



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

Notitie

Henk Stipdonk

Juni 2024

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses.

De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister en de staatssecretaris van IenW weer te geven.

Voorwoord

Al sinds jaar en dag discussieert men in Nederland over snelheid en de snelheidslimieten. Enkele jaren terug was er bijvoorbeeld discussie in Tweede Kamer, media en samenleving naar aanleiding van de reductie van de snelheidslimiet vanwege de stikstofproblematiek. En nu de nieuwe coalitie zich heeft voorgenomen om de snelheidslimiet ook overdag te verhogen, buitelen voor- en tegenstanders in de media over elkaar heen om hun standpunt te bepleiten. De aangevoerde argumenten zijn vaak deugdelijk, maar hoe moet de lezer of luisteraar weten wat klopt en wat niet?

Het KiM heeft zich na de vorige discussie in 2022 voorgenomen om de feiten over snelheid en snelheidslimieten overzichtelijk op een rijtje te zetten. Deze notitie is nu beschikbaar, toevalligerwijs tijdens een nieuwe golf van aandacht voor het onderwerp. Juist omdat de feiten er tijdens gesprekken over dit onderwerp toe doen, brengt het KiM de notitie nu snel uit.

De notitie beschrijft de relatie tussen *snelheid* en reistijd, verkeersveiligheid, CO₂-emissies en geluid. Snelheid is iets anders dan *snelheidslimiet*, al hebben die twee wel veel met elkaar te maken. Maar de informatie in deze notitie kan je niet rechtstreeks gebruiken om de totale reistijdwinst, of het aantal verkeersslachtoffers bij een andere snelheidslimiet te berekenen. Dat komt omdat lang niet ieders snelheid altijd exact overeenstemt met de limiet. Bovendien is die limiet niet altijd en overal hetzelfde, maar hangt deze af van tijd, plaats, spitsstroken, drukte op de weg, werk in uitvoering et cetera.

De notitie is gebaseerd op de beschikbare wetenschappelijke literatuur. Die literatuur is niet zo gemakkelijk toegankelijk. De relatie tussen snelheid en verkeersveiligheid bijvoorbeeld, is weliswaar veel onderzocht, maar over hoe het nu echt zit zijn nog geregeld misverstanden. Ook de relatie tussen snelheid en CO₂-emissie bleek niet eenvoudig boven tafel te krijgen.

Met deze notitie hoopt het KiM duidelijkheid te scheppen over de feiten, zodat de discussie over de hoogte van de snelheidslimiet op basis van zo duidelijk mogelijke informatie gevoerd kan worden.

Samenvatting

Wie met de auto over een stuk weg rijdt, heeft die weg eerder afgelegd wanneer de snelheid hoger is. Naarmate de snelheid hoger is, is er ook meer geluidsoverlast, komt steeds meer CO₂ vrij en vooral de verkeersonveiligheid stijgt steeds sneller. Daarnaast nemen allerlei andere emissies zoals NO_x en fijnstof, en trillingen verder toe. Mobiliteitsbeleid heeft zowel met het voordeel van een hogere snelheid – een kortere reistijd – als met al die nadelen te maken. Wanneer de overheid de maximumsnelheid op snelwegen heroverweegt, is het relevant om bekend te zijn met de relatie tussen snelheid en het effect van die snelheid op de diverse beleidsdoelen.

In deze notitie laten we zien hoe het directe voordeel van een hogere snelheid, en de directe nadelen voor verkeersveiligheid, CO₂-emissie en geluidssterkte, afhangen van de snelheid. We vergelijken de effecten met die bij een referentiesnelheid van 100 km/h. Let wel, we doelen hier op de feitelijke snelheid, niet op de snelheidslimiet. Weliswaar is de snelheidslimiet van grote invloed op de snelheden die, als het niet te druk is op de weg, kunnen worden gereden, maar tijdens files is de snelheid veel lager dan de limiet. Ook zijn er mensen die zich niet aan de limiet houden.

In deze analyse versimpelen we de effecten van de snelheid door uit te gaan van één constante snelheid. We beperken ons tot de effecten van snelheid op reistijd, verkeersveiligheid, CO₂-emissie en geluid, omdat de relaties voor deze beleidsparameters betrekkelijk gemakkelijk konden worden achterhaald. Ook gaan we niet in op allerlei denkbare secundaire effecten, zoals bijvoorbeeld dat een veel lagere (maximum) snelheid op autosnelwegen kan leiden tot meer sluipverkeer.

Ook spreken we ons niet uit over de vraag of het voordeel van een kortere reistijd opweegt tegen de nadelen voor klimaat, verkeersveiligheid en geluidhinder. Dat is een zaak voor de politiek, en voor beleidsmakers. Om die afweging te kunnen maken moeten we ook weten hoe hoog de snelheden nu precies zijn, gedurende welk deel van de tijd, op alle wegen waar de snelheidslimiet zou wijzigen. Daarnaast moeten dan ook hier niet genoemde effecten in de afweging worden betrokken, zoals die van emissie van fijnstof en NO₂, en secundaire effecten.

De belangrijkste bevindingen van de analyse zijn dat de invloed van de snelheid op de verkeersveiligheid zeer sterk is, terwijl de geluidssterkte, verhoudingsgewijs, juist weinig met de snelheid verandert. De relatieve effecten op de reistijd en de CO₂-emissies bevinden zich daar tussenin en zijn ongeveer even groot. De reistijd wordt bij een hoge snelheid gunstiger. De andere drie beleidsparameters worden ongunstig door de snelheid beïnvloed.

De resultaten kunnen worden gebruikt als de politieke of beleidsmatige discussie wordt gevoerd over de keuze van maximumsnelheden.

Welke snelheid is nu ideaal? Dat hangt uiteraard af van de beleidsafweging, of de politieke afweging, tussen reistijd aan de ene kant, en verkeersonveiligheid, geluidshinder en CO₂-emissies (en andere effecten) aan de andere kant. Beleid dat verkeersveiligheid als grootste goed verkiest, zou overall lage snelheden kunnen nastreven. Onnodig te zeggen dat we dan voor verre reizen veel meer tijd nodig hebben. Beleid dat gericht is op betere bereikbaarheid zou die hoge reistijd kunnen trachten te compenseren door aan te sturen op kortere reisafstanden voor de belangrijkste reisdoelen zoals bijvoorbeeld woon-werk. Een beleid dat grote waarde hecht aan het beperken van klimaatschade, zou kunnen streven naar snelheden die niet te veel boven de 60 km/h uitkomen. Geluidseffecten en

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

verkeersveiligheidseffecten profiteren mee van een lagere snelheid, maar de reistijd neemt dan wel toe. Beleid dat aanstuurt op korte reistijden en hoge snelheden, kan, om de extra verkeersonveiligheid, CO₂-emissies en geluidshinder te beperken, investeren in passende maatregelen op die beleidsterreinen, of accepteren dat die effecten verslechteren.

Inhoud

Voorwoord 3

Samenvatting 4

Inhoud 6

1	Inleiding 7
2	Kwalitatieve beschrijving van de methode 8
2.1	Reistijd 8
2.2	Risico op een ongeval met een verkeersdode 9
2.3	CO ₂ -emissie tijdens het rijden 9
2.4	Geluidssterkte 10
3	Resultaat 11
3.1	Reistijd 11
3.2	Verkeersveiligheid 12
3.3	Emissie van CO ₂ 12
3.4	Geluid 13
3.5	Totaalbeeld van de effecten 14
4	Discussie 15
5	Conclusie 17
	Colofon 19

1. Inleiding

De auto levert de grootste bijdrage aan de totale afgelegde afstand door inwoners van Nederland van 6 jaar en ouder: 120 miljard km in 2022, dat is 70% van de totale personenmobiliteit over land. Het autogebruik van Nederlanders wint het ook van de totale afstand die Nederlanders met het vliegtuig afleggen (87 miljard km in 2022). Het gebruik van de auto draagt dus sterk bij aan de mobiliteit in Nederland. De auto is flexibel en vaak ook snel, de reistijd is korter naarmate de snelheid hoger is. Een hogere (gemiddelde) snelheid is een manier om de reistijd te bekorten. Een hogere snelheid heeft echter ook nadelen: de kans op een (ernstig) ongeval, de emissie van CO₂ en de geluidsterkte nemen bij een hogere snelheid toe.

In de praktijk is de feitelijke snelheid op elk moment van elke autorit variabel. Berekening van de effecten van een andere snelheid op de reistijd, de verkeersveiligheid, de CO₂-emissie en de geluidsterkte voor het totaal van heel Nederland is om allerlei redenen erg ingewikkeld. Zelfs als we alleen de snelheid van het autoverkeer op de rijkswegen onderzoeken, lopen we tegen diverse moeilijkheden aan. Wanneer we bijvoorbeeld de maximumsnelheid op de rijkswegen zouden veranderen, moeten we voor het effect daarvan op de rijsnelheid met allerlei complicaties rekening houden, waarvan we er hier enkele belangrijke noemen:

1. De maximumsnelheid is niet hetzelfde als de rijsnelheid: de limiet wordt geregeld overschreden. Ook zijn er mensen die bewust langzamer rijden dan de maximumsnelheid. En de snelheid is vaak ook lager op momenten dat files de rijsnelheid beperken.
2. De maximumsnelheid op rijkswegen is nu verre van uniform. Er zijn rijkswegen met een snelheidslimiet van 130 km/h, 120 km/h, 100 km/h of 80 km/h, vaak ook afhankelijk van het tijdstip. Daarnaast zijn er wegen met een tijdelijke snelheidslimiet wegens werk in uitvoering of omdat er een spitsstrook ligt die open of dicht kan zijn. Kortom er is nu niet *één* snelheidslimiet, en verandering van *de* snelheidslimiet betekent op de ene weg iets anders dan op de andere weg.
3. Bij een gemiddelde autorit die deels over het hoofdwegennet gaat, wordt de totale reistijd slechts voor een klein deel bepaald door de maximumsnelheid op de rijkswegen. We rijden ook door woonstraten, staan voor een verkeerslicht, enzovoort.
4. Effecten op verkeersveiligheid, CO₂-emissie of geluidsterkte worden niet alleen door de snelheid, maar ook door snelheidsverschillen, remmen en optrekken en allerlei andere factoren bepaald. Ook deze factoren hangen niet nauw samen met de maximumsnelheid.

Om te bepalen hoe de snelheid van invloed is op reistijd, verkeersveiligheid, CO₂-emissies en geluidsterkte, hebben we daarom in deze notitie voor elk van deze beleidsparameters een theoretische vergelijking opgesteld. Die vergelijking beschrijft hoe de reistijd, de invloed op de verkeersveiligheid, de CO₂-emissie en geluidsterkte afhangt van de snelheid van één auto die met constante snelheid rijdt?

Dit onderwerp is relevant voor mobiliteitsbeleid. Dit beleid richt zich onder meer op de optimalisatie van bereikbaarheid (waar reistijd deel van uitmaakt, maar bijvoorbeeld ook de kosten van de reis, en het gemak waarmee de reis met verschillende vervoerwijzen kan worden gemaakt), maar moet ook rekening houden met de nadelen van verkeer. Die nadelen kennen we als beleidsopgaven. De verkeersveiligheid moet verbeteren, geluidsoverlast moet beperkt worden, CO₂-emissie leidt tot klimaatschade die we willen beperken et cetera. Hoe die afweging

tussen de verschillende beleidsopgaven plaatsvindt is een zaak van politiek en beleid. Over die afweging spreken we ons niet uit.

2. Kwalitatieve beschrijving van de methode

We onderzoeken, in vier paragrafen, de effecten van snelheid op vier onderwerpen die voor mobiliteitsbeleid belangrijk zijn:

1. Reistijd
2. Verkeersveiligheid
3. Emissies van CO₂
4. Geluidssterkte

We noemen deze vier onderwerpen in het vervolg "de beleidsparameters". Voor elk van deze beleidsparameters bepalen we voor verschillende snelheden een waarde *per afgelegde afstand*. Dat levert voor elke snelheid een waarde op per km: reistijd/km, verkeersdoden /km, etcetera. Bij deze berekeningen passen we vereenvoudigingen toe. Voor elk van deze beleidsparameters leggen we uit wat ze betekenen, waarom ze nodig zijn, en wat de nadelen zijn van deze vereenvoudigingen.

We gaan uit van een rit over een snelweg met gemiddelde ligging, omstandigheden en overig verkeer. We gaan uit van een gemiddelde auto die (als het om CO₂-emissie gaat) fossiele brandstof gebruikt en van gemiddelde bestuurdersvaardigheden. Onder gemiddeld wordt hier verstaan: gemiddeld voor Nederland, zonder dat we specifieke informatie hebben over mens, voertuig of weg.

Voor de schatting van de effecten van snelheid op deze parameters baseren we ons voor de reistijd op de relatie tussen snelheid en tijd uit de natuurkunde. Voor de drie andere parameters baseren we ons op de literatuur over verkeersveiligheid, emissie van CO₂ en geluidssterkte.

Steeds berekenen we elk van de parameters voor een snelheid van 100 km/h, daarna bepalen we elke parameter voor een andere snelheid, en vergelijken deze met de waarde voor een snelheid van 100 km/h. De uitkomsten laten dus een relatief effect zien: hoeveel meer of minder is de reistijd, de CO₂-emissie, het risico op een verkeersdode en de geluidssterkte als een auto sneller of langzamer rijdt dan 100 km/h. Hoe we dat precies hebben gedaan behandelen we in de volgende vier paragrafen van dit hoofdstuk kwalitatief. Daarbij gaan we ook in op alle aannamen en vereenvoudigen die we voor elk van de onderzochte parameters hebben toegepast. In bijlage 1 zijn voor elk van de parameters ook de bijbehorende formules gegeven.

2.1 Reistijd

De relatie tussen snelheid en reistijd is het meest eenvoudig. Uitgaande van constante snelheid kunnen we gemakkelijk uitrekenen hoe lang we over een bepaalde afstand doen. Hoe dat precies in zijn werk gaat staat in bijlage 1.

De relatie tussen snelheid en reistijd is niet afhankelijk voor het soort auto, brandstof, de massa van de auto, de eigenschappen van de weg of welke andere factor ook. Zolang de snelheid (afstand per tijd, bijvoorbeeld km/uur) constant is, ligt de reistijd per afgelegde afstand (dat wil zeggen: tijd per km) vast. Dat betekent dat we ook geen rekening hoeven te houden met de capaciteit van de weg, met congestie als gevolg van een verkeersaanbod dat hoger is dan de capaciteit, et

cetera. Uiteraard is er in de praktijk vaak sprake van congestie, als gevolg waarvan de snelheid lager zal zijn dan gewenst. Maar hier gaat het om een constante snelheid en onder die aanname volg de reistijd per km direct uit de snelheid.

2.2 Risico op een ongeval met een verkeersdode

Voor de verkeersveiligheid baseren we ons op het risico op een verkeersdode. Dat wil zeggen, de kans dat er door een ongeval een verkeersdode valt als we een afstand van 1 km afleggen met een bepaalde snelheid.

Dat overlijdensrisico hangt van zeer veel factoren af: op een drukke weg, met veel ander verkeer, is het gemakkelijker om daarmee in botsing te komen. Op een stille weg zal het daarentegen weer eerder voorkomen dat een bestuurder niet oplet en van de weg raakt. Dan maakt het veel uit of de berm obstakelvrij is, of dat er bomen staan, dan wel water aanwezig is waar de auto in terecht kan komen. Ook het type auto maakt verschil. Kleine, lichte auto's zijn minder goed bestand tegen een aanrijding, of het nu met een andere verkeersdeelnemer of met een vast object is. Tenslotte is ook de rijvaardigheid van de bestuurder een belangrijke factor. Een zeer ervaren (en nuchtere) bestuurder is zeer veel minder vaak betrokken bij een dodelijk ongeval dan iemand die net zijn rijbewijs heeft behaald, of die alcohol of drugs heeft gebruikt. Voor informatie over de relatie tussen rijervaring en rijvaardigheid: zie het [proefschrift van W. Vlakveld](#). Voor informatie over de relatie tussen rijden onder invloed van alcohol of drugs en rijvaardigheid: zie het [proefschrift van S. Houwing](#).

Niet alleen het overlijdensrisico, ook het risico op een ongeval met gewonden is relevant voor de verkeersveiligheid. Het risico op een ernstig gewonde is hoger dan het risico op een verkeersdoden, al is het verloop van dit risico met de snelheid voor een dode of een ernstig gewonde vergelijkbaar: hoe hoger de snelheid, des te hoger het risico. Voor een dodelijk ongeval is doorgaans wel een hogere snelheid nodig dan voor een ongeval met alleen gewonden. Er is geen principieel verschil tussen de relatie tussen snelheid en overlijdensrisico en tussen snelheid en risico op een gewonde. Om de analyse in deze notitie niet nodeloos complexer te maken, beperken we ons hier tot het overlijdensrisico.

In de literatuur over verkeersveiligheid is veel te vinden over deze relatie. Lang niet altijd zijn de resultaten van het onderzoek met elkaar in overeenstemming. Dit komt onder meer omdat de definitie van snelheid nogal eens verschilt. Sommige onderzoekers hanteerden de snelheidslimiet, anderen de feitelijke snelheid van de voertuigen, weer anderen onderzochten de snelheid op het moment van botsing. Bijlage 2 beschrijft uitvoerig welke complicaties zich voordoen bij de analyse van de relatie tussen overlijdensrisico en snelheid. De bijlage geeft ook een robuuste formule voor de relatie tussen snelheid en overlijdensrisico, gebaseerd op de meest plausibele en onderling consistente onderzoeksresultaten. Een eerdere versie van deze bijlage verscheen als bijlage bij een Pin Flash van het European Transport Safety Council, en is in het Engels.

Formules die de meest gangbare relaties beschrijven staan in bijlage 2. De strekking van die formules is dat het risico op een verkeersdode exponentieel stijgt met de snelheid. Is de snelheid 1 km/h hoger, dan neemt het overlijdensrisico met 6,7% toe (ongeacht bij welke snelheid).

2.3 CO₂-emissie tijdens het rijden

De emissie van CO₂ tijdens het rijden hangt van zeer veel factoren af. Om te beginnen van de brandstof. Elektrische auto's verbranden geen fossiele brandstof (net zomin als auto's die op waterstof rijden) en stoten bij het rijden dan ook geen CO₂ uit. Auto's met een diesel- of benzinemotor doen dat wel. Grote, zware auto's

meer dan kleine lichte auto's. In de winter, als het koud is, de luchtdruk hoger, en verlichting en de kachel ook energie vragen meer dan in het voorjaar. Ook de airco vraagt extra energie. Snel optrekken vergt meer energie en leidt dus tot meer CO₂-emissie. Als de auto remt wordt die energie (behalve bij een hybride of elektrische auto) als warmte weer vrijgegeven, en in verkeer waarin voortdurend wordt geremd en opgetrokken wordt dus meer CO₂ uitgestoten dan wanneer een auto gelijkmatig rijdt.

In deze analyse beperken we ons weer tot de emissie van een auto die met constante snelheid rijdt. Ook dan heeft die constante snelheid nog steeds invloed op de CO₂-emissie. De relatie tussen snelheid en CO₂-emissie brengen we in kaart voor een voorbeeld-auto. Vanwege de benodigde gegevens, hebben we gekozen voor een standaard Ford Fiësta, omdat TNO het gedrag van auto en motor van deze auto goed in kaart heeft gebracht, en deze gegevens goed voorhanden zijn.

Voor een andere auto, bijvoorbeeld een zwaardere (of lichtere), gelden andere relaties tussen snelheid en CO₂-emissie. Maar bij elke benzine- of dieselauto neemt de CO₂-emissie bij hoge snelheid sterk toe door de luchtweerstand, en bij zeer lage snelheid overheerst het effect van de interne wrijving in de motor het emissiegedrag. Hier bepalen we een relatieve relatie, dus: in welke mate neemt de uitstoot toe met een hogere snelheid, of af met een lagere snelheid. Die relatieve relatie is ook voor andere auto's vergelijkbaar. Dat komt omdat de principes waarop de relatie tussen snelheid en emissie berusten, voortkomen uit de natuurkunde en de scheikunde. Natuurkundige en scheikundige principes bepalen de relaties tussen de factoren waarvan de uitstoot afhangt: de efficiëntie van de brandstof, de rolweerstand van het aandrijfsysteem en de banden, de luchtweerstand en de interne verliezen in de motor. Een zwaardere auto heeft een grotere rolweerstand maar doorgaans ook, omdat een zwaardere auto groter is, een hogere luchtweerstand. En omdat in de regel de motor ook groter is, zullen de interne verliezen ook hoger zijn. Uiteraard zijn alle wetmatigheden niet exact in verhouding met elkaar. We moeten de gevonden relatie dus in de eerste plaats zien als een vuistregel, die voor de meeste auto's ongeveer, maar niet exact klopt.

Bijlage 3 beschrijft de relaties tussen CO₂-emissie en snelheid in detail en met formules.

2.4 Geluidssterkte

De geluidssterkte van een rijdende auto neemt toe bij hogere snelheid. Dit leidt tot meer hinder. Hoeveel hinder dat is, hangt van veel factoren af: de intensiteit van het verkeer, het tijdstip van de dag, de aanwezigheid van geluidsschermen, de afstand tot de weg en zelfs de ligging van de weg. De geluidssterkte hangt ook af van het soort voertuig, de banden, en van acceleratiegedrag van het voertuig. Daarnaast kunnen zware voertuigen behalve geluid ook andere trillingen veroorzaken.

In deze analyse gaan we op al deze details niet in, we gaan alleen na hoe de maximale geluidssterkte op een vast punt ten opzichte van de weg afhangt van de snelheid van één, gemiddelde auto. We hanteren daarbij gegevens uit de literatuur, en baseren ons op wat daar onder een gemiddelde auto wordt verstaan.

Ook hier geldt, dat de effecten van variaties in de factoren (meer auto's, een kortere afstand tot de geluidsbron, auto's (of motoren) die meer of juist minder geluid produceren), niet worden bestudeerd. Voor al die variaties geldt dat ze de relatie tussen geluidssterkte en snelheid wel beïnvloeden, maar het relatieve effect daarvan is beperkt. Het effect van een snelheidsverhoging van, laten we zeggen, 10 km/uur zal in een eerste benadering voor al die variaties in dezelfde mate leiden tot een hogere geluidssterkte als voor de hier gekozen "gemiddelde" auto.

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

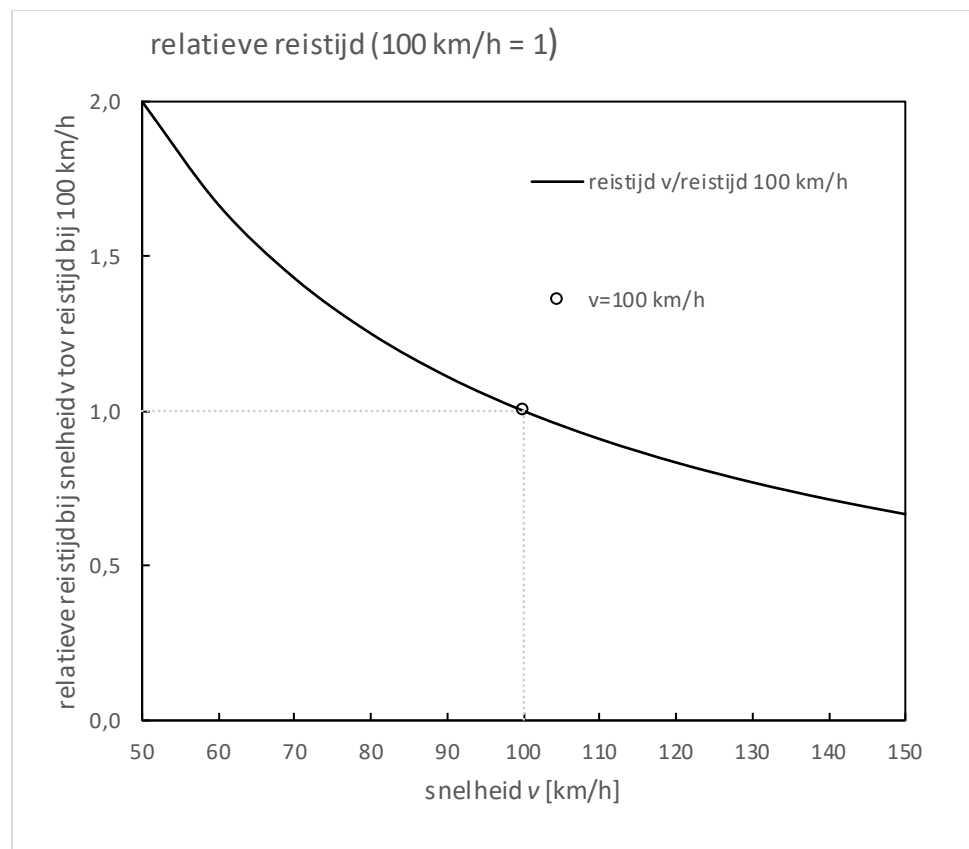
In bijlage 4 beschrijven we de relaties aan de hand van de literatuur, in formules.

3. Resultaat

3.1 Reistijd

In bijlage B1.1 staat in vergelijking B1.2 de relatieve reistijd: de verhouding tussen de reistijd bij een willekeurige snelheid v en bij de referentiesnelheid $v = 100$ km/h. Op basis van deze vergelijking hebben we in afbeelding 3.1 het verloop van deze verhouding als functie van de snelheid weergegeven:

Afbeelding 3.1 Relatieve reistijd bij snelheid v , ten opzichte van de reistijd bij snelheid $v = 100$ km/h



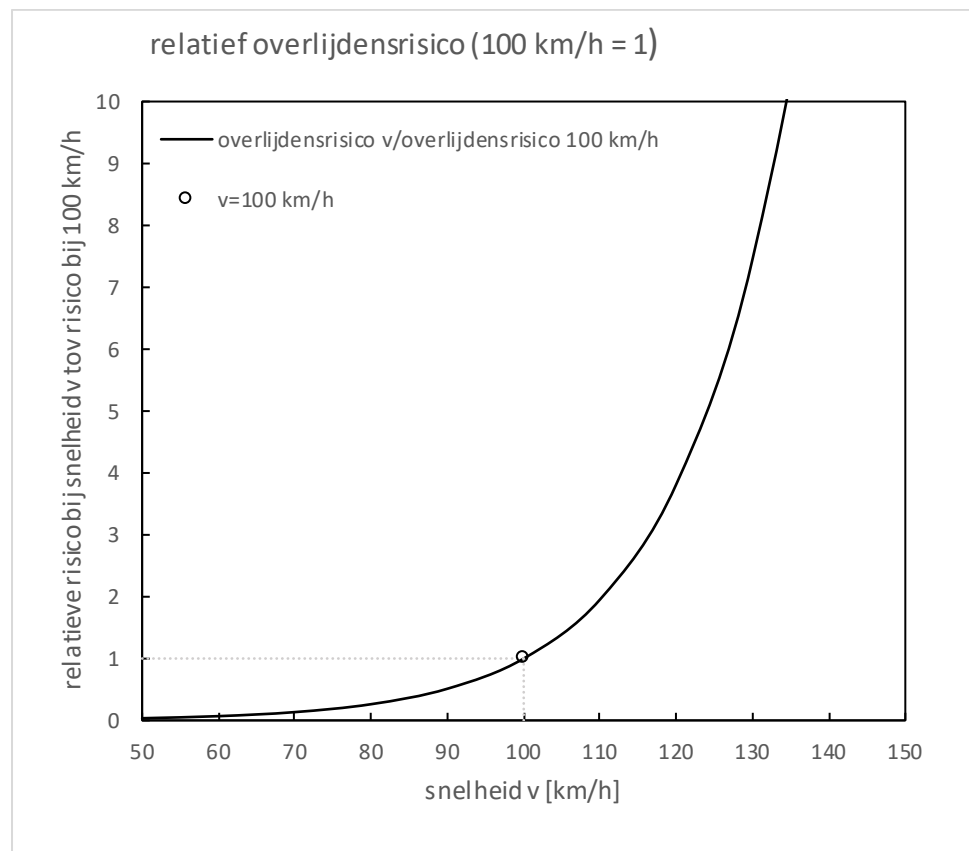
Afbeelding 3.1 laat een grafiek zien die bij toenemende snelheid steeds vlakker wordt. Dit maakt duidelijk dat een hogere snelheid de reistijd wel steeds verder reduceert, maar ook dat het voordeel van de kortere reistijd steeds meer afneemt met toenemende snelheid. Een verhoging van de snelheid van 50 naar 100 km/h leidt tot een halvering van de reistijd. Een rit van 50 km duurt dan geen uur meer maar nog slechts een half uur. Om de reistijd nogmaals te halveren naar een kwartier, moeten we de snelheid nogmaals verdubbelen naar 200 km/h.

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

3.2 Verkeersveiligheid

In bijlage B1 staat in vergelijking B1.5 het relatieve overlijdensrisico: de verhouding tussen het overlijdensrisico in het verkeer bij een willekeurige snelheid v en bij de referentiesnelheid $v = 100$ km/h. Op basis van deze vergelijking hebben we in afbeelding 3.2 het verloop van deze verhouding als functie van de snelheid weergegeven:

Afbeelding 3.2 Relatief overlijdensrisico bij snelheid v , ten opzichte van het overlijdensrisico bij snelheid $v=100$ km/h.



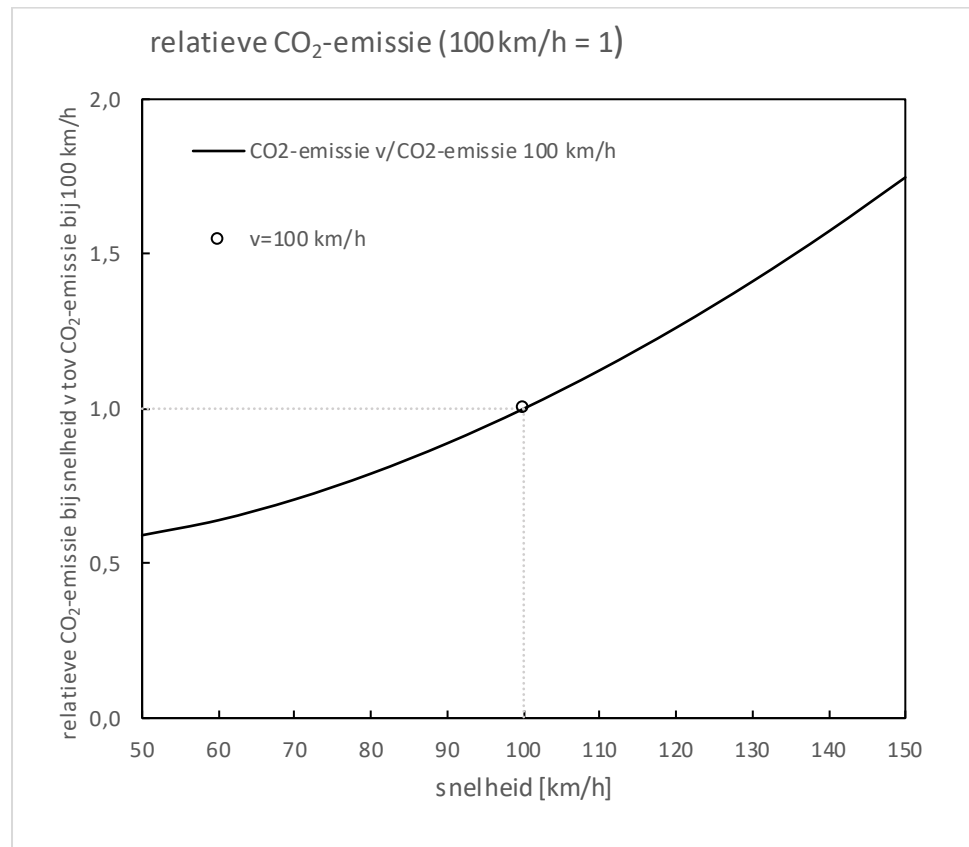
We zien in deze grafiek dat de exponentiële toename van het risico ervoor zorgt dat het risico explosief toeneemt bij hoge snelheid. Het risico is bij 130 km/h al ongeveer 7 x zo hoog als bij 100 km/h. Op dezelfde manier neemt het risico bij dalende snelheid zeer snel af. Bij 70 km/h is het risico nog slechts een zevende van het risico bij 100 km/h.

3.3 Emissie van CO₂

In bijlage B1 staat in vergelijking B1.9 de relatieve CO₂-emissie: de verhouding tussen de emissie bij een willekeurige snelheid v en bij de referentiesnelheid $v = 100$ km/h. Op basis van deze vergelijking hebben we in afbeelding 3.3 het verloop van deze verhouding als functie van de snelheid weergegeven:

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

Afbeelding 3.3 Relatieve CO₂-emissie bij snelheid v , ten opzichte van de CO₂-emissie bij snelheid $v=100$ km/h.



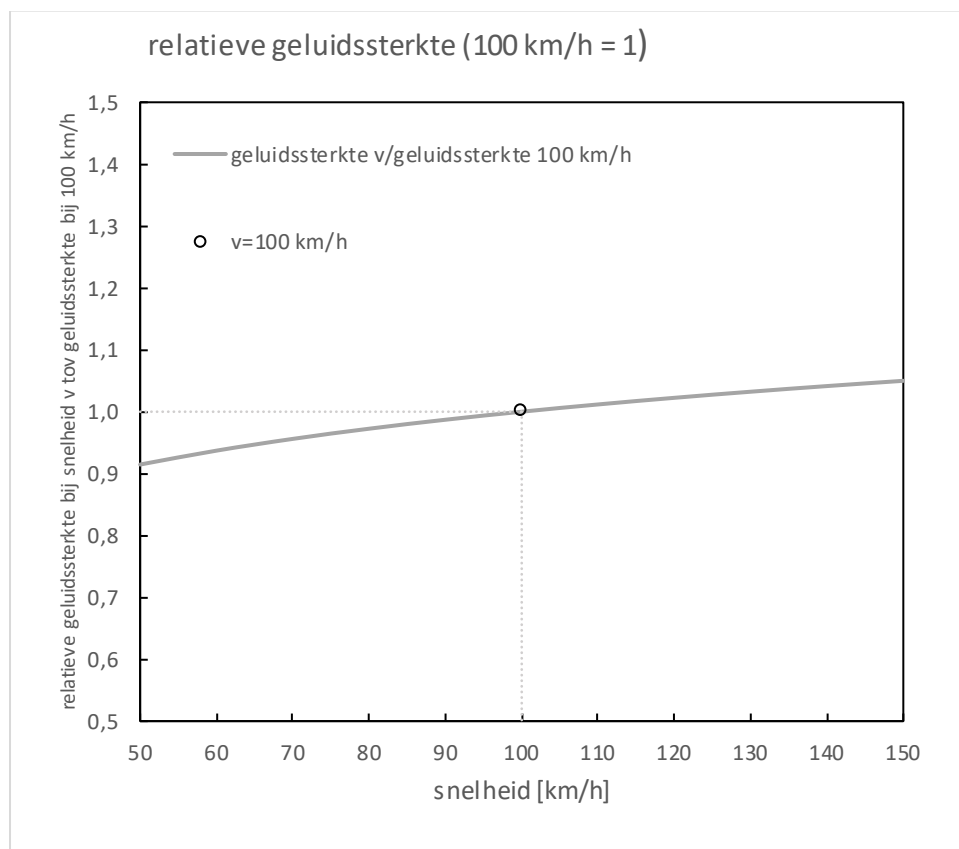
We zien in afbeelding 3.3 dat de CO₂-emissie bij toenemende snelheid steeds sneller stijgt, al is de stijging minder explosief dan die van het overlijdensrisico. Bij lage snelheid neemt de emissie af, maar die afname vlakt af. Dit komt door de interne wrijving in de brandstofmotor. Deze gebruikt ook bij stationair draaien nog energie, waardoor heel langzaam rijden niet efficiënt is.

3.4 Geluid

In bijlage B1 staat in vergelijking B1.13 de relatieve geluidsterkte: de verhouding tussen de geluidsterkte bij een willekeurige snelheid v en bij de referentiesnelheid $v = 100$ km/h. Op basis van deze vergelijking hebben we in afbeelding 3.4 het verloop van deze verhouding als functie van de snelheid weergegeven

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

Afbeelding 3.4 Relatieve geluidssterkte van een gemiddelde auto bij snelheid v , ten opzichte van de geluidssterkte bij snelheid $v=100$ km/h.



In afbeelding 3.4 zien we dat de geluidssterkte, zeker in vergelijking met de andere drie onderzochte beleidsparameters, slechts langzaam verandert met de snelheid. Dit betekent overigens niet automatisch dat de hinder als gevolg van toegenomen geluidssterkte ook nauwelijks toeneemt. Hinder kan bijvoorbeeld vooral snel toenemen indien de geluidssterkte boven een bepaalde grens komt.

3.5 Totaalbeeld van de effecten

Een hogere snelheid in het verkeer leidt tot meer verkeersonveiligheid, meer CO₂-emissies en meer geluid. Daar staat tegenover dat een hogere snelheid de reistijd bekort.

De reistijdvoordelen van een steeds hogere snelheid nemen af naarmate de snelheid toeneemt. Voor de nadelen is het effect van een steeds hogere snelheid verschillend: De geluidssterkte neemt weliswaar toe met toenemende snelheid, maar die toename wordt steeds kleiner naarmate de snelheid hoger wordt: de toename van de geluidssterkte vlakt af met toenemende snelheid. Voor CO₂-emissie geldt dat niet: die wordt steeds sterker met toenemende snelheid. Vooral het overlijdensrisico in het verkeer neemt bij een hogere snelheid zeer sterk toe.

Bij een lagere snelheid geldt het omgekeerde, behalve voor de CO₂-emissie. Die neemt voor snelheden lager dan ca 50 km/h niet verder af maar juist weer toe, vanwege de interne wrijvingsverliezen in de motor. Geluidssterkte en – vooral – overlijdensrisico blijven met een steeds lagere snelheid ook steeds verder afnemen. De reistijd neemt bij een lagere snelheid juist steeds sterker toe.

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

Als de auto stilstaat, bereikt hij zijn doel nooit. Geen wonder dat het verkeersrisico dan tot nul gereduceerd is. Wel produceert een stilstaande auto met draaiende (benzine) motor nog wel geluid en CO₂.

4. Discussie

De resultaten van deze studie kunnen worden gebruikt voor beleid de snelheid van gemotoriseerd verkeer beïnvloedt. Een voor de hand liggend voorbeeld is het gesprek over de maatschappelijk gezien meest gewenste snelheidslimieten. De snelheidslimiet is uiteraard iets anders dan de in deze notitie gehanteerde constante snelheid.

De snelheidslimiet is uiteraard wel degelijk van invloed op de gereden snelheid. Bij een hogere snelheidslimiet zal een deel van het autoverkeer, als het niet druk is op de weg, sneller rijden dan bij een lagere snelheidslimiet. Het KiM heeft in 2023 in [een studie naar het effect van een lagere snelheidslimiet op het energiegebruik](#) van Bakker en Moorman laten zien dat een wijziging in de snelheidslimiet weliswaar zal leiden tot andere gereden snelheden, maar ook dat deze relatie complex is. Dat komt omdat de feitelijke snelheid vaak afwijkt van de snelheidslimiet:

- Auto's kunnen de snelheidslimiet overschrijden. De mate van handhaving van de limiet is daarom van belang.
- Een deel van het verkeer heeft er geen behoefte aan om de snelheid op te voeren tot de maximum toelaatbare snelheid: bijvoorbeeld vanwege klimaatafwegingen, of om brandstof te besparen.
- Als het druk is, is het vaak niet mogelijk om met een hoge snelheid te rijden. Congestie, of de aanwezigheid van vrachtverkeer, beletten de auto's om sneller te rijden, of zorgen zelfs voor langzaam rijdend en stilstaand verkeer. Overigens is congestie en onregelmatig rijdend verkeer niet alleen ongunstig voor de reistijd, maar ook voor de CO₂-emissie en de geluidshinder, in vergelijking met verkeer dat met constante snelheid rijdt. Voor CO₂-emissie en geluidshinder is dit uitvoerig beschreven in de referenties die in Bijlage 3 en bijlage 4 zijn aangehaald. Voor verkeersveiligheid is het moeilijk om eenduidig vast te stellen hoe fileverkeer de verkeersveiligheid beïnvloed. Zie bijvoorbeeld de [studie naar de verkeersveiligheid van spitsstroken](#) van Sweco en SWOV

Niettemin denken we dat de resultaten zinvol zijn voor het maken van beleidsafwegingen. Bovengenoemde kanttekeningen gelden voor elk van de vier beleidsparameters: de politieke overweging om de snelheidslimiet te verhogen met het oog op de gewenste kortere reistijd, heeft ook alleen betrekking op de momenten dat die snelheid werkelijk behaald kan worden. Hetzelfde geldt dan voor de effecten op geluidshinder, CO₂-emissie en verkeersveiligheid. De omgekeerde redenering is ook van toepassing. Bij een politiek besluit om de snelheidslimiet te verlagen met het oog op de verkeersveiligheid, geluid en emissies, is het effect alleen te merken voor het verkeer dat daadwerkelijk langzamer rijdt dan voor de limietverlaging, en bijvoorbeeld niet voor fileverkeer.

In hoeverre wordt de bruikbaarheid van deze resultaten beïnvloed door de vereenvoudigingen in deze analyse? Enkele denkbare mitsen en maren, met de reactie daarop:

1. Zijn de CO₂-emissie, de geluidshinder en de bijdrage aan de verkeersonveiligheid van een *accelererende* auto niet veel groter dan die van een auto met constante snelheid?

Dat klopt, maar daar staat tegenover dat auto's niet voortdurend versnellen. Bovendien zijn versnellingen onvermijdelijk om een bepaalde snelheid te verkrijgen. Wanneer auto's een lagere kruissnelheid aanhouden, hoeven ze ook minder ver door te versnellen tot die snelheid is bereikt. Daar komt bij dat we hier relaties afleiden tussen *snelheid* en de vier beleidsparameters. Relaties tussen *versnelling* en de beleidsparameters is veel ingewikkelder. Voor de relatie tussen versnelling en verkeersveiligheid bijvoorbeeld zijn ons geen publicaties bekend. Voor geluidshinder en CO₂-emissies zijn die relaties complex. En ten slotte: beïnvloeding van de versnelling met beleidsmaatregelen is een nauwelijks ontgonnen gebied.

2. Zijn de aannamen over de soort auto (een moderne Ford Fiësta met verbrandingsmotor in het geval van de CO₂-emissie; een willekeurige gemiddelde auto voor verkeersveiligheid en geluidssterkte), de keuze voor een "willekeurige weg" en allerlei andere aannamen van invloed op de resultaten?

Deze aannamen hebben geringe invloed, vooral omdat we de resultaten voor elk van de beleidsparameters hebben uitgedrukt als een *relatief effect ten opzichte van het effect bij een referentiesnelheid van 100 km/u*. Het effect van verkeersveiligheid is een gemiddeld effect, op een gemiddelde weg, met een gemiddeld voertuig, te midden van gemiddeld overig verkeer. Hetzelfde geldt voor de geluidshinder. Voor de CO₂-emissie hebben we een voorbeeld-auto gebruikt, met een benzinemotor. Voor een dieselauto zullen de effecten niet heel anders zijn. Uiteraard doet het er voor de CO₂-emissie wel toe of de auto een elektromotor heeft of niet.

We normeren de effecten in deze analyse voor het effect bij 100 km/h. Zodoende zijn de verhoudingen van de effecten bij een willekeurige snelheid en die referentiesnelheid veel meer algemeen van toepassing. Wie meer nauwkeurig wil weten hoe de snelheid van invloed is op verkeersveiligheid of geluidshinder, ontkomt er niet aan om de uitgebreide vakliteratuur te bestuderen. De hier gepresenteerde resultaten kunnen worden gezien als vuistregels.

De keuze van de referentiesnelheid zelf is niet van invloed op de resultaten. Bij een andere referentiesnelheid zou de positie van het punt waar de waarde van het relatieve effect "1" is, verschuiven, maar de vorm van de relatie tussen de snelheid en het relatieve effect op de beleidsparameter zou er niet door wijzigen.

3. Bij een beleidsafweging tussen verschillende snelheidslimieten zijn, behalve reistijd, verkeersonveiligheid, geluid en CO₂-emissie nog andere factoren relevant, zoals effecten op fijnstof, luchtvervuiling en trillingen. Op deze factoren gaan we in deze notitie niet in.
4. Bedenk dat het effect van een lagere of hogere **gemiddelde snelheid** van verkeer op een weg zich met de resultaten van deze notitie niet rechtstreeks laat berekenen. Een gemiddelde snelheid is het resultaat van mensen die langzamer rijden en mensen die sneller rijden dan die gemiddelde snelheid. De snelheden zijn rond die gemiddelde snelheid verspreid. Het effect van de *snellere* auto's op de reistijd, verkeersveiligheid etcetera wordt niet precies gecompenseerd door de mensen die langzamer rijden. Dat komt omdat de relaties tussen de beleidsparameters en de snelheid geen van alle rechte lijnen zijn. De bijdragen van de hoger-dan-gemiddelde-snelheid op het gemiddelde overlidensrisico,

geluidssterkte en CO₂-emissie tellen veel zwaarder mee dan de bijdragen van de lager-dan-gemiddelde snelheid. Voor reistijd geldt het omgekeerde: daar telt de bijdrage van de lager-dan-gemiddelde snelheid zwaarder mee dan de bijdrage van de hoger-dan-gemiddelde snelheid. Wanneer de *gemiddelde* snelheid verandert, weten we niet hoe de afzonderlijke snelheden die dat gemiddelde gezamenlijk voortbrengen, zijn veranderd. De spreiding van de snelheden rond de gemiddelde snelheid kan immers zijn veranderd.

5. Conclusie

In deze notitie beschrijven we het relatieve effect van een andere constante snelheid van gemiddelde auto's op snelwegen vergeleken met een referentiesnelheid van 100km/h. We hebben het effect onderzocht voor de volgende beleidsparameters:

- de reistijd
- de verkeersveiligheid
- de CO₂-emissie
- de geluidssterkte.

We hanteren de volgende uitgangspunten:

1. De berekening is een "gestyleerde" berekening, waarbij de werkelijkheid sterk is vereenvoudigd:
2. We gaan uit van een gemiddelde auto (of een voorbeeldauto), gemiddelde omstandigheden, gemiddelde verkeersveiligheidskenmerken en omgevingskenmerken.
3. We gaan uit van een constante, feitelijke snelheid, en dus niet van een snelheidslimiet of de rijpraktijk met file-rijden, remmen en optrekken.
4. Voor verkeersveiligheid, CO₂-emissies en geluidssterkte hanteren we de volgende vereenvoudigingen:
 - Als maat voor de verkeersveiligheid hanteren we het gemiddelde risico op een ongeval met een verkeersdode.
 - Voor de CO₂-emissie gaan we uit van een emissie van een benzine-auto (een Ford Fiësta) tijdens het rijden. Elektrische auto's stoten geen CO₂ uit tijdens het rijden.
 - Voor het geluid gaan we uit van een lichte auto op een weg met dicht asfalt.

De resultaten wijzen uit dat de reistijd, zoals verwacht, afneemt met toenemende snelheid en dus gunstiger wordt, terwijl de andere drie beleidsparameters toenemen met de snelheid, en dus ongunstiger worden. Van deze drie neemt de geluidssterkte het minst heftig toe met toenemende snelheid, en het risico op een ongeval met een verkeersdode – verreweg – het meest.

Daarnaast is er nog iets bijzonders aan de hand met de relatie tussen snelheid en CO₂-emissies per afgelegde afstand: de CO₂-emissie vertoont een minimum bij 50-60 km/h. Bij hogere snelheid neemt de emissie toe door de steeds hogere luchtweerstand. Bij lagere snelheid dan 50-60 km/h zijn er verhoudingsgewijs veel emissies per afgelegde afstand door de wrijvingsverliezen in de motor: ook een stilstaande auto met draaiende motor stoot CO₂ uit. Dat is, *per afgelegde afstand*, natuurlijk erg inefficiënt. Benzineauto's verbruiken bij een lagere snelheid dan de genoemde 50-60 km/h meer brandstof per afgelegde afstand. Voor een elektrische auto geldt dat niet. Een elektrische auto stoot geen CO₂ uit tijdens het rijden, maar

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

daarnaast gaat de elektrische auto bij lagere snelheid efficiënter om met de elektrische energie omdat er geen sprake is van wrijvingsverliezen bij stationair draaien.

De resultaten kunnen worden gebruikt als de politieke of beleidsmatige discussie wordt gevoerd over de keuze van maximumsnelheden. Een rechttoe- rechtaan antwoord op de vraag welke snelheid nu ideaal is, geeft de notitie niet. Het antwoord op die vraag hangt namelijk af van de beleidsafweging, of de politieke afweging, tussen reistijd aan de ene kant, en verkeersonveiligheid, geluidshinder en CO₂-emissies (en andere effecten) aan de andere kant. Beleid dat verkeersveiligheid als grootste goed verkiest, zou overal lage snelheden kunnen nastreven. Onnodig te zeggen dat we dan voor verre reizen veel meer tijd nodig hebben. Een beleid dat grote waarde hecht aan het beperken van klimaatschade, zou kunnen streven naar snelheden die niet te veel boven de 50-60 km/h uitkomen. Geluidseffecten en verkeersveiligheidseffecten profiteren mee van een lagere snelheid, maar de reistijd neemt dat wel toe. Beleid dat aanstuurt op korte reistijden en hoge snelheden, moet, om de verkeersveiligheid, CO₂-emissies en geluidshinder te beperken extra veel investeren in passende maatregelen op die beleidsterreinen, of accepteren dat ze verslechteren.

Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de reistijd en negatieve effecten van autogebruik?

Colofon

Dit is een uitgave van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM),
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Juni 2024

Auteur:

Henk Stipdonk

Vormgeving en opmaak: IenW

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Bezuidenhoutseweg 20

2594 AV Den Haag

Postbus 20901

2500 EX Den Haag

Telefoon : 070 456 1965

Website : www.kimnet.nl

E-mail : info@kimnet.nl

Publicaties van het KiM zijn als PDF te downloaden van onze website www.kimnet.nl
of aan te vragen bij het KiM (via info@kimnet.nl). U kunt natuurlijk ook altijd
contact opnemen met één van onze medewerkers.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van
bronvermelding: Stipdonk, H. (2024), Hoe beïnvloedt de snelheid van auto's de
reistijd en negatieve effecten van autogebruik?. Kennisinstituut voor
Mobiliteitsbeleid (KiM), juni 2024.