het totale Nederlandse personenautoverkeer ten opzichte van de oude (45 km/u) zijn berekend (zie bijlage B, Tabel 5) en met behulp van de elasticiteiten uit Tabel 2 is vervolgens uitgerekend hoeveel auto-kilometers er minder gereden zullen worden in Nederland en hoeveel OV-kilometers meer. De effecten zijn voor korte en lange termijn doorgerekend. Voor de vermeden kilometers is de aanname dat 80% van deze kilometers op de snelweg worden bespaard en 20% op het onderliggend wegennet.

Voor de overgebleven snelwegkilometers van personenauto's is vervolgens met behulp van de emissiefactoren in Tabel 6 bepaald hoeveel CO₂-emissies bespaard worden door langzamer rijden. In Figuur 6 zijn ook de CO₂-reducties door het langzamer rijden van bestelauto's opgenomen.

Achtergronddata en bronnen voor de berekeningen zijn opgenomen in bijlage B.

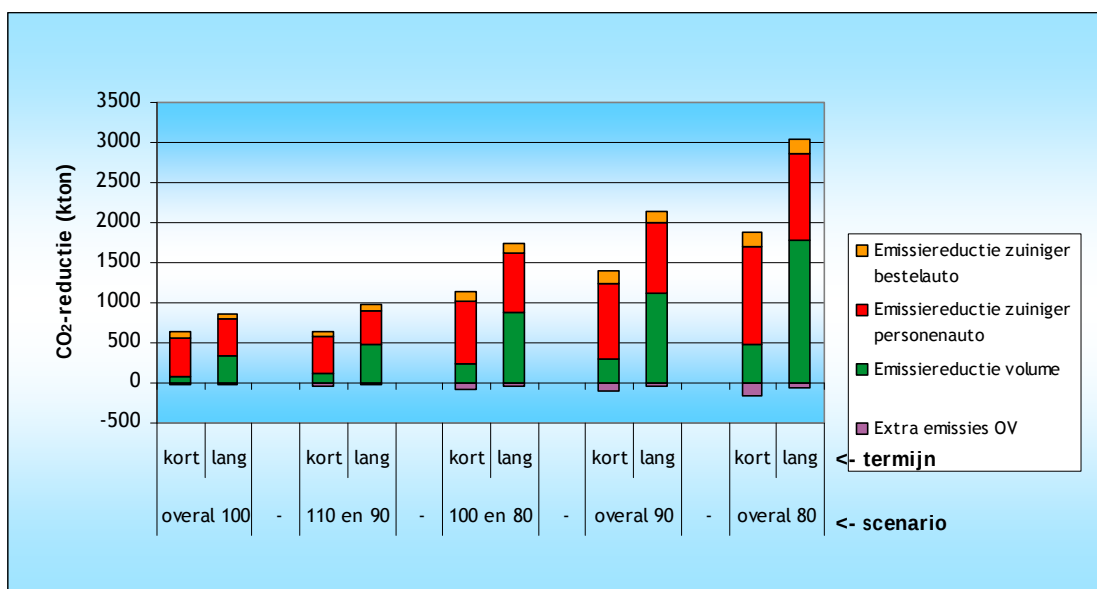
3.3 Resultaten

De resultaten zijn op verschillende manieren weergegeven in Figuur 6 t/m Figuur 8. Het betreft hier zowel de CO₂-emissies via de uitlaat als emissies bij raffinage en transport (well-to-wheel emissies).

Uit deze figuren blijkt dat een uniforme verlaging van de snelheidslimiet met strikte handhaving substantiële CO₂-reducties kan geven. De omvang van de reductie hangt sterk af van het scenario. Hoe groter de verlaging van de snelheid, hoe groter de reductie van CO₂-emissies. De grootste reductie worden behaald in de scenario's waarbij de maximumsnelheid op alle 120 en 100 km/u wegen wordt verlaagd naar 80 km/u.

Zoals blijkt uit Figuur 6 speelt op korte termijn met name de CO₂-reductie door zuiniger rijden een rol en in mindere mate de emissies door een kleiner transportvolume. Op langere termijn speelt juist de CO₂-reductie door een lager transportvolume een rol. Voor bestelauto's zijn, zoals eerder opgemerkt, alleen de reducties door zuiniger rijden meegenomen.

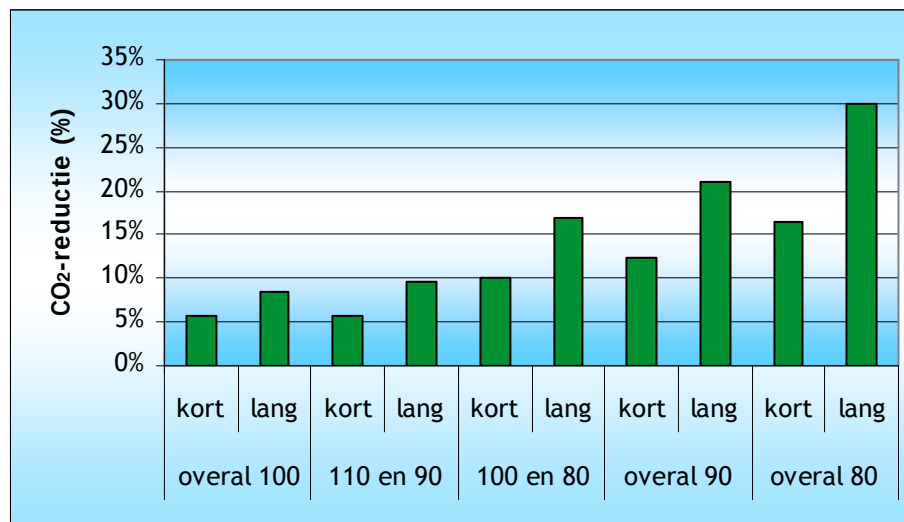
Figuur 6 CO₂-reductie voor de scenario's op korte en lange termijn (personen- en bestelauto's)



In Figuur 7 en Figuur 8 zijn de emissiereducties voor personenauto's afgezet tegen de totale emissies van personenauto's op de snelweg (Figuur 7) en de totale emissies van personenauto's in Nederland (Figuur 8).

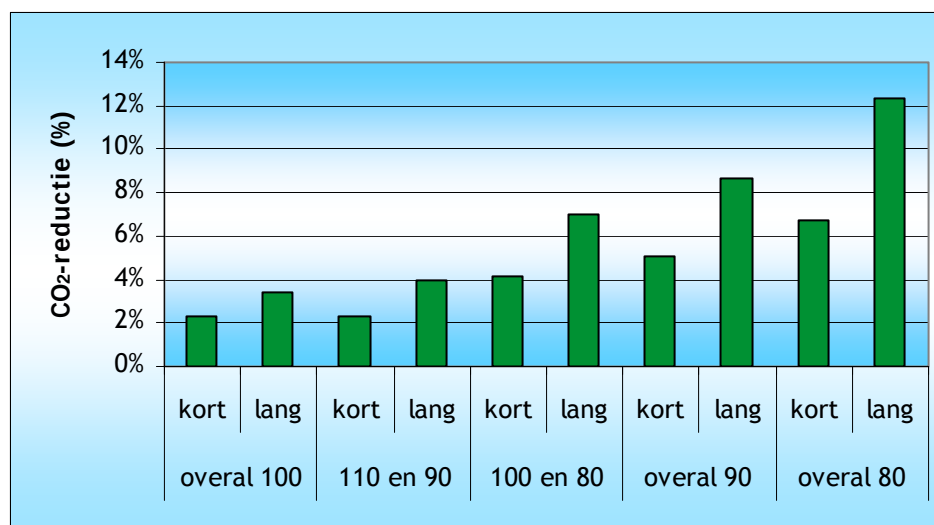
Op de korte termijn leidt snelheidsverlaging, afhankelijk van het scenario, tot een afname van de CO₂-emissies van personenauto's op de snelweg met 6 tot 16%. Op de lange termijn is de afname zelfs 8 tot 30% van de CO₂-emissies op de snelweg.

Figuur 7 Relatieve CO₂-reductie voor de scenario op korte en lange termijn ten opzichte van de CO₂-emissies van de totale emissies van personenauto's op de snelweg



Ten opzichte van de totale emissies van personenauto's betekent dit een CO₂-reductie van 2 tot 7% op korte termijn en 3 tot 12% op lange termijn.

Figuur 8 Relatieve CO₂-reductie voor de scenario op korte en lange termijn ten opzichte van de CO₂-emissies van de totale emissies van personenauto's in Nederland



4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Een verlaging van de maximale snelheid op snelwegen kan forse CO₂-reducties van personenauto's opleveren. In deze verkenning zijn de reducties ingeschat door de veranderingen in het brandstofverbruik op voertuigniveau en in het totale verkeersvolume te kwantificeren. Ook is een inschatting gemaakt van de verschuiving naar andere modaliteiten. Verlaging van de maximumsnelheid kan ook leiden tot een vermindering van congestie, maar dit effect is in deze studie niet gekwantificeerd.

De CO₂-reductie op lange termijn is ingeschat op maximaal 2,8 Mton voor personenauto's en nog eens 0,2 Mton door bestelauto's. Voor personenauto's betekent dit dat 30% van de emissies op de snelweg kan worden vermeden, wat overeenkomt met 12% van alle CO₂-emissies van personenauto's in Nederland. Deze maximale reductie wordt bereikt bij een uniforme limiet van 80 km/u. Een minder drastische snelheidsverlaging leidt tot minder grote reducties, maar afhankelijk van het scenario nog steeds tot een reductie van de emissies van personenauto's op de snelweg met 8 tot 21% wat overeenkomt met 3 tot 9% van alle CO₂-emissies van personenauto's in Nederland.

De genoemde reducties vereisen een strikte handhaving, bijvoorbeeld met trajectcontrole. Wellicht dat ook de techniek die gebruikt gaat worden voor de kilometerprijs hierbij een rol kan spelen.

Naast een reductie van CO₂-emissies heeft een verlaging van de maximumsnelheid ook positieve effecten op luchtvervuiling, geluidshinder en mogelijk op congestie en verkeersveiligheid.

Verlaging van de maximumsnelheid op snelwegen kent ook nadelen. Mensen zijn gemiddeld langer onderweg om een bepaalde reis te maken en zullen minder kilometers afleggen. Zowel de lagere snelheid als de reductie in verkeersvolume brengen vanuit een welvaartspectief economische kosten met zich mee. Het kwantificeren van deze effecten valt buiten de scope van deze studie. De maatregel heeft naar verwachting vrijwel geen effecten op het goederenvervoer omdat de maximumsnelheid hiervoor al op 80 km/u ligt.

Het uitvoeren van een kosten-batenanalyse viel buiten het scope van deze studie. Een studie van eind jaren '90 kwam tot de conclusie dat wanneer alle kosten en baten worden afgewogen, de optimale snelheid op snelwegen rond de 90 km/u ligt.



4.2 Aanbevelingen

In deze verkenning is een eerste aanzet gedaan om de effecten van snelheidsverlaging op snelwegen in kaart te brengen. Gezien de substantiële klimaatwinst welke hiermee gepaard kan gaan, wordt aanbevolen om deze maatregelen nader te onderzoeken. Met name een analyse van de maatschappelijke kosten en baten lijkt interessant, om daarmee ook een optimale snelheidslimiet te berekenen. Gezien de actuele discussie over en proeven met dynamische snelheidslimieten, lijkt het van belang om de optimale snelheidslimiet in diverse situaties te onderscheiden. Hierbij zou onderscheid gemaakt kunnen worden naar bijvoorbeeld tijdstip (overdag/ 's nachts), actuele luchtkwaliteit of congestieniveau.



5 Referenties

Beek et al., 2007

Wim van Beek, Harry Derriks, Peter Wilbers, Peter Morsink, Luc Wismans, Paul van Beek

The effects of speed measures on air pollution and traffic safety
In : Proceedings of the European Transport Conference, 2007

CBS, 2008

Mobiliteit Nederlandse bevolking per regio naar motief en vervoerwijze
Gewijzigd op 29 augustus 2008. Verschijningsfrequentie: eenmaal per jaar.
CBS Statline, 2008

CBS 2009

Luchtverontreiniging, emissies door wegverkeer
Gewijzigd op 20 mei 2009. Verschijningsfrequentie: eenmaal per jaar.
CBS Statline, 2009

Cervero, 2001

R. Cervero

Induced Demand: An Urban and Metropolitan perspective
Paper prepared for 'Policy Forum: working together to Address Induced Demand', 2001

Duany, 2000

A. Duany, E. Plater-Zyberk, J. Speck

Why building new roads doesn't ease congestion
In : North Point Press, (2000); p. 88-94

FGSV, 1997

Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen =
Recommendations for the Economic Assessment of Roads
Köln ; Stuttgart : Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen,
1997; IER, University of Stuttgart, 2001

Hoogendoorn, 2006

1) Intermediair, 19 januari 2006, p.42

2) De Volkskrant, Wetenschap, 5 oktober 2002, door Michael Persson

Lawton, 2001

T. Keith Lawton

The urban Structure and Personal Travel: an analysis of Portland, or Data and
Some National and International Data

E-vision 2000, conference

<http://www.rand.org/scitech/stpi/Evision/Supplement/lawton.pdf>

Levinson and Kumar, 1995

D. Levinson, A. Kumar

Activity, Travel, and the Allocation of time

In : APA Journal, vol. 28, no.2 (1995); p. 458-470



Litman, 2007

T. Litman

Generated Traffic and Induced Travel : Implications for Transport Planning
Victoria, Canada : Victoria Transport Policy Institute, 2007

Pfleiderer, 2003

Rudolf Pfleiderer, Martin Dieteric

Speed Elasticity of Mileage Demand

In : World Transport Policy & Practice, Vol.9, no. 4 (2003); p.21-27

Rietveld et al., 1996

Piet Rietveld, Arjan van Binsbergen, Paul Peeters

Optimal speed limits for various types of roads

Rotterdam ; Amsterdam : Tinbergen Institute, 1996

Taakgroep, 2008

Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in
Nederland

S.l. : Taakgroep Verkeer en Vervoer, 2008

TML, 2009

Filip Vanhove

Impact van maximumsnelheid op autosnelwegen

Leuven : Transport & Mobility Leuven (TML), 2009

TNO, 2008

R. de Lange, N.E. Ligterink

Versit+ emissiefactoren voor Standaard rekenmethode 1 en Nederlandse snel-
wegen- 2008 update

Delft : TNO, 2008

Van Wee, 1998

B. van Wee, R. van den Brink

Environmental impact of congestion and policies to reduce it

In : Traffic congestion in Europe' round table 110 (ERC), 1998



Bijlage A Definitie van reistijdelasticiteit

Een tijdselasticiteit (ε_t) van het aantal voertuigkilometers is als volgt gedefinieerd:

$$\varepsilon_t = (\delta km / km_0) / (\delta t / t_0) \quad (1)$$

Waarbij δkm staat voor een kleine verandering in het aantal voertuigkilometers ten opzichte van het aantal voertuigkilometers (km_0) in de uitgangssituatie en δt voor een kleine verandering in de gemiddelde reistijd ten opzichte van de gemiddelde reistijd (t_0) in de uitgangssituatie. Wanneer de elasticiteit constant is bij verschillende uitgangssituaties geldt ook:

$$(km_n / km_0) = (t_n / t_0)^{\varepsilon_t} \quad (2)$$

Waarbij km_n en t_n staan voor het aantal kilometers en de reistijd in de nieuwe situatie.





Bijlage B Achtergronddata en berekeningen

Om de totale hoeveelheid autokilometers in te schatten die op wegen met een snelheidslimiet van 120 km/uur en 100 km/ uur worden gereden zijn de uitgangswaarden in Tabel 7 gebruikt. De gemiddelde snelheid op de weg berekend met behulp van snelheden op basis van TNO-gegevens en het aantal voertuigkilometers per wegtype komt uit op 45 km/ uur wat goed overeen komt met de waarde van 44,5 km/uur volgens CBS (CBS, 2008).

Tabel 7 Gemiddelde snelheid en voertuigkilometers per wegcategorie

Type weg	Schatting snelheid	Bron	Aantal voertuig kilometers (mln)	Bron
Snelweg	83	DVS (MoNiCa)	43.162	Taakgroep 2008
Buitenweg	55	Op basis van TNO, 2008	34.922	Taakgroep 2008
Stad	20	Op basis van TNO, 2008	20.161	Taakgroep 2008
Gemiddeld/ Totaal	45		98.245	Taakgroep 2008
Gemiddeld CBS	44,5	CBS		

Zoals aangegeven in de tabel is de gemiddelde snelheid op de snelweg ca. 83km/uur. Op basis van data van DVS² uit het MoNiCa-systeem, over gereden snelheden per wegvak, data over de vervoersprestaties per wegvak en de maximum toegestane snelheid zijn de gemiddelde werkelijk gereden snelheden per maximumsnelheidscategorie bepaald. Op basis van data van Rijkswaterstaat (dataportal) over intensiteiten, maximum toegestane snelheden en wegvaklengtes is het aandeel voertuigkilometers (vkm) per maximumsnelheidscategorie op de snelweg bepaald (Tabel 8).

Tabel 8 Gemiddelde snelheid en aandeel voertuigkilometers per maximumsnelheidscategorie op de snelweg

Maximumsnelheidscategorie	Gemiddelde snelheid	Aandeel in voertuigkilometers
50	46	3%
70	68	2%
80	70	5%
100	81	30%
120	90	60%
Gemiddeld	83	100%

De gemiddelde snelheid van 83 km/ uur is bepaald door de afstands-gemiddelde snelheid met behulp van de voertuigkilometers te bepalen.

² Hartelijke dank gaat uit naar Arnold van Veluwe en Peter Schout van DVS voor het beschikbaar stellen van de MoNiCa-data.



De MoNiCa-data geven van de voorbeeldmaand mei de gemiddelde snelheden en vervoersprestatie per kwartier per wegvak. Met behulp van deze data is ingeschat welke snelheden (in %vkm) er per wegcategorie worden gereden en hoe deze verdeling veranderd wanneer de snelheidslimiet wordt aangepast. In de onderste drie rijen van Tabel 9 is weergegeven welk aandeel van de voertuigkilometers bij welke snelheid wordt gereden voor de verschillende maximum snelheden. In de rijen daarboven is voor de huidige 100 km/u en 120 km/u wegen weergegeven hoe deze verdeling verander bij andere maximum snelheden uitgaande van strengere controle.

Tabel 9 Verdeling van snelheden naar % voertuigkilometers

	Maximum-snelheid	<70 (32,5)	70	80	90	100	110	120	130	140	Gemiddeld snelheid
Scenario op huidige 100-km/u wegen (veel controle)	80	12%	27%	53%	6%	2%					66
	90	12%	4%	28%	48%	7%	1%				72
	100	12%		2%	26%	50%	9%	1%			79
Scenario op huidige 120-km/u wegen (veel controle)	80	8,5%	28%	55%	7%	2%					69
	90	8,5%	4%	29%	50%	8%	1%				76
	100	8,5%		2%	27%	53%	9%	1%			83
	110	8,5%		1%	18%	32%	36%	5%			86
	120	8,50%		1%	5%	32%	35%	18%	1%		89
Huidige situatie (weinig controle)	80	11,00%	22%	38%	14%	9%	5%	2%			70
	100	12,00%		4%	15%	36%	25%	6%	2%		81
	120	8,50%		1%	5%	31%	33%	17%	4%	1%	90

In Tabel 9 is te zien hoe de gemiddelde snelheid verandert door het aanpassen van de maximumsnelheid. Door deze aangepaste snelheden op 100 en 120 km/u wegen toe te passen en op de berekening van gemiddelde snelheid (was 45 km/uur) kan de ratio tussen de nieuwe en oude snelheid bepaald worden.

De ratio's van de nieuwe snelheid t.o.v. de oude (V_n/V_0) en de daaruit volgende relatieve verandering in kilometers (km_n/km_0) en de kilometers reductie (in mln) zijn weergegeven in onderstaande tabellen voor korte en lange termijn:



Tabel 10 Ratio's van nieuwe gemiddelde snelheid t.o.v. de oude (V_n/V_0) en daaruit volgende kilometers op korte termijn

Scenario	V_n/V_0	km_n/km_0	Reductie km (mln)
120-> 110	0,9928	0,9975	247
120-> 100	0,9905	0,9967	368
120-> 90	0,9743	0,9909	996
120-> 80	0,9608	0,9861	1.528
100 -> 90	0,9905	0,9967	366
100 -> 80	0,9839	0,9943	624
120 -> 110/ 100 -> 90	0,9861	0,9951	536
120 -> 110/ 100 -> 80	0,9795	0,9928	792
120 -> 100/ 100 -> 90	0,9811	0,9934	730
120 -> 100/ 100 -> 80	0,9746	0,9910	985
120 -> 90/ 100-> 90	0,9679	0,9886	1.249
120 -> 90/ 100 -> 80	0,9615	0,9864	1.500
120 -> 80/ 100 -> 80	0,9483	0,9816	2.022

Tabel 11 Ratio's in nieuwe gemiddelde snelheid t.o.v. de oude (V_n/V_0) en daaruit volgende kilometers op lange termijn

Scenario	V_n/V_0	km_n/km_0	Reductie km (mln)
120-> 110	0,9928	0,9904	941
120-> 100	0,9905	0,9872	1.402
120-> 90	0,9743	0,9657	3.766
120-> 80	0,9608	0,9478	5.737
100 -> 90	0,9905	0,9873	1.394
100 -> 80	0,9839	0,9784	2.371
120 -> 110/ 100 -> 90	0,9861	0,9815	2.036
120 -> 110/ 100 -> 80	0,9795	0,9727	3.003
120 -> 100/ 100 -> 90	0,9811	0,9748	2.769
120 -> 100/ 100 -> 80	0,9746	0,9661	3.724
120 -> 90/ 100-> 90	0,9679	0,9572	4.707
120 -> 90/ 100 -> 80	0,9615	0,9488	5.632
120 -> 80/ 100 -> 80	0,9483	0,9314	7.543

Voor het aantal voertuig kilometers zijn we uitgegaan van gegevens van de Taakgroep verkeer en vervoer (Taakgroep, 2008), zoals weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 Voertuig kilometers personenauto's per wegtype in 2007

Wegtype	Aantal v-km (personenauto) (mln)
Snelweg	43.162
Buitenweg	34.922
Stad	20.161
Totaal	98.245



De emissiefactoren (Tabel 13) die gebruikt zijn voor het berekenen van de uitgespaarde emissies door minder kilometers en door zuiniger rijden zijn bepaald aan de hand van door TNO³ verstrekte CO₂-cijfers voor auto's die typisch op de snelweg te vinden zijn (Euro 4/Euro 5). De CO₂-cijfers in Tabel 13 betreffen de CO₂-emissies zowel via de uitlaat als bij raffinage en transport van de brandstoffen (well-to-wheel).

Tabel 13 De gebruikte emissiefactoren voor snelweg op basis van TNO-cijfers voor snelweg

	Maximumsnelheid	CO ₂ -emissie (gram/km)
Scenario op huidige 100-km/u wegen (veel controle)	80	152
	90	158
	100	166
Scenario op huidige 120-km/u wegen (veel controle)	80	149
	90	155
	100	163
	110	171
Huidige situatie (weinig controle)	120	178
	80	157
	100	172
	120	178

Voor OV-vervoer is een gemiddelde emissiefactor van 79 gram (well-to-wheel) per reizigers kilometer aangehouden. Bij de berekening is uitgegaan van een huidig aantal van 22.200 miljoen reizigers kilometers (op basis van CBS, 2008).

De uitkomsten zijn uiteindelijk geschaald naar de CO₂-emissies veroorzaakt door personenauto's op de snelweg, zoals deze door CBS worden gerapporteerd (CBS, 2009).

³ Met dank aan Norbert Ligterink en Ronald de Lange voor het beschikbaar stellen van de data.



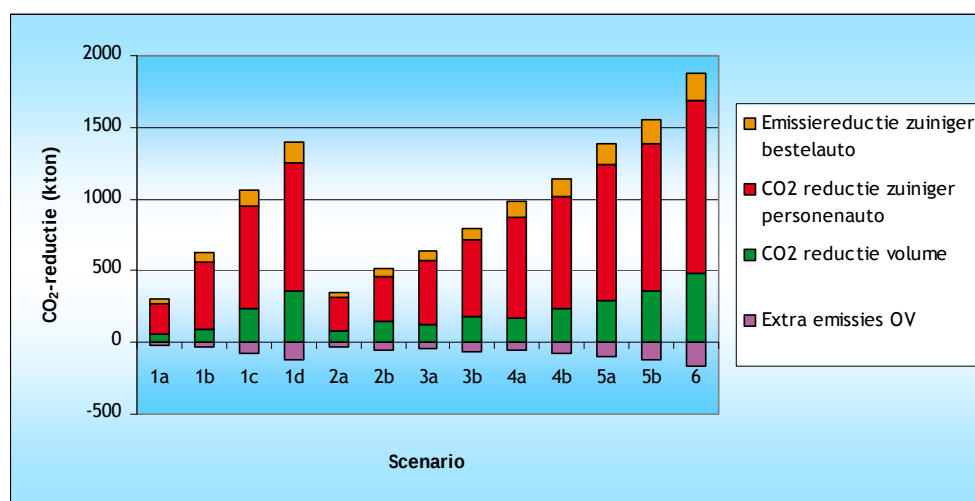
Bijlage C Aanvullende scenario's uitgewerkt

Behalve de in het hoofdrapport beschreven scenario's zijn ook de volgende scenario's doorgerekend.

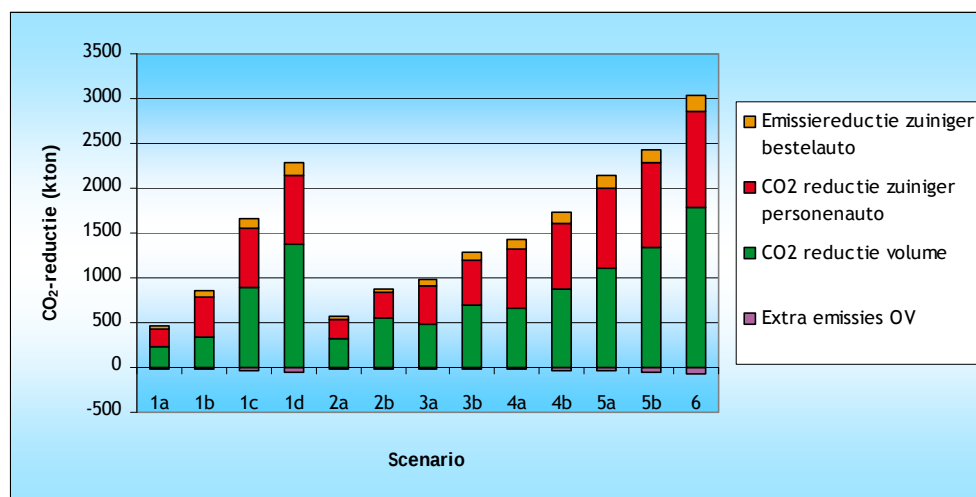
1. a. Max. 120 -> Max. 110
b. Max. 120 -> Max. 100
c. Max. 120 -> Max. 90
d. Max. 120-> Max. 80
2. a. Max. 100 -> Max. 90
b. Max. 100 -> Max. 80
3. a. Max. 120 -> 110 en Max. 100 -> 90
b. Max. 120 -> 110 en Max. 100 -> 90
4. a. Max. 120 -> 100 en Max. 100 -> 90
b. Max. 120 -> 100 en Max. 100 -> 80
5. a. Max. 120 -> 90 en Max. 100 -> 90
b. Max. 120 -> 90 en Max. 100 -> 80
6. Max. 120 -> 80 en Max. 100 -> 80

De resultaten voor deze scenario's staan weergegeven in Figuur 9 en Figuur 10 en Tabel 14 en Tabel 15.

Figuur 9 CO₂-besparingen voor korte termijn scenario's



Figuur 10 CO₂-besparingen voor lange termijn scenario's



Tabel 14 CO₂-besparingen voor korte termijn scenario's

Scenario	CO ₂ -reductie personenauto's (kton)		Extra CO ₂ -emissies (kton)	Totale CO ₂ -reductie door lagere snelheid personenauto's			CO ₂ -reductie bestelauto (kton)
	Volume	Zuiniger	OV	(kton)	% t.o.v. totale emissies personenauto		Zuiniger
					Op snelweg	Totaal NL	
1a	59	214	-22	252	3%	1%	32
1b	88	472	-29	531	6%	2%	71
1c	238	717	-79	876	9%	4%	110
1d	364	893	-123	1.135	12%	5%	139
2a	85	230	-29	287	3%	1%	35
2b	146	316	-49	413	4%	2%	49
3a	126	445	-42	529	6%	2%	67
3b	186	532	-63	655	7%	3%	81
4a	172	702	-58	817	9%	4%	106
4b	232	788	-78	942	10%	4%	120
5a	296	950	-100	1.146	12%	5%	145
5b	355	1.036	-121	1.270	14%	6%	159
6	479	1.213	-165	1.527	16%	7%	188



Tabel 15 CO₂-besparingen voor lange termijn scenario's

Scenario	CO ₂ -reductie personenauto's (kton)		Extra CO ₂ -emissies (kton)	Totale CO ₂ -reductie door lagere snelheid personenauto's			CO ₂ -reductie bestelauto (kton)
	Volume	Zuiniger	OV	(kton)	% t.o.v. totale emissies personenauto		Zuiniger
					Op snelweg	Totaal NL	
1a	224	210	-9	425	5%	2%	32
1b	334	457	-12	779	8%	3%	71
1c	898	654	-33	1.519	16%	7%	110
1d	1.368	771	-51	2.089	22%	9%	139
2a	325	215	-12	528	6%	2%	35
2b	553	280	-20	813	9%	4%	49
3a	479	428	-18	890	10%	4%	67
3b	705	495	-26	1.174	13%	5%	81
4a	653	672	-24	1.302	14%	6%	106
4b	876	738	-32	1.582	17%	7%	120
5a	1.116	878	-41	1.953	21%	9%	145
5b	1.332	945	-50	2.228	24%	10%	159
6	1.788	1.066	-67	2.787	30%	12%	188

