

Veiligheidsaspecten van het concept 'Bypasses voor bereikbaarheid'

Ir. A. Dijkstra & drs. ing. T. Hummel

R-2004-6

Veiligheidsaspecten van het concept 'Bypasses voor bereikbaarheid'

Analyse van het concept van TNO Inro in het perspectief van Duurzaam
Veilig

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-2004-6
Titel: Veiligheidsaspecten van het concept 'Bypasses voor bereikbaarheid'
Ondertitel: Analyse van het concept van TNO Inro in het perspectief van Duurzaam Veilig
Auteur(s): Ir. A. Dijkstra & drs. ing. T. Hummel
Projectnummer SWOV: 69.338
Opdrachtgever: Vereniging Infrastructuur Aannemers in Nederland (VIANED)

Trefwoord(en): Safety, traffic, injury, fatality, accessibility, road network, region, motorway, main road, traffic flow, capacity (road, footway), evaluation (assessment), Netherlands.

Projectinhoud: De bereikbaarheid van de economische centra staat onder zware druk door een toenemend gebruik van het Nederlandse hoofdwegennet en een nagenoeg gelijkblijvende capaciteit. Het bereikbaarheidsconcept van TNO Inro geeft een oplossingsrichting die zou leiden tot een aanzienlijke verbetering van de doorstroming en een vermindering van het aantal verkeersslachtoffers. In deze studie beoordeelt de SWOV deze veiligheidseffecten en doet ze tevens een voorstel om het wegensysteem dat TNO Inro introduceert, te laten voldoen aan de eisen van een Duurzaam Veilig Wegverkeer.

Aantal pagina's: 28 + 5
Prijs: € 10,-
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 2004

Samenvatting

De doorstroming op het Nederlandse hoofdwegennet neemt geleidelijk af door een toenemend gebruik en een nagenoeg gelijkblijvende capaciteit. Daarmee komt de bereikbaarheid van de economische centra onder zware druk te staan. TNO Inro presenteerde eind 2000 een oplossingsrichting die inmiddels bekend staat onder de naam 'Bypasses voor bereikbaarheid'. Het voornaamste kenmerk van dit concept is de introductie van een aanvullend stelsel van 'onderliggende' hoofdwegen (OWN) dat een belangrijk deel van het regionale verkeer kan verwerken ter ontlasting van het bestaande hoofdwegennet (HWN). Toepassing ervan leidt volgens TNO Inro tot een aanzienlijke verbetering van de doorstroming en draagt tevens bij tot een vermindering van het aantal verkeersslachtoffers.

In opdracht van VIANED, de Vereniging Infrastructuur Aannemers in Nederland, is de SWOV in deze studie nagegaan of ze deze uitkomst wat betreft de veiligheidseffecten kan onderschrijven. Tevens doet de SWOV in dit rapport een voorstel om het wegensysteem dat TNO Inro introduceert, te laten voldoen aan de eisen van een Duurzaam Veilig Wegverkeer.

In een eerste uitwerking heeft TNO Inro twee varianten onderscheiden: een HWN met extra capaciteit door meer rijstroken (HWN+) en een OWN met meer capaciteit door meer rijstroken en soms ongelijkvloerse kruisingen (OWN+). Een vergelijking tussen deze beide TNO-Inro-varianten en de SWOV-variant (waarin het onderliggend wegennet duurzaam-veilig is vormgegeven) laat zien dat de optimalisatie voor veiligheid in de SWOV-variant is terug te vinden, maar dat die (daardoor) een relatief geringere verbetering geeft van de bereikbaarheid. De SWOV-variant heeft namelijk wel veilige ongelijkvloerse kruisingen maar een geringere capaciteit op wegvakken (een rijstrook per richting).

Omgekeerd geven de TNO Inro-varianten een grotere mate van bereikbaarheid maar een minder gunstig veiligheidsniveau. Dit komt vooral door de grotere wegvakcapaciteit (twee rijstroken per richting) gecombineerd met (onveiligere) gelijkvloerse kruispunten.

Een bereikbaarheidsconcept als door TNO Inro ontwikkeld, verdient aandacht en verdere uitwerking. Voor de verdere uitwerking is vanuit Duurzaam Veilig gezien meer aandacht nodig voor eisen omtrent de maaswijdte van de verschillende wegcategorieën (omvang van verblijfsgebieden, af te leggen afstanden op gebiedsontsluitingswegen ten opzichte van andere wegcategorieën). Ook is er voor gebiedsontsluitingswegen en regionale stroomwegen aandacht nodig voor DV-eisen omtrent het dwarsprofiel (aantal rijstroken per richting, rijstrookbreedte, wel of geen vluchtstrook) en omtrent kruispuntafstanden en aard van de kruispunten (wel of niet ongelijkvloers, wel of geen rotonde).

Het verdient aanbeveling een gecombineerd bereikbaarheids- en veiligheidsconcept uit te werken, dat tevens kosteneffectief is. Daarin moeten de uitgangspunten en hoofdprincipes van Duurzaam Veilig beter tot hun recht komen dan in het huidige bereikbaarheidsconcept van TNO Inro.

Summary

Road safety aspects of the 'Bypasses for accessibility' concept; Analysis of the TNO Inro concept in the perspective of Sustainably-Safe

The traffic flow along the motorways in the Netherlands is gradually getting less because of an increasing use and an almost constant capacity. The accessibility of the economic centres is thus coming under heavy pressure. In late 2000, TNO Inro presented a solution that, in the meantime, is known as "Bypasses for accessibility". The main feature of this concept is the introduction of an additional system of "underlying" main roads that can handle a large part of regional traffic thus relieving the existing motorway network. According to TNO Inro, their application results in a considerable improvement of the traffic flow and also contributes to a reduction in the number of traffic casualties.

The Netherlands Association of Infrastructure Contractors VIANED commissioned SWOV to investigate whether it supports this result about safety effects. At the same time in this report, SWOV proposes that the road network introduced by TNO Inro should meet the requirements of a Sustainably-Safe Road Traffic.

In a first elaboration, TNO Inro distinguished two alternatives: 1) a motorway network with extra capacity through more lanes and 2) an underlying main road network with greater capacity through more lanes and sometimes split level intersections. A comparison between both TNO Inro alternatives and the SWOV option (in which the underlying road network is designed as being sustainably-safe) shows that the safety optimization is encountered in the SWOV option, but that there is only a relatively slight resulting improvement in accessibility. Although the SWOV option has safe, split level intersections, it only has a limited capacity on road sections (one lane per direction). The opposite is true of the TNO Inro alternatives; they have a greater amount of accessibility but have a lower safety level. This is mainly because of the combination of larger capacity (two lanes per direction) and (less safe) intersections at grade.

An accessibility concept, as developed by TNO Inro, deserves attention and further elaboration. For the further elaboration, seen in the Sustainably-Safe perspective, more attention is necessary for the requirements concerning:

- a) the mesh of the various road categories (size of residential areas, distances traveled on distributor roads compared with other categories);
- b) the cross section of distributor roads and regional through-roads (number of lanes per direction, lane width, with or without emergency lane);
- c) intersection spacing; and d) the nature of the intersections (split level or at grade, with or without roundabouts) on distributor roads and regional through-roads.

We recommend working out a combined accessibility and safety concept that is, simultaneously, cost-effective. In this, the starting points and main principles of Sustainably-Safe must come out better than in TNO Inro's current accessibility concept.

Inhoud

1.	Inleiding	7
2.	Bereikbaarheidsconcept van TNO Inro afgezet tegen het concept Duurzaam Veilig	8
2.1.	Duurzaam Veilig en bereikbaarheid	8
2.2.	Maaswijdte in Duurzaam Veilig	8
2.3.	Andere DV-eisen voor wegennetten	9
2.4.	Passen de DV-eisen bij het bereikbaarheidsconcept van TNO Inro?	9
2.5.	Is bereikbaarheidsconcept ook bruikbaar voor Duurzaam Veilig?	10
3.	Veiligheidsaspecten van de bereikbaarheidsvarianten van TNO Inro	12
3.1.	Dwarsprofiel en snelheidslimiet	12
3.1.1.	HWN+-variant	12
3.1.2.	OWN+-variant	12
3.2.	Kruispunttypen	13
3.3.	Ontvlechting van verkeersstromen	13
4.	Ontwerp en uitwerking van een duurzaam-veilige variant	15
4.1.	Opbouw netwerk van regionale stroomwegen	15
4.2.	Ontwerpuitgangspunten van het regionale stroomwegennet	15
4.2.1.	Algemeen	15
4.2.2.	Dwarsprofiel	16
4.2.3.	Kruispunten	18
4.3.	Capaciteit van het regionale stroomwegennet	18
4.4.	Kosten van het regionale stroomwegennet	20
4.5.	Slachtofferrisico's van regionaal stroomwegennet en OWN+	21
5.	Vergelijking van SWOV- en TNO Inro-varianten	23
6.	Conclusies en aanbevelingen	25
	Literatuur	26
Bijlage 1	Effecten van infrastructurele maatregelen per wegcategorie	29
Bijlage 2	Berekeningen	33

1. Inleiding

De doorstroming op het Nederlandse hoofdwegennet neemt geleidelijk af door een toenemend gebruik en een nagenoeg gelijkblijvende capaciteit. Daarmee komt de bereikbaarheid van de economische centra onder zware druk te staan. Tijdens de Infradag van de Vereniging Infrastructuur Aannemers in Nederland (VIANED) op 13 november 2000 presenteerde prof. ir. L.H. Immers (TNO Inro en Katholieke Universiteit Leuven) een oplossingsrichting die inmiddels bekend staat onder de naam 'Bypasses voor bereikbaarheid'.

Het concept van TNO Inro vloeit voort uit de constatering dat de beschikbare capaciteit van het landelijke hoofdwegennet wordt gereduceerd door een omvangrijk gebruik van dit hoofdwegennet door regionaal georiënteerd verkeer met veel korte verplaatsingsafstanden. Door de hoge aansluitdichtheid van het Nederlandse autosnelwegennet is dit netwerk steeds meer 'vervuild' geraakt door korteafstandsverkeer. Een mogelijkheid om de congestieproblemen het hoofd te bieden is om het landelijke en regionaal georiënteerde verkeer te ontvlechten. (Eenvoudigweg het aantal aansluitingen op het autosnelwegennet reduceren zou een onevenredig grote belasting van het gebiedsontsluitende wegennet veroorzaken, met capaciteits- en verkeersveiligheidsproblemen als gevolg.)

Voor het regionale stroomverkeer is in de studie van TNO Inro gezocht naar een passend alternatief, waarmee congestieproblemen voor zowel het landelijke als het regionale stroomverkeer kunnen worden beperkt. Dit alternatief bestaat grofweg uit een aanvullend stelsel van 'onderliggende' hoofdwegen dat een belangrijk deel van het regionale verkeer kan verwerken ter ontlasting van het bestaande hoofdwegennet. Inmiddels is dit concept verder uitgewerkt in een rapport van TNO Inro (Immers et al., 2001). De hoofdconclusie eruit is dat een aanzienlijke verbetering van de doorstroming zal plaatsvinden. Het rapport concludeert ook dat deze 'bypasses' tot minder verkeersslachtoffers zullen leiden.

In opdracht van VIANED is de SWOV nagegaan of ze de uitkomst van TNO Inro over de veiligheidseffecten kan onderschrijven. Tevens doet de SWOV in dit rapport een voorstel om het wegenstelsel dat TNO Inro introduceert, te laten voldoen aan de eisen van een Duurzaam Veilig Wegverkeer. De verschillende varianten van TNO Inro en de SWOV zijn in dit rapport vervolgens met elkaar vergeleken wat betreft hun effecten op de verkeersveiligheid (bepaald door de SWOV) en de doorstroming (bepaald door TNO Inro).

2. Bereikbaarheidsconcept van TNO Inro afgezet tegen het concept Duurzaam Veilig

Dit hoofdstuk geeft eerst een kort overzicht van de eisen en kenmerken van het concept Duurzaam Veilig Wegverkeer (kortweg Duurzaam Veilig of DV), die direct of indirect een relatie hebben met bereikbaarheid. Vervolgens wordt nagegaan of deze eisen van Duurzaam Veilig passen in het bereikbaarheidsconcept van TNO Inro. Omgekeerd wordt ten slotte beschouwd of de aanpak in het bereikbaarheidsconcept mogelijk ingepast zou kunnen worden in Duurzaam Veilig.

2.1. Duurzaam Veilig en bereikbaarheid

In Duurzaam Veilig is categorisering het 'leitmotiv': een wegverbinding functioneert naar behoren als functie, vorm en gebruik ervan op elkaar zijn afgestemd (CROW, 1997). In een duurzaam-veilig verkeerssysteem zijn de stroom- en erftoegangsfunctie strikt gescheiden. Voor elke functie bestaat een aparte wegcategorie: stroomwegen en erftoegangswegen. De wegen die beide categorieën verbinden zijn de gebiedsontsluitingswegen (GOW). Een GOW mag niet alleen maar de stroomfunctie bieden, hij moet ook uitwisseling tussen de andere categorieën faciliteren. De scheiding van de stroom- en uitwisselingsfunctie binnen deze categorie zou via de vormgeving tot stand moeten komen, met name door stromen alleen op wegvakken, en uitwisseling alleen op kruispunten (fysiek) mogelijk te maken. Elke wegcategorie heeft een kenmerkende snelheidslimiet. Voor wegen buiten de bebouwde kom zijn die limieten 60, 80 en 100/120 km/uur voor respectievelijk erftoegangswegen, gebiedsontsluitingswegen en stroomwegen (CROW, 1997).

2.2. Maaswijdte in Duurzaam Veilig

Een belangrijk kenmerk van een wegennet vormen de afstanden tussen de wegen en tussen de wegcategorieën onderling, ook wel de maaswijdte genoemd. De maaswijdte is gewoonlijk een gevolg van de vervoersvraag in een gebied: veel vraag leidt tot een kleine maaswijdte. Wat zegt Duurzaam Veilig over de maaswijdten van een wegennet? Aanvankelijk was in Duurzaam Veilig een criterium opgenomen dat de maaswijdte van de verschillende wegcategorieën bepaalde: het ritduurcriterium (Van Minnen & Slop, 1994). Dit criterium was gekozen om de tijdsduur te begrenzen die nodig is om een 'hogere' wegcategorie te bereiken. Voor het ritduurcriterium zijn nog geen onderbouwde waarden gevonden, daarom is in de richtlijnen voor categorisering (CROW, 1997) vooralsnog geen ritduurcriterium opgenomen. Er is dus nog geen kwantitatief criterium dat houvast biedt voor de maaswijdte van de drie wegcategorieën. Wel is de kwalitatieve eis gesteld dat verblijfsgebieden (een verzameling aaneengesloten erftoegangswegen binnen of buiten de bebouwde kom) zo groot mogelijk moeten zijn. Dat beïnvloedt in sterke mate de maaswijdte van de gebiedsontsluitingswegen. In de praktijk is er een grote variatie in de omvang van de verblijfsgebieden (Van Minnen, 1999).

2.3. **Andere DV-eisen voor wegennetten**

Om tot een DV-wegcategorisering te komen heeft het CROW (1997) een systematiek voorgeschreven die uitgaat van de voorwaarden die de verschillende soorten verkeersdeelnemers aan 'hun' netwerk stellen. Bij deze zogeheten wensbeelden dienen de volgende aspecten aan bod te komen:

- wensbeeld voetgangers: loopafstanden en oversteekplaatsen;
- wensbeeld fietsers: fietsafstanden, oversteekplaatsen en maaswijdte;
- wensbeeld verkeersdeelnemers met langzame motorvoertuigen: omrijafstanden;
- wensbeeld openbaar-vervoerbedrijven: openbaar-vervoerbanen, halteafstanden en -locatie;
- wensbeeld gemotoriseerde verkeersdeelnemers: aantal naar plaats en tijd, reisafstanden en het aandeel vrachtverkeer.

Ook is een afstemming met de wensen van andere beleidsterreinen noodzakelijk. Ten slotte resulteert een wegennet met een DV-categorisering.

Nadat de wensbeelden zijn opgesteld, gaat de ontwerper aan de slag met de overige DV-eisen. Een belangrijke netwerkeis in de CROW-systematiek is dat verblijfsgebieden zo groot mogelijk moeten zijn. Ook is een belangrijke DV-eis dat de kortste en veiligste route moeten samenvallen. In de CROW-systematiek is voor deze eis geen criterium vastgelegd. Met name het criterium voor 'veilig' blijft hier voorlopig nog oningevuld. Deze eis mag er niet toe leiden dat verkeer dwars door verblijfsgebieden (met gewoonlijk zeer veilige straten of wegen) gaat rijden. Dit leidt tot een aanvullende eis dat een route zo moet zijn opgebouwd dat alleen het begin en einde over erftoegangswegen voert, en het overige (grootste) deel over stroomwegen en, als die niet of onvoldoende aanwezig zijn, over gebiedsontsluitingswegen. Om een dergelijke routekeuze inderdaad te bewerkstelligen, zou de zogenoemde weerstand (reistijd) van een route dwars door verblijfsgebieden groter moeten zijn dan van een route via stroomwegen en/of gebiedsontsluitingswegen. Om het DV-netwerk goed te laten functioneren is het noodzakelijk dat verkeer op stroomwegen daadwerkelijk kan stromen. Anders zal de weerstand van een route door verblijfsgebieden al gauw opwegen tegen de weerstand van een route over stroomwegen. Een aanvullende netwerkeis is nog dat in het DV-wegennet stroomwegen nooit direct aansluiten op erftoegangswegen¹⁾.

De CROW-systematiek is gepubliceerd vlak voor de aanvang van het Startprogramma Duurzaam Veilig (1997-2002). Binnen dat uitvoeringsprogramma hebben alle wegbeheerders, gecoördineerd door de provincies, hun wegennetten gecategoriseerd.

2.4. **Passen de DV-eisen bij het bereikbaarheidsconcept van TNO Inro?**

Het bereikbaarheidsconcept 'Bypasses voor bereikbaarheid' van TNO Inro (Immers et al., 2001) houdt kortweg in dat een ontvlechting plaatsvindt van het transportnetwerk door verschillende stelsels te onderscheiden. Elk stelsel is bestemd voor een specifiek soort verplaatsingen, bijvoorbeeld langeafstandsverkeer op een 'eigen' stelsel en regionaal verkeer op een

¹⁾ Parallelwegen behoren (meestal) niet tot dezelfde wegcategorie als de hoofdrijbaan; fietspaden behoren meestal wel tot de categorie van de hoofdrijbaan.

ander stelsel. Volgens deze opbouw is het hoofdwegennet (HWN) het stelsel voor de samenhang tussen de overige stelsels en voor de verbindingen tussen de economische centra. Het onderliggende wegennet (OWN) zou een volwaardig samenhangend stelsel moeten gaan vormen dat zoveel mogelijk om de (woon)kernen heen dient te liggen. In dit bereikbaarheidsconcept is het verder van belang dat de stelsels onderling goed verbindingen hebben.

De betekenis van dit bereikbaarheidsconcept voor de toepassing op concrete verkeersproblemen heeft TNO Inro vooralsnog alleen gedemonstreerd met een verkeersmodel van een regionaal wegennet (een model van het noordelijk deel van de Zuidvleugel van de Randstad). Dit model is toegepast op een deel van de verplaatsingen in dat wegennet, namelijk de verplaatsingen over langere afstand (binnen of tussen regio's). De eerste en laatste gedeelten van de verplaatsingen zijn niet meegerekend. In het gemodelleerde netwerk zijn geen wegen opgenomen die in verblijfsgebieden liggen. Daardoor kunnen in dit verkeersmodel in elk geval geen routes dwars door verblijfsgebieden zijn ontstaan. Maar er is geen zekerheid dat in werkelijkheid potentiële routes door verblijfsgebieden een langere reistijd, en dus grotere weerstand, zullen hebben. Het gemodelleerde netwerk is alleen voor (het wensbeeld) gemotoriseerd verkeer bestemd. Eventuele gevolgen voor andere (wensbeelden van) verkeersdeelnemers zijn niet nagegaan. Uit het gemodelleerde regionale netwerk van TNO Inro is niet duidelijk of deze uitsluitend uit stroomwegen bestaat of dat sommige wegen eigenlijk 'gewoon' gebiedsontsluitingsweg zijn. Voor het antwoord is een categorisering van het complete wegennet nodig, dus ook van alle overige wegen in het gemodelleerde gebied.

Ontvlechten is een centraal begrip in het bereikbaarheidsconcept van TNO Inro. Hiervoor worden de volgende argumenten aangevoerd:

- Het aanbod van de infrastructuur wordt zo beter afgestemd op de vervoersvraag.
- Er is een efficiënte bedrijfsvoering mogelijk door de exploitanten van de verschillende wegennetten;
- De kwaliteit van de doorstroming kan worden gegarandeerd door geringere verstoringen van het verkeer (want minder weggebruikers uit andere vervoerssegmenten, te weten de andere afstandsklassen).

De betrouwbaarheid van de bereikbaarheid neemt volgens TNO Inro toe door dit ontvlechtingsconcept. Ook voor een duurzaam-veilig netwerk is betrouwbaarheid van groot belang. Dit is een punt waarin beide concepten elkaar in elk geval vinden; verderop zal blijken of dit voor andere punten ook geldt.

2.5. Is bereikbaarheidsconcept ook bruikbaar voor Duurzaam Veilig?

Het bereikbaarheidsconcept in het algemeen, uitgedrukt in meer betrouwbaarheid door ontvlechting, lijkt goed bruikbaar voor Duurzaam Veilig als daardoor stromen (beter) mogelijk gaat worden op stroomwegen. In de uitwerking van het bereikbaarheidsconcept zijn er zes aspecten genoemd die voor dit concept van belang zijn (Immers & Egeter, 2002):

- aantal en omvang van de kernen die door het wegensstelsel worden verbonden;
- toegestane maximale snelheid;

- afstand tussen toegangspunten tot het stelsel;
- ontsluitingsruimte;
- toegestane omwegfactor;
- maaswijdte.

De aspecten maaswijdte en toegestane maximale snelheid (snelheidslimiet) zijn hiervoor ook expliciet genoemd bij de DV-eisen. Tussen beide concepten is nog afstemming nodig omtrent de hoogte van de snelheidslimieten en de systematiek in de toekenning van snelheidslimieten aan de verschillende wegcategorieën. Ook is afstemming nodig omtrent de gewenste maaswijdten voor veiligheid en bereikbaarheid.

Het aspect omwegfactor speelt in Duurzaam Veilig een rol bij de weerstand die moet verhinderen dat verkeer door verblijfsgebieden rijdt. Deze weerstand bestaat uit de combinatie van de (toegestane) snelheden op de verschillende wegcategorieën en de afgelegde afstanden daarover. Door een te grote omwegfactor zou het kunnen gebeuren dat de reistijd door een verblijfsgebied korter is dan die over de (voor de veiligheid) wenselijke route (omweg). De keuze van omwegfactoren zou mede gebaseerd moeten worden op het vermijden van routes door verblijfsgebieden. Ook kan de omwegfactor een rol spelen bij de (ongewenste) routekeuze over gebieds-ontsluitingswegen in plaats van over stroomwegen als de maaswijdte van de stroomwegen in een gebied relatief groot is.

De aspecten van kernen, toegangspunten en ontsluitingsruimte zijn minder nadrukkelijk in het Duurzaam Veilig aanwezig. Deze aspecten kunnen van belang zijn voor het DV-concept als ze nadrukkelijker een koppeling krijgen met DV-wegcategorisering en de ontsluiting van (verblijfs)gebieden. Het is goed mogelijk om de verbindingen tussen de verschillende soorten kernen (variërend in omvang) onderdeel uit te laten maken van de systematiek van DV-wegcategorisering (Dijkstra, 2003). Ook kan de keuze van toegangspunten nadrukkelijker in relatie staan tot de gewenste DV-routekeuze. De ontsluitingsruimte ten slotte, is gerelateerd aan de omvang van verblijfsgebieden, en behoeft een koppeling met omwegfactor, weerstand van routes en weg-categorisering.

De conclusie is dat in potentie alle aspecten van het bereikbaarheidsconcept aan kunnen sluiten bij de eisen en criteria van het DV-concept. Een goede afstemming bij de verdere invulling van de diverse aspecten is hierbij echter wel noodzakelijk.

3. Veiligheidsaspecten van de bereikbaarheidsvarianten van TNO Inro

TNO Inro heeft in een eerste uitwerking twee bereikbaarheidsvarianten onderscheiden: het onderliggend wegennet met meer capaciteit (OWN+) en - ter vergelijking - het stelsel van hoofdwegen met een uitgebreide capaciteit (HWN+). Dit hoofdstuk behandelt kwalitatief een aantal veiligheidsaspecten van deze twee varianten. De kwantitatieve veiligheidseffecten van de verschillende varianten worden in *Hoofdstuk 4* behandeld.

3.1. Dwarsprofiel en snelheidslimiet

3.1.1. HWN+-variant

In het 'opgevaardeerde hoofdwegennet', de HWN+-variant, kiest TNO Inro voor een verbreding van de bestaande autosnelwegen; beide rijbanen krijgen een extra rijstrook. Omdat de meeste autosnelwegen in de Randstad al drie of meer rijstroken per rijbaan hebben, zal de voorgestelde verbreding leiden tot rijbanen van ten minste vier rijstroken. Het ongevalrisico op deze zeer brede rijbanen is hoger dan op rijbanen van ten hoogste drie rijstroken (Commandeur et al., 2002). En dan is er sprake van rijstroken van de normale breedte bij de gebruikelijke snelheidslimieten (100 of 120 km/uur). Maar in de plannen voor het Bereikbaarheidsoffensief Randstad (BOR) (Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2000) is een capaciteitsuitbreiding voorzien door in sommige perioden van de dag alle rijstroken te versmallen, daardoor ruimte te creëren voor een extra rijstrook, bij gelijktijdige verlaging van de snelheidslimiet naar 90 km/uur. In de nabije toekomst zal blijken hoe het ongevalrisico op deze BOR-wegvakken uitpakt, maar lagere risico's dan op de huidige autosnelwegen lijken onwaarschijnlijk (negatief: meer verkeer, meer rijstrookwisselingen; positief: geringere snelheidsverschillen).

3.1.2. OWN+-variant

In de OWN+-variant kiest TNO Inro voor een dwarsprofiel met gescheiden rijbanen en twee rijstroken per rijbaan. De rijstroken zijn afgestemd op een snelheidslimiet van 70 km/uur, dus zijn ze smaller dan bij de gebruikelijke (hogere) limieten. De limiet van 70 km/uur is gekozen om de weerstand van het OWN+ zo groot te maken dat voor langere reisafstanden het hoofdwegennet het geschiktste alternatief blijft.

Een snelheidslimiet buiten de bebouwde kom van 70 km/uur lijkt erg laag op een doorgaande weg met een (in totaal) ruim dwarsprofiel; de allure van dit type weg leidt tot hogere snelheden dan 70 km/uur. De vraag is of weggebruikers zich vrijwillig aan deze limiet zullen houden zonder aanvullende maatregelen (diverse varianten van handhaving). En als men toch sneller rijdt dan 70 km/uur, welke conflicten gaan dan optreden ten gevolge van de smalle rijstroken? De conclusie van de SWOV is dat het voorgestelde wegtype onvoldoende rekening houdt met wat in Duurzaam Veilig heet: de mens is de maat der dingen. Redenerend vanuit die mens dient een dwarsprofiel voldoende ruimte te bieden om noodzakelijke koerscorrecties uit te kunnen voeren binnen de eigen rijstrook. Deze ruimte dient echter niet

te groot te zijn omdat anders de bestuurder een te hoge rijnsnelheid zal aanhouden (CROW, 2002b). Om deze reden is in Duurzaam Veilig het dwarsprofiel van twee rijbanen met 'één en slechts één' rijstrook per rijbaan ontwikkeld: de 'regionale stroomweg', ook wel genoemd 'stroomweg type II'. Dat wegtype beperkt het rijgedrag door de voertuigen in een gelijkmatige stroom voort te laten bewegen, met het langzaamste voertuigtype (vrachtauto) als mobiele snelheidsremmer.

3.2. Kruispuntypen

In de OWN+-variant is gekozen voor twee kruispuntypen: het Haarlemmermeer kruispunt en de rotonde. Op zich zijn deze kruispuntypen uit veiligheidsoogpunt geschikt (over de capaciteit ervan zijn elders in dit rapport opmerkingen gemaakt).

Volgens de 'ontwerprichtlijnen' van Duurzaam Veilig (CROW, 2002a) dient een Haarlemmermeer kruispunt te worden aangevuld met twee rotondes op de kruisende weg (de 'bril-oplossing'). Deze aanvulling voorkomt veel ongevallen op de kruispunten tussen op- en afritten en de kruisende weg. De voorgestelde rotonde op een 2*2-weg zal uit capaciteitsoogpunt waarschijnlijk een vormgeving krijgen als turborotonde. Tweestrooksrotondes en turborotondes evenaren de grote veiligheid van enkelstrooksrotondes niet, maar zijn nog steeds veiliger dan klassieke viertakskruispunten.

Gelijkvloerse kruispuntypen passen volgens Duurzaam Veilig niet in stroomwegen. Als echter de OWN+-variant als (opgepepte) gebiedsontsluitingsweg wordt beschouwd, dan zijn ongelijkvloerse kruispunten minder op hun plaats. Uit een oogpunt van Duurzaam Veilig is het niet gewenst om zowel gelijk- als ongelijkvloerse kruispunten binnen hetzelfde wegtype op te nemen.

3.3. Ontvlechting van verkeersstromen

De varianten van TNO Inro gaan ervan uit dat er in principe gekozen moet worden voor ontvlechting binnen het hoofdwegennet of juist voor scheiding van een hoofdwegennet en een onderliggend wegennet voor verkeersstromen.

Ontvlechting op het hoofdwegennet zelf lijkt de meest voor de hand liggende oplossing. Een uitvoering van een autosnelweg met aparte banen voor het landelijke verkeer (lage aansluitdichtheid) en voor het regionale verkeer (hogere aansluitdichtheid) lijkt een optimale oplossing voor de ontvlechting van verkeerssoorten en voor de reductie van de congestie. Voor het faciliteren van verkeer met een stroomfunctie dient in een duurzaam-veilige categorisering in eerste instantie immers te worden gekeken naar autosnelwegen. Een dergelijke constructie met een ontvlechting van het regionale en landelijke verkeer wordt reeds geruime tijd toegepast op de autosnelwegenring rond Rotterdam (A16) en lijkt hier goed te functioneren. De HWN+-variant van TNO Inro lijkt echter niet op een dergelijke ontvlechting op het hoofdwegennet. De opwaardering blijft beperkt tot de toevoeging van één rijstrook. Er worden derhalve geen aparte rijbanen met afwijkende aansluitdichtheden gerealiseerd. Er wordt capaciteit toegevoegd zonder de geconstateerde aanleiding tot het probleem, de menging van korte- en langeafstandsverkeer, weg te nemen.

Een werkelijke 'fysieke' ontvlechting van de verschillende verkeersstromen wordt wel bestudeerd in de variant OWN+ van TNO Inro. Het verkeer met een regionale stroomfunctie wordt hierbij afgewikkeld op het 'opgewaar-

deerde' onderliggende wegennet. In deze variant is gekozen voor een wegtype dat in de voorstellen voor een duurzaam-veilige categorisering van wegen niet goed past. Verkeer met een stroomfunctie wordt toegedeeld aan een wegtype dat hier qua vormgeving niet goed op aansluit. Om die reden wordt in het volgende hoofdstuk een duurzaam-veilige variant van het OWN+ uitgewerkt, bestaande uit de 'regionale stroomwegen'.

In § 4.5 van het volgende hoofdstuk zullen de veiligheidseffecten van de verschillende varianten kwantitatief worden behandeld.

4. Ontwerp en uitwerking van een duurzaam-veilige variant

Het gebruik van het onderliggende wegennet als bypass of opvangnet voor het stroomwegennet is niet opgenomen in de wegcatégorisering volgens het huidige concept Duurzaam Veilig. Binnen de categoriseringsplannen zullen de wegen die TNO Inro als 'OWN+' heeft aangemerkt derhalve ook veelal als gebiedsontsluitende weg zijn gecategoriseerd. In dat OWN+-wegennet is echter meer sprake van een stroomfunctie dan van een gebiedsontsluitende functie: het is bedoeld voor de afwikkeling van omvangrijker regionale verkeersstromen (Immers et al., 2001), een functie die niet goed past bij het gebiedsontsluitende wegennet. De functie van het OWN+-wegennet ligt ergens tussen de gebiedsontsluitende en stroomfunctie in.

In de praktische uitwerking van Duurzaam Veilig is echter ook al gebleken dat deze tussenfunctie voorkomt; denk aan de introductie (CROW, 2002a, b) van dubbelbaans gebiedsontsluitingswegen en de enkelbaans stroomwegen ('regionale stroomwegen'). In dit hoofdstuk wordt een bereikbaarheidsvariant ontworpen en uitgewerkt die binnen Duurzaam Veilig past. Naast de bereikbaarheid worden de kosten en de veiligheidsaspecten van deze 'SWOV-variant' beschouwd.

4.1. Opbouw netwerk van regionale stroomwegen

Binnen een duurzaam-veilige categorisering ligt voor het wegtype binnen het OWN+ een vormgeving als regionale stroomweg (ook genoemd 'stroomweg type II') meer voor de hand. In het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2002a) wordt de regionale stroomweg omschreven als "de verbinding tussen regio's en bijbehorende centra. De regionale stroomwegen vullen het net van nationale stroomwegen aan op relaties waar geen nationale stroomwegen nodig zijn om daar te zorgen voor een voldoende dicht stroomwegennetwerk". Hoewel het netwerk volgens het OWN+ een aanzienlijk kleinere maaswijdte heeft dan waaraan moet worden gedacht bij een regionaal stroomwegennetwerk, lijkt deze omschrijving goed aan te sluiten bij de functie van het OWN+ in de door TNO Inro uitgevoerde studie.

Indien het OWN+ als regionaal stroomwegennetwerk wordt uitgevoerd, lijkt een dergelijke oplossing zeer wel inpasbaar in een duurzaam-veilig verkeerssysteem.

4.2. Ontwerputgangspunten van het regionale stroomwegennet

4.2.1. Algemeen

Voor het ontwerp van het regionale stroomwegennet worden de volgende uitgangspunten gehanteerd (CROW, 2002a):

- maximumsnelheid 100 km/uur;
- ontwerpsnelheid 90 km/uur;
- trajectnelheid 80 km/uur;
- congestiekans maximaal 5%;
- dwarsprofiel in principe 2*1 rijstrook;
- scheiding van rijrichtingen (niet-overschrijdbare rijbaanscheiding);
- volledige markering in lengterichting;
- obstakelvrije berm;

- geen erfaansluitingen;
- geen gelijkvloerse oversteken;
- geen fietsers, bromfietzers of langzaam gemotoriseerd verkeer;
- geen snelheidsbeperkende maatregelen.

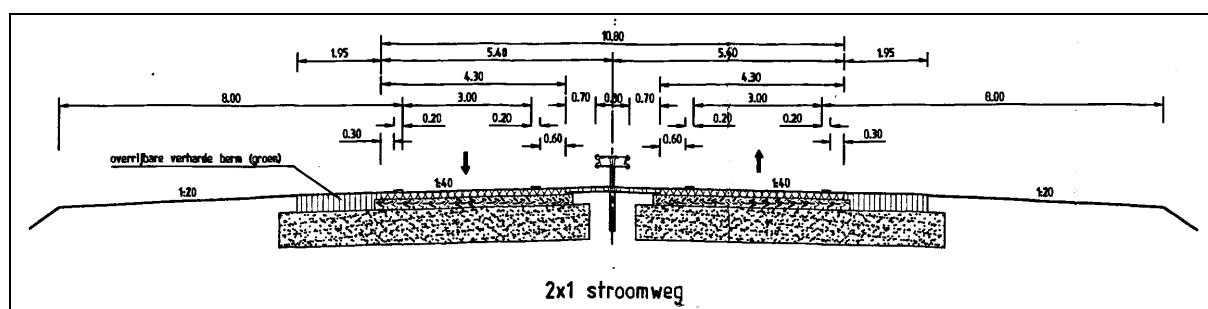
Voor het behalen van de trajectnelheid is in het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2002a) uitgegaan van een minimum kruispuntsafstand van twee kilometer. Omdat in de opbouw van het OWN+ is uitgegaan van een kruispuntsafstand van één kruispunt (aansluiting) per twee kilometer, is hiervan ook in de opbouw van de SWOV-variant uitgegaan. Opgemerkt dient te worden dat een hogere aansluitdichtheid om redenen van capaciteit, verkeersveiligheid en reistijd niet wenselijk is.

4.2.2. Dwarsprofiel

Het dwarsprofiel van een regionale stroomweg bestaat uit twee rijbanen, met één rijstrook per baan; zie *Afbeeldingen 4.1* en *4.2* (CROW, 2002a, en DHV, 1997).

Het optimale profiel is weergegeven in onderstaande schets. Hierbij is uitgegaan van een middenberm met geleiderail, met een breedte van 3,80 m (van kantstreep tot kantstreep). Incidenteel kunnen inhaalstroken worden aangelegd. De overrijdbare verharde berm kan worden uitgevoerd in grastegels.

Het benodigde ruimteprofiel kan worden gereduceerd door een smallere middenberm te kiezen (uitvoering met geleidebarrier, volgens alternatief C in *Afbeelding 4.3*).



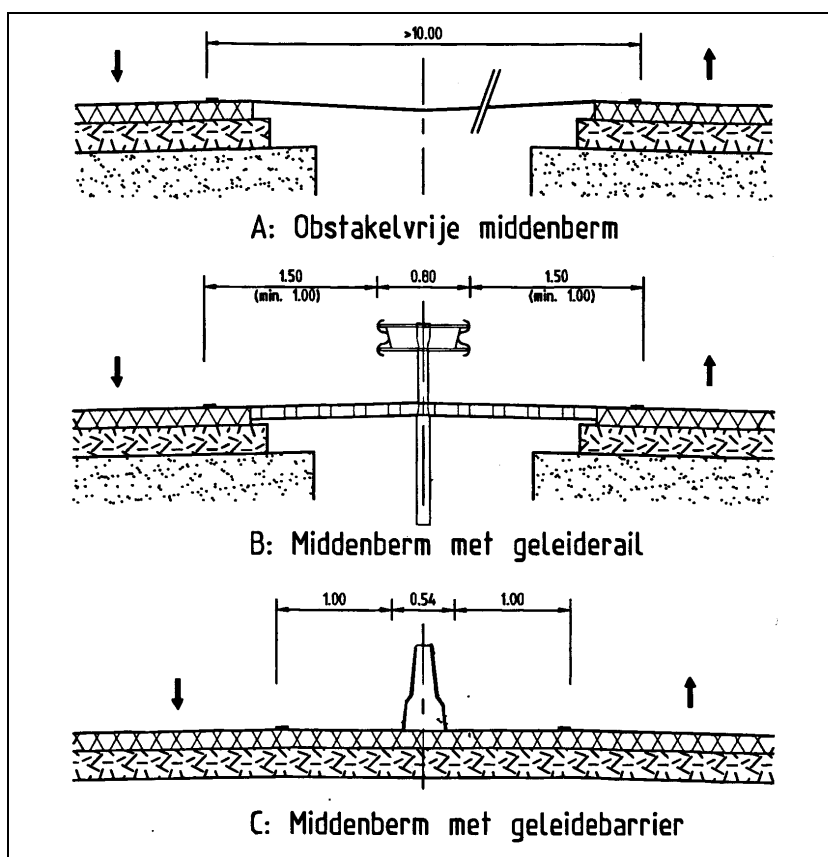
Afbeelding 4.1. Dwarsprofiel van een 2*1-stroomweg (DHV, 1997).

In het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2002a) wordt aangegeven dat het 2*1-profiel kan worden uitgebouwd tot een regionale stroomweg met een 2*2-profiel, indien met de capaciteit van 2*1-profiel niet meer kan worden volstaan.

In het gebruik van een regionaal stroomwegennet voor de ontvlechting van regionaal en landelijk stroomverkeer zou in dit geval echter een andere optie de voorkeur verdienen. Indien een ontvlechting middels een regionaal stroomwegennet (2*1 of 2*2) om capaciteitsredenen niet meer mogelijk is, dient in eerste instantie een ontvlechting op het autosnelwegennet zelf te worden overwogen. Dit betekent dat autosnelwegen met parallelle banen voor regionaal en voor landelijke verbindingen dienen te worden uitgevoerd. Duidelijk is dat aan deze variant aanzienlijke reconstructiekosten zijn verbonden, waardoor realisatie zeker niet op korte termijn tot de mogelijkheden zal behoren.



Afbeelding 4.2. Foto van een 2*1 stroomweg (CROW, 2002a).



Afbeelding 4.3. Enkele varianten van middenbermen (DHV, 1997).

4.2.3. *Kruispunten*

Kruispunten tussen nationale stroomwegen en regionale stroomwegen dienen volgens de richtlijnen te worden uitgevoerd als knooppunten. Kruispunten tussen regionale stroomwegen onderling kunnen worden uitgevoerd als T-knooppunten, volledige knooppunten en incomplete knooppunten. In alle gevallen geldt dat het uitwisselen van verkeer tussen twee regionale stroomwegen plaatsvindt door middel van convergeren en divergeren.

Voor een ontmoeting van een gebiedsontsluitingsweg met een regionale stroomweg moet een ongelijkvloerse aansluiting worden toegepast. De kruispunten van de toe- en afritten met de gebiedsontsluitende weg dienen gelijkvloers te worden vormgegeven als rotonde of als voorrangskruising met VRI (CROW, 2002a).

Indien bij de aansluiting gebruik wordt gemaakt van een Haarlemmermeer-aansluiting, moet worden gewaakt voor een te hoge snelheid bij het gelijkvloerse kruispunt van de afrit met de gebiedsontsluitende weg (gestrekte ligging van de afrit). Door toepassing van een rotonde kan een lage snelheid op het gelijkvloerse kruispunt fysiek worden afgedwongen (briloplossing).

4.3. **Capaciteit van het regionale stroomwegennet**

Voor de maximale capaciteit van een 2*1-strooks regionale stroomweg, kan onder ideale omstandigheden (exclusief de invloed van kruispunten) 1.800 personenauto-equivalenten (pae) per uur per rijstrook worden aangehouden.

Naar de kwaliteit van de verkeersafwikkeling op dubbelbaans autowegen met één rijstrook per baan is nog weinig onderzoek verricht. Een belangrijk aspect is dat er geen mogelijkheid tot inhalen is. Indien de voertuigstroom bestaat uit personenauto's die gezien de afstand tot hun voorganger zo snel mogelijk rijden, kan de weg op zijn capaciteit worden belast. Langzamer rijdende voertuigen zullen leiden tot een gedwongen verkeersafwikkeling voor het achteropkomende verkeer, waardoor de afgewikkelde intensiteit onder de capaciteit zal blijven liggen. De aanwezigheid van vrachtverkeer heeft daarom een relatief grote invloed op de capaciteit. Voor vrachtverkeer moet daarom op vlakke trajecten al een pae-factor van 2,0 worden aangehouden (CROW, 2001).

Voor een regionale stroomweg met een niet-homogene verkeersstroom op doorgaande wegvakken onder ideale omstandigheden, neemt het CROW (2002a) een capaciteitswaarde van 1500 pae/uur aan (nog steeds exclusief de invloed van aansluitingen). Ter hoogte van een toerit zal de capaciteitswaarde iets lager liggen.

In *Tabel 4.1* wordt de rijnsnelheid bij verschillende aanbodintensiteiten (en vice versa) onder ideale omstandigheden weergegeven voor regionale stroomwegen (CROW, 2002a).

Verkeersvraag in pae/uur per rijstrook	Snelheid in km/uur
0-300	>80
300-600	>80
600-900	>80
900-1200	70-80
1200-1500	60-70
1500-1800	50-60
>1800	<50

Tabel 4.1. *Intensiteit en snelheid op stroomweg type II onder ideale omstandigheden (CROW, 2002a).*

Bij een I/C-verhouding van 0,9 (een intensiteit van 90% van de capaciteit) is volgens het CROW (2002a) nog sprake van een acceptabele verkeersafwikkeling. Op een 2*1-strooks regionale stroomweg kan bij deze I/C-verhouding van een maximumintensiteit van ongeveer 1350 pae/uur per rijstrook (of rijrichting) worden uitgegaan.

Er is weinig bekend over het effect van aansluitingen op de capaciteit van een enkelstrooks rijbaan. Het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2002a) neemt aan dat de capaciteitsreductie *beperkt* zal zijn indien de invoeging goed is vormgegeven. Dit geldt zowel voor een invoeging aan de linkerzijde als voor een invoeging aan de rechterzijde.

Capaciteit van regionaal stroomwegennet vergeleken met capaciteit OWN+.

Voor de maximale capaciteit van een 2*2-strooks wegvak van een autosnelweg wordt uitgegaan 2000 tot 2350 pae/uur per rijstrook (CROW, 2002c). De maximaal toegestane snelheid op de OWN+-wegen zal 70 km/uur bedragen. Immers et al. (2001) nemen aan dat de rijstrookbreedte wordt afgestemd op deze snelheid. De capaciteit neemt daardoor af en volgens CROW (2002c) geldt daarvoor een factor 0,81. De maximale capaciteit voor OWN+-wegen bedraagt dan 1600-1900 pae/uur per rijstrook.

De capaciteit van wegvakken is op het OWN+ door het bredere dwarsprofiel aanzienlijk hoger dan op de 2*1-strooks regionale stroomweg (maximaal 3800 pae./uur per rijrichting op het OWN+ tegen 1500 pae/uur per rijrichting op regionale stroomwegen). In tegenstelling tot het regionale stroomwegennet heeft het OWN+-netwerk echter gelijkvloerse kruisingen, waardoor de daadwerkelijke capaciteit op het OWN+ aanzienlijk wordt beperkt. In de beschrijving van TNO Inro wordt aangegeven dat voor de gelijkvloerse kruisingen bij voorkeur gebruik wordt gemaakt van rotondes.

Op het regionale stroomwegennet worden kruisingen met gebiedsontsluitende wegen uitgevoerd als ongelijkvloerse aansluiting. Bij een goede uitvoering van de invoegstroken blijkt de capaciteit van de wegvakken slechts in beperkte mate te worden gereduceerd door deze ongelijkvloerse aansluitingen (CROW, 2002a). De totale capaciteit (inclusief de aanwezigheid van aansluitingen) zal iets minder zijn dan 1350 pae/uur per rijrichting.

De capaciteit van het OWN+ wordt bepaald door het kruispunt met de laagste capaciteit in de betreffende weg. Bij een uitvoering als rotonde is de

hoogst mogelijke intensiteit op de hoofdrichting circa 1700 pae/uur per rijrichting (Fortuijn & Harte, 1997). Hierbij is uitgegaan van een tweestrooks-rotonde, uitgevoerd als turborotonde, waarbij uitgegaan is van een maximale intensiteit van de zijstroom van 400 pae/uur per rijrichting.

Aangezien in het OWN+ gelijkvloerse kruisingen voorkomen (uitgevoerd als tweestrooksrotonde), zal de capaciteit van de OWN+-wegen als geheel (inclusief kruisingen) maximaal 1700 pae/uur per rijrichting bedragen (bij een acceptabele I/C-verhouding). Ten opzichte van de 2*1-strooks regionale stroomwegen is dit slechts een betrekkelijk klein verschil.

4.4. Kosten van het regionale stroomwegennet

De systematiek voor de berekening van de kosten om wegen om te bouwen tot een regionale stroomweg (2 rijbanen, 1 strook per baan) is gebaseerd op het rapport van Wesemann (2000). De hier vermelde gegevens over kosten per eenheid zijn geleverd door de Bouwdienst van Rijkswaterstaat. De opgegeven kosten zijn inclusief grondverwerving en engineering. Verder zijn de kosten weergegeven in guldens (voor vergelijkbaarheid met de door TNO Inro gehanteerde bedragen).

Eenheidsprijzen

Haarlemmermeeraansluiting:	15,0 miljoen gulden
Reconstructie wegvakken:	3,07 miljoen gulden per kilometer
Bermbeveiliging:	380 duizend gulden per kilometer

Totale kosten

Bij 1 aansluiting per 5 kilometer:	6,45 miljoen gulden per kilometer
Bij 1 aansluiting per 2 kilometer:	10,95 miljoen gulden per kilometer

Kosten van regionaal stroomwegennet vergeleken met kosten van OWN+

Vergeleken met bovenstaande bedragen zijn de door TNO Inro geraamde kosten van een opwaardering van het OWN en een verhoging van de capaciteit van het HWN te laag. Voor een zorgvuldige vergelijking van de verschillende varianten zullen de kosten van de varianten OWN+ en HWN+ moeten worden aangepast aan de hier geschatte kosten. Duidelijk is dat de kosten van het HWN+ aanmerkelijk hoger zullen zijn dan de kosten van het OWN+ en van de duurzaam-veilige SWOV-variant. Naast de realisatie van een extra rijstrook op autosnelwegen zal een omvangrijke aanpassing van kunstwerken moeten plaatsvinden. Per wegvak zal de realisering van een duurzaam-veilige regionale stroomweg (2*1) goedkoper zijn dan van het OWN+ (2*2). In de 2*1-stroomwegen zijn daarentegen alle aansluitingen ongelijkvloers uitgevoerd, terwijl in de OWN+-wegen ook gelijkvloerse aansluitingen worden gerealiseerd. Verwacht kan worden dat de kosten van de varianten OWN+ en Duurzaam Veilig niet veel van elkaar zullen verschillen.

De capaciteit van het OWN+ wordt sterk beperkt door de aanwezigheid van gelijkvloerse kruisingen. Indien de capaciteit van de 2*2-strooksuitvoering duidelijk groter zal moeten zijn dan in een uitvoering als 2*1-strooks regionale stroomweg, zullen alle kruisingen moeten worden uitgevoerd als ongelijkvloerse aansluitingen. Door deze capaciteitsvergroting zullen de aanlegkosten van het OWN+ aanzienlijk hoger zijn dan de aanlegkosten van het regionale stroomwegennet.

4.5. Slachtofferisico's van regionaal stroomwegennet en OWN+

Voor een kwantificering van effecten op de verkeersveiligheid wordt meestal gebruikgemaakt van risicomaten als verkeersdoden of ernstig gewonden per miljard motorvoertuigkilometers. Vanzelfsprekend zijn alleen van bestaande wegtypen risicomaten bekend uit ongevallen- en verkeersgegevens. Voor nieuwe of aangepaste wegtypen worden de risicomaten afgeleid uit aannames over de effecten van specifieke kenmerken van zo'n nieuw of aangepast wegtype. De slachtofferreducties als gevolg van deze specifieke kenmerken worden vervolgens doorberekend in de risicomaten van bestaande wegtypen. Op de huidige enkelbaans autowegen bijvoorbeeld, schat Schoon (2000) het effect van een duurzaam-veilige inrichting met onder andere een rijrichtingscheiding op 50% slachtofferreductie (zie *Bijlage 1*).

Tabel 4.2 geeft weer op welke manier bestaande wegtypen zijn gekoppeld aan nieuwe wegtypen van de verschillende bereikbaarheidsvarianten, om de 'nieuwe' risicomaat af te leiden. In *Bijlage 1* zijn de effecten van relevante maatregelen opgesomd. Met de slachtofferreducties uit deze bijlage en de bekende risicomaten van bestaande wegtypen zijn de nieuwe risicomaten berekend. In *Bijlage 2* is toegelicht hoe deze berekening is gedaan. De uitkomsten van de berekening van deze nieuwe risicomaten staan weergegeven in *Tabel 4.3*.

Variant	Bestaand wegtype	Aangepast wegtype
OWN ⁺ volgens TNO Inro	Weg met geslotenverklaring, 1*2, 80 km/uur, gelijkvloerse kruispunten	2*2, versmald, 70 km/uur, gelijkvloerse kruispunten en ongelijkvloerse kruisingen
RS volgens SWOV	Autoweg, 1*2, 100 km/uur, gelijkvloerse kruispunten en ongelijkvloerse kruisingen	Regionale stroomweg, 2*1, 100 km/uur, ongelijkvloerse kruisingen
HWN ⁺	Autosnelweg	Autosnelweg, extra strook

Tabel 4.2. Wegtypen en kenmerken die gebruikt zijn om de risicomaat van de aangepaste wegtypen af te leiden uit de risicomaat van een bestaand wegtype (RS = regionaal stroomwegennet).

Variant	Wegtype (afkorting)	Omschrijving	Doden (per miljard mvt. km)	Ziekenhuis- gewonden (per miljard mvt. km)
Bestaand wegtype				
HWN	asw	Autosnelweg	2,61	24,14
OWN	gow	Weg met geslotenverklaring, 1*2, 80 km/uur, gelijkvloerse kruispunten	10,11	124,25
OWN	aw	Autoweg, 1*2, 100 km/uur, gelijkvloerse kruispunten en ongelijkvloerse kruisingen	8,76	81,39
Aangepast wegtype				
HWN ⁺	asw ⁺	Autosnelweg, extra strook	2,74	25,34
OWN ⁺ volgens TNO Inro	Inro	2*2, versmald, 70 km/uur, gelijkvloerse kruispunten en ongelijkvloerse kruisingen	5,36	65,85
RS volgens SWOV	rSW- SWOV	Regionale stroomweg, 2*1, 100 km/uur, ongelijkvloerse kruisingen	4,76	44,20

Tabel 4.3. *Risicomaten voor de verschillende bestaande en aangepaste wegtypen.*

5. Vergelijking van SWOV- en TNO Inro-varianten

In de voorgaande hoofdstukken is het karakter van een duurzaam-veilige bereikbaarheidsvariant uiteengezet en zijn hiervan de veiligheidsaspecten, evenals die van de TNO Inro-varianten besproken. TNO Inro heeft, op dezelfde manier als eerder bij de HWN+- en OWN+-variant, de verschillende effecten van de SWOV-variant berekend. Dit betreft de effecten op reistijd, afgelegde weg, reissnelheid, energiegebruik alsmede verkeersdoden en -gewonden. Voor de berekening van de twee laatstgenoemde effecten zijn de risicocijfers uit *Tabel 4.3* gebruikt. Daarnaast heeft TNO Inro de veiligheidseffecten van zijn HWN+- en OWN+-variant herberekend met de risicocijfers uit *Tabel 4.3*. In *Tabel 5.1* zijn de uitkomsten van de berekeningen van TNO Inro weergegeven.

Variabelen	Varianten		
	HWN ⁺	OWN ⁺	RS
Voertuigminuten	-19	-20	-12
Voertuigkilometers	5	3	2
Reissnelheden	29	29	16
Aantal doden	5	-4	-10
Aantal gewonden	4	-2	-20
Energiegebruik	5	1	1

Tabel 5.1. Effecten van de verschillende varianten in procenten ten opzichte van de huidige situatie (TNO Inro berekende deze varianten met een evenwichtstoedeling).

De herberekening van het aantal doden en gewonden in de HWN+- en OWN+-variant geeft vooral bij de OWN+-variant een afwijkende uitkomst ten opzichte van die in het eerdere TNO-rapport (Immers et al., 2001). Met de nieuwe risicocijfers neemt het aantal doden in de OWN+-variant af met 4% (in plaats van met 10%) en het aantal gewonden met 2% (in plaats van met 7%). Hieruit volgt de conclusie dat aanvankelijk het veiligheidsniveau van beide varianten (HWN+ en OWN+) te gunstig was beoordeeld. De uitgevoerde correctie geeft evenwel nog steeds een afname van het aantal slachtoffers te zien voor de OWN+-variant, ondanks het gebruik van onveiligere wegcategorieën.

De berekeningen met de duurzaam-veilige SWOV-variant geven uitkomsten die voor de meeste aspecten afwijken van zowel de HWN+-variant als de OWN+-variant. Maar wat het aantal afgelegde voertuigkilometers betreft is de SWOV-variant gelijkwaardig aan de OWN+-variant (respectievelijk een toename van 2% en 3%). En het energiegebruik van de SWOV-variant is precies gelijk aan de OWN+-variant (1% toename).

De geconstateerde afwijkingen tussen SWOV-variant enerzijds en HWN+- en OWN+-variant anderzijds betreffen vooral de bereikbaarheidsaspecten reistijd (respectievelijk 12%, 19% en 20% afname in aantal voertuigminuten) en reissnelheid (toename van respectievelijk 16%, 29% en 29%). Andere beduidende afwijkingen betreffen het aantal doden (respectievelijk 10%

afname, 5% toename en 4% afname) en het aantal gewonden (respectievelijk 20% afname, 4% toename en 2% afname).

De conclusie uit deze vergelijking tussen de verschillende varianten is dat de optimalisatie voor veiligheid in de SWOV-variant is terug te vinden, maar dat die (daardoor) een geringere verbetering geeft in bereikbaarheid. Omgekeerd geven de TNO Inro-varianten een grotere mate van bereikbaarheid maar een minder gunstig veiligheidsniveau.

6. Conclusies en aanbevelingen

TNO Inro heeft een spraakmakend nieuw bereikbaarheidsconcept gelanceerd voor de Nederlandse weginfrastructuur. Het is van belang dit concept te plaatsen in het perspectief van de visie Duurzaam Veilig Wegverkeer. De vraag is dan waar beide concepten elkaar aanvullen en eventueel onderling strijdig zijn.

Ongehinderde doorstroming op zowel het hoofdwegennet als het onderliggende wegennet is een belangrijk doel van het bereikbaarheidsconcept. Voor een duurzaam-veilig verkeer is een goede doorstroming een voorwaarde om een functionele verdeling van het wegverkeer over het wegennet tot stand te brengen. In elk geval op dit punt stemmen beide concepten overeen.

Een vergelijking tussen een uitgewerkte duurzaam-veilige variant en de TNO-Inro-varianten laat zien dat de optimalisatie voor veiligheid in de duurzaam-veilige SWOV-variant is terug te vinden, maar dat die (daardoor) een relatief geringere verbetering geeft van de bereikbaarheid. De SWOV-variant heeft namelijk wel veilige ongelijkvloerse kruisingen maar een geringere capaciteit op wegvakken (een rijstrook per richting). Omgekeerd geven de TNO Inro-varianten een grotere mate van bereikbaarheid maar een minder gunstig veiligheidsniveau. Dit komt vooral door de grotere wegvakcapaciteit (breder dwarsprofiel) gecombineerd met (onveiligere) gelijkvloerse kruispunten.

Een bereikbaarheidsconcept als door TNO Inro is ontwikkeld verdient aandacht en verdere uitwerking. Voor de verdere uitwerking is vanuit DV gezien meer aandacht nodig voor eisen omtrent de maaswijdte van de verschillende wegcategorieën (omvang van verblijfsgebieden, af te leggen afstanden op gebiedsontsluitingswegen ten opzichte van andere wegcategorieën). Ook is er voor gebiedsontsluitingswegen en regionale stroomwegen aandacht nodig voor DV-eisen omtrent het dwarsprofiel (aantal rijstroken per richting, rijstrookbreedte, wel of geen vluchtstrook) en omtrent kruispuntafstanden en aard van de kruispunten (wel of niet ongelijkvloers, wel of geen rotonde).

Het verdient aanbeveling een gecombineerd bereikbaarheids- en veiligheidsconcept uit te werken, dat tevens kosteneffectief is. Daarin moeten de uitgangspunten en hoofdprincipes van Duurzaam Veilig beter tot hun recht komen dan in het huidige bereikbaarheidsconcept van TNO Inro.

Literatuur

Commandeur, J.J.F., Bijleveld, F.D., Braimaister, L.G. & Janssen, S.T.M.C. (2002). *De analyse van ongeval-, weg-, en verkeerskenmerken van de Nederlandse rijkswegen*. R-2002-19. SWOV, Leidschendam.

CROW (1997). *Handboek Categorisering wegen op duurzaam veilige basis; Deel I (Voorlopige) Functionele en operationele eisen*. Publicatie 116. Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechiek CROW, Ede.

CROW (2001). *Nomenclatuur van weg en verkeer*. Publicatie 156. Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur CROW, Ede.

CROW (2002a). *Handboek Wegontwerp; Stroomwegen*. Publicatie 164b. Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur CROW, Ede.

CROW (2002b). *Handboek Wegontwerp; Gebiedsontsluitingswegen*. Publicatie 164c. Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur CROW, Ede.

CROW (2002c). *Handboek Wegontwerp; Basiscriteria*. Publicatie 164a. Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur CROW, Ede.

DHV (1997). *Regionale stroomwegen; Verkenning duurzaam veilige inrichting*. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

Dijkstra, A. (2003). *Kwaliteitsaspecten van duurzaam-veilige weginfrastructuur; De betekenis van de verschillende soorten verkeersvoorzieningen voor een duurzaam-veilig verkeerssysteem*. R-2003-10. SWOV, Leidschendam.

Fortuijn, L.G.H. & Harte, V.F. (1997). *Meerstrooksrotondes: verkenning van nieuwe vormen*. In: Verkeerskundige Werkdagen 1997, Deel II, pp 289-315, CROW, Ede.

Immers, L.H.; Wilmlink, I.R. & Stada, J.E. (2001). *Bypasses voor bereikbaarheid*. Rapport Inro-VV/2001-28. TNO Inro, Delft.

Immers, Ben & Egeter, Bart (2002). *Stelselmatig naar een betere netwerkstructuur; OWN als redmiddel tegen verkeersinfarct*. In: Verkeerskunde, Nr, 2, pp. 18-25.

Minnen, J. van (1999). *Geschikte grootte van verblijfsgebieden*. R-99-25. SWOV, Leidschendam.

Minnen, J. van & Slop, M. (1994). *Concept-ontwerpeisen duurzaam-veilig wegennet*. R-94-11. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (2000). *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP; Deel 1: Effectiviteit van maatregelen*. Rapport D-2000-9 I. SWOV, Leidschendam.

Tweede Kamer der Staten-Generaal (2000). *Bereikbaarheidsoffensief Randstad; notitie kernpunten van het bereikbaarheidsoffensief Randstad*. Vergaderjaar 1999-2000, 27.165, Nr. 2. SDU Uitgevers, Den Haag.

Wesemann, P. (2000). *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP; Deel 2: Kosten en kosteneffectiviteit*. Rapport D-2000-9 II. SWOV, Leidschendam.

Bijlage 1

Effecten van infrastructurele maatregelen per wegcategorie

Deze bijlage bevat een lijst met infrastructurele maatregelen en de afzonderlijke effecten daarvan (Schoon, 2000).

Nr	Omschrijving maatregelen	Weg- lengte	Raming effectiviteit maatregel		Aantal slachtoffers		Uitvoering van de maatregel		Tot. reductie% Effect*omvang		Besparing slachtoffers (basisjr 1998)		Kosten-effect.		
			DV- Fase 2	DV- Overige maatreg.	Op- hg fac zhg	Probleem- omvang 1998	Periode tot 2010 DV	Totale periode DV	In 2010 als alle maatr. zijn uitgev.;	Per jaar als DV volledig is ingevoerd	Periode tot 2010 DV	Totale periode DV		In 2010 als alle maatr. zijn uitgev.;	Per jaar als DV volledig is ingevoerd
	Vetgedrukte nummering (of X) betekent dat de maatregel voorkomt in het concept-NVVP en/of de Beleidsagenda Rijk (26-04-2000). Cursief aangeduide nummering betekent dat de maatregel voorkomt in het basisdocument Duurzaam Veilig Fase 2 (02-05-2000). Vetgedrukte en cursieve nummeringen komen zowel in het concept-NVVP als in het basisdocument Duurzaam Veilig Fase 2 voor. Verder nog enkele 'SWOV-opties' die in het totaal niet zijn meegerekend.	Km's	%	%	Do- den	Zh- gew	Omvang (%)	Omvang (%)	%	%	Do- den	Zh- gew	Kosten Mif/ besp.sl.off.		
	INFRASTRUCTUUR														
	X Definitieve afspraken DV-fase 2 maatregelen in dl 3 NVVP														
	1 Binnen beb. kom: erfdoorgangswegen (30 km-gebieden)	48.000			186	4791	1,4								
	1a Effect van maatregelen Startprogramma t/m 2001		10	10	186	4791			10	10	19	479	19	479	
	1b Sober voltooien 30 km-gebieden (50% gerealiseerd na Startprogr.)		15	15	167	4312		50	8	13	323	13	323		
	1c DV voltooien van 30 km-gebieden (de volle 100%) na 2010			35	155	3989		100	35		54	1396			
	<i>Totaal (rekening gehouden met overlap)</i>				186	4791			17	46	31	802	85	2198	
	2 Binnen beb. kom: gebiedsontsluitingswegen (verk. anders)	8.500													
	<i>In detail : wegvakken</i>														
	2a Effect van maatregelen Startprogramma t/m 2001		10	10	79	1673	1,3		10	10	8	167	8	167	
	2b Aanleg fietspaden of par.-wegen; aanwezig: 70%;aanleg nog 30%		25	25	71	1506		10	3	8	2	38	5	113	
	2c Effect van afwezigheid geparkeerde voertuigen		20	20	69	1468		10	2	6	1	29	4	88	
	2d Overall effect van Duurzaam Veilig maatregelen		20	20	68	1439		30	6	18	4	86	12	259	
	<i>In detail : kruispunten</i>				105	2214	1,3								
	2e Effect van maatregelen Startprogramma t/m 2001		10	10	105	2214			10	10	11	221	11	221	
	2f Aanleg rotondes (35% van de resterende 50%)		75	75	95	1993		10	35	8	7	149	25	523	
	2g Aanleg van plateaus (15% van de resterende 50%)		20	20	87	1843		5	15	1	3	18	3	55	
	<i>Totaal (rekening gehouden met overlap)</i>				184	3887	1,3		18	37	34	710	68	1427	
	3 Buiten beb. kom: erfdoorgangswegen (+60 km-gebieden)	47.000													
	<i>In detail : wegvakken</i>														
	3a Effect van maatregelen Startprogramma t/m 2001		10	10	245	2399	1,3								
	3b Aanleg van fietsuggestiestroken (visuele versmalling; max. 60km/u)		10	10	245	2399			10	10	25	240	25	240	
	3c Markeringen in langrichting (1 baan, geen asmarkering)		?	?	221	2159		10	30	1	3	22	7	65	
	3d Effect van snelheidsreductie en minder doorgaand verkeer		20	20	218	2137		30	90	6	18	128	39	385	
	<i>In detail : kruispunten</i>				68	667	1,3								
	3e Effect van maatregelen Startprogramma t/m 2001		10	10	68	667			10	10	7	67	7	67	
	3f Aanleg van plateaus, punaises (snelheid max. 30 km/u)		35	35	61	600		10	30	4	11	2	21	6	63
	<i>Totaal (rekening gehouden met overlap)</i>				313	3065	1,3		16	27	49	477	84	819	
													0,19		

Nr	Omschrijving maatregelen	Weg- lengte	Raming effectiviteit maatregel		Aantal slachtoffers		Uitvoering van de maatregel		Tot. reductie% Effect*omvang		Besparing slachtoffers (basisjr. 1998)		Kosten-effect.		
			DV- Fase- 2	DV- %	Over- volle- maat- reg.	%	Op- hg fac zhg	Periode tot 2010 DV	Totale periode DV	In 2010 als alle maatr. zijn uitgev. ; op jaarbasis	Do- Zh- gew den	Do- Zh- gew den		Per jaar als DV volledig is ingevoerd	Jaarlijks gem. over periode tot 2010
	Vetgedrukte nummering (of X) betekent dat de maatregel voorkomt in het concept-NVVP en/of de Beleidsagenda Rijk (26-04-2000). Cursief aangeduide nummering betekent dat de maatregel voorkomt in het basisdocument Duurzaam Veilig Fase 2 (02-05-2000). Vetgedrukte en cursieve nummeringen komen zowel in het concept-NVVP als in het basisdocument Duurzaam Veilig Fase 2 voor. Verder nog enkele 'SWOV-opties' die in het totaal niet zijn meegerekend.	Km's	%	%	Do- den	Zh- gew	Omvang (%)	Omvang (%)	%	%	Do- den	Zh- gew den	Kosten Mif/ besp.sl.off.		
4	Buiten de bebouwde kom: gebiedsontsluitingswegen	7.300													
	<i>In detail : wegvakken</i>				111	1121	1,3								
4a	Aanleg parallelwegen in combinatie met opheffen erfaansluitingen		25	25	74	747		17	50	4	13	3	32	9	93
4b	Invoering moeilijk overrijdbare rijbaanscheiding (effect-% voorlopig)		10	10	71	715		30	100	3	10	2	21	7	72
4c	Oversteekplaatsen fietsers en voetgangers		5	5	65	652		30	100	2	5	1	10	3	33
4d	Overall-effect van meer homogene snelheden en snelheidsreductie		20	20	69	694		30	100	6	20	4	42	14	139
4e	Inrichting veilige berm: I. Semi-verharde zijbermstroken II. Veilige (obstakelvrije) berm		20	20	37	374		10	35	2	7	1	7	3	26
	<i>In detail : kruispunten</i>		55	55	37	374		10	35	6	19	2	21	7	72
					71	711	1,3								
4f	Effect van maatregelen Startprogramma t/m 2001		10	10	71	711				10	10	7	71	7	71
4g	Aanleg rotondes (plateaus) en reduceren aantal kruispunten		67	67	64	640		33	100	22	67	14	142	43	429
	Totaal (rekening gehouden met overlap)				182	1832	1,3			19	51	34	345	93	934
5	Buiten beb. kom: stroomwegen (2 banen, 1str/b)	2.600													
	<i>In detail : wegvakken</i>				40	254	1,1								
5a	Invoeren van DV-inrichting (harde rijbaanscheiding e.d.)		50	50	27	169		33	100	17	50	4	28	13	85
5b	Inrichten veilige berm: obstakelvrije zone of geleiderail		75	75	13	85		10	35	8	26	1	6	4	22
	<i>In detail : kruisingen</i>				29	178	1,1								
5d	Aanleg ongelijkvloerse kruisingen		50	50	29	178		33	100	17	50	5	29	15	89
	Totaal				69	432	1,1			15	45	10	64	31	196
6	Bui.beb.kom: stroomwegen (2 banen, 2str/b; huidige asw)	2.300			132	1266									
6a	Optie SWOV: Doelgroepstroken vrachtverkeer				?										
6b	Optie SWOV: Aparte op- en afritten voor vrachtverkeer naar industrieterreinen				?										
	Totaal				132	1266									
	Totaal infrastructuur (rekening gehouden met overlap)	115.700			1066	15240				15	34	158	2399	361	5575

Bijlage 2

Berekeningen

Variant	Wegtype	Omschrijving	Doden (per miljard mvt. km)	Ziekenhuis- gewonden (per miljard mvt. km)
Bestaand wegtype				
HWN	asw	Autosnelweg	Dasw = 2,61	ZHasw = 24,14
OWN	gow	Weg met geslotenverklaring, 1*2, 80 km/uur, gelijkvloerse kruispunten	Dgow = 10,11	ZHgow = 124,25
OWN	aw	Autoweg, 1*2, 100 km/uur, gelijkvloerse kruispunten en ongelijkvloerse kruisingen	Daw = 8,76	ZHaw = 81,39
Aangepast wegtype				
HWN ⁺	asw ⁺	Autosnelweg, extra strook	Dasw + 0,05 x Dasw = 2,74	ZHasw + 0,05 x ZHasw = 25,34
OWN ⁺ volgens TNO Inro	Inro	2*2, versmald, 70 km/uur, gelijkvloerse kruispunten en ongelijkvloerse kruisingen	Dgow - 0,47 x Dgow = 5,36	Zhgow - 0,47 x Zhgow = 65,85
RS volgens SWOV	rSW- SWOV	Regionale stroomweg, 2*1, 100 km/uur, ongelijkvloerse kruisingen	Daw - 0,46 x Daw = 4,76	Zhaw - 0,46 x ZHaw = 44,20

Tabel B. Berekening van de risicomaten voor de verschillende bestaande en aangepaste wegtypen.

Toelichting op Tabel B.

asw⁺

De verbrede autosnelweg is een variant op de reguliere autosnelweg met 2*2 rijstroken. Volgens Commandeur et al. (2002) is het risico van verbrede autosnelwegen ongeveer 5% hoger dan de reguliere autosnelweg.

Inro-type

Volgens Schoon (2000) bedraagt de totale slachtofferreductie 47%. Dit percentage is gebruikt het risico van reguliere wegen met geslotenverklaring te verlagen.

rSW-SWOV

Volgens Schoon (2000) is de afname van het aantal slachtoffers op regionale stroomwegen 46% ten opzichte van reguliere enkelbaans autowegen. Dit percentage is gebruikt om het risico van autowegen te verlagen.