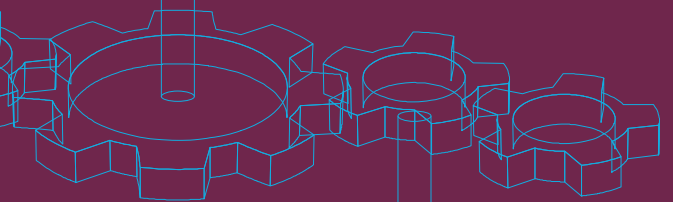
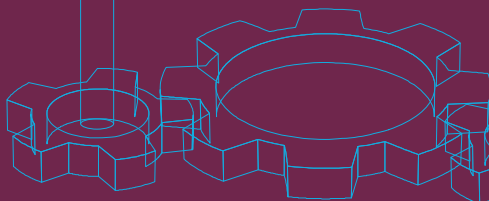
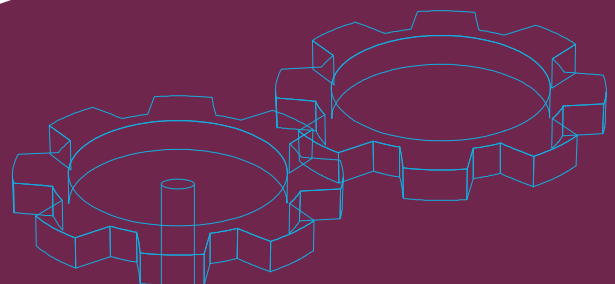
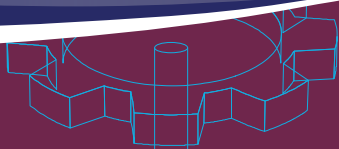


DV3 – Achtergronden en uitwerking van de verkeersveiligheidsvisie

De visie Duurzaam Veilig Wegverkeer voor de
periode 2018-2030 onderbouwd

R-2018-6B

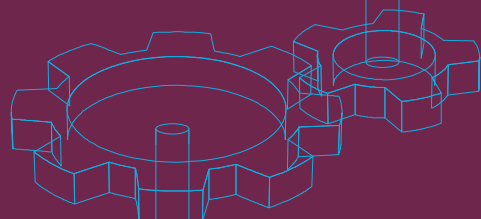
SWOV



D U U R Z A A M

V E I L I G

W E G V **3** R K E E R



Auteurs



dr. Letty Aarts



dr. ir. Atze Dijkstra

Ongevallen **voorkomen**
Letsel **beperken**
Levens **redden**

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2018-6B
Titel:	DV3 – Achtergronden en uitwerking van de verkeersveiligheidsvisie
Ondertitel:	De visie Duurzaam Veilig Wegverkeer voor de periode 2018-2030 onderbouwd
Auteur(s):	Dr. L.T. Aarts & dr. ir. A. Dijkstra
Projectleider:	Dr. L.T.Aarts
Projectnummer SWOV:	V17.03
Trefwoord(en):	Traffic; safety; sustainable safety; theory; policy; road user; behaviour mobility (pers); road network; layout; design (overall design); accident prevention; technology; development; Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	<p>Dit rapport is het tweede achtergrondrapport bij de verkeersveiligheidsvisie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030, kortweg DV3. Dit rapport geeft een uitgebreide onderbouwing en inhoudelijke uitwerking van deze visie aan de hand van vijf – deels vernieuwde en deels nieuwe – verkeersveiligheidsprincipes.</p> <p>Deze geactualiseerde visie Duurzaam Veilig staat in het kort beschreven in <u>DV3 – Visie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030; Principes voor ontwerp en organisatie van een slachtoffervrij verkeerssysteem.</u></p>
Aantal pagina's:	202
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2018

**De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is toegestaan met bronvermelding.**

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Beuzidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

 [@swov_nl](https://twitter.com/swov_nl) / [@swov](https://twitter.com/swov)  [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)

Samenvatting

Vijfentwintig jaar geleden werd Duurzaam Veilig geïntroduceerd: een gezamenlijke visie van overheden en verkeersveiligheidsprofessionals om de verkeersonveiligheid in Nederland aan te pakken. In 2005 volgde een eerste actualisatie van de visie voor de periode tot 2020, enkele jaren later gevolgd door een evaluatie van de implementatie en effectiviteit van Duurzaam Veilig tot dan toe.

Geactualiseerde visie: DV3

De implementatie van verschillende Duurzaam Veilig-maatregelen heeft in de afgelopen decennia bijgedragen aan een aanzienlijke reductie van het aantal verkeersslachtoffers. Desalniettemin vallen er jaarlijks nog steeds meer dan 600 verkeersdoden en er raken naar schatting jaarlijks meer dan 20.000 mensen ernstig gewond in het verkeer. Daarnaast zijn diverse maatschappelijke ontwikkelingen direct of indirect van invloed op ons verkeerssysteem. Daarom is het na 25 jaar – en 12,5 jaar na de eerste actualisatie – tijd om Duurzaam Veilig opnieuw kritisch tegen het licht te houden. Deze geactualiseerde visie noemen we ‘Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030’ – of kortweg: DV3.

De basis van DV3 is beschreven in twee achtergrondrapporten. Het eerste rapport (Deel 1) schetst de context voor DV3. Daarvoor zijn drie onderwerpen in kaart gebracht: de bestaande verkeers(veiligheids)situatie, de maatschappelijke trends die van invloed kunnen zijn op de verkeersveiligheid en de belangrijkste wensbeelden voor de toekomst. Het tweede rapport (Deel 2) geeft de onderbouwing en inhoudelijke uitwerking van DV3 zelf, met name aan de hand van vijf – deels vernieuwde en deels nieuwe – verkeersveiligheidsprincipes.

Deel 2:

Achtergronden en uitwerking van de verkeersveiligheidsvisie

Met de geactualiseerde visie Duurzaam Veilig Wegverkeer (DV3) kijken we vooruit naar de periode 2018-2030. Daarbij sluiten we aan bij verschillende nationale en internationale ontwikkelingen, zoals het in april 2017 door tientallen organisaties ondertekende *Manifest verkeersveiligheid* en de oproep van de OECD tot een systeemaanpak voor verkeersveiligheid. DV3 beoogt tevens een onderbouwd kader te bieden voor de verdere uitwerking van het nationale verkeersveiligheidsbeleid zoals dat in 2018 gestalte krijgt via het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030*.

Een gelaagde visie en vijf vernieuwde verkeersveiligheidsprincipes

De inhoudelijke onderbouwing van DV3 komt tot stand door uitwerking te geven aan de verschillende lagen die de visie rijk is:

1. de menselijke maat;
2. afstemming met het verkeerssysteem;
3. de verkeersveiligheidsprincipes;
4. de operationalisering van de principes;
5. verkeersveiligheidsmaatregelen.

De uitwerking van deze lagen (met name de eerste drie) leidt onder meer tot vijf vernieuwde verkeersveiligheidsprincipes van Duurzaam Veilig. Hieronder geven we daarvan een samenvattende beschrijving. De eerste drie borduren voort op de eerdere *ontwerpprincipes* van Duurzaam Veilig: functionaliteit van wegen, de (bio)mechanische principes homogeniteit en fysieke vergevingsgezindheid en de psychologische principes herkenbaarheid en statusonderkenning. De andere principes – verantwoordelijkheid en leren en innoveren – zijn nieuw en betreffen *organisatieprincipes* om een duurzaam veilig wegverkeer te realiseren, te onderhouden en te verbeteren. Elk principe biedt ruimte voor zowel maatwerk als faseringsoplossingen, vooral met het accent op kwetsbare verkeersdeelnemers (zoals fietsers en ouderen).

FUNCTIONALITEIT van wegen

De openbare ruimte bestaat uit verblijfsgebieden en verkeersruimte. De wegvakken en kruispunten in de verkeersruimte hebben idealiter maar één *verkeersfunctie* voor alle vervoerswijzen (monofunctionaliteit): stromen of uitwisselen/erftoegang bieden. Deze beide functies gaan niet veilig samen. De *gebiedsfunctie* ‘verblijven’ gaat alleen veilig samen met de *verkeersfunctie* ‘uitwisselen’.

De verkeersfunctie is de basis voor een veilige inrichting en een veilig gebruik van wegen. Het wegennet heeft idealiter een hiërarchische en doelmatige opbouw van de verkeersfuncties, en wordt gevormd door drie typen wegen: stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen.

(BIO)MECHANICA van de verkeersveiligheid

Verkeersstromen en vervoerswijzen zijn idealiter op elkaar afgestemd (compatibel) in snelheid, rijrichting, massa, afmetingen en mate van bescherming. Die compatibiliteit wordt ondersteund door de inrichting van de weg en de wegomgeving, het voertuig en zo nodig aanvullende beschermingsmiddelen. Dit houdt in dat bij een stroomfunctie incompatibele vervoerswijzen van elkaar worden gescheiden en obstakels worden verwijderd of afgeschermd. Bij een uitwisselfunctie wordt de snelheid van het verkeer veilig afgestemd op de meest kwetsbare groep verkeersdeelnemers.

Fietsers verdienen speciale aandacht door in het wegontwerp rekening te houden met hun specifieke kenmerken: een wegdek dat voldoende grip biedt en een weg en omgeving zonder obstakels en balans-verstorende elementen. Daarnaast kan ernstig letsel bij deze categorie voorkomen worden door adequate bescherming aan de berijder te bieden.

PSYCHOLOGICA van een veilig verkeerssysteem

Om fouten van verkeersdeelnemers te voorkomen, is de inrichting van het verkeerssysteem goed afgestemd op de competenties van met name oudere verkeersdeelnemers. Dit betekent dat informatie vanuit de weginrichting, wegomgeving, verkeersborden en regelgeving, en vanuit het voertuig voor hen waarneembaar, begrijpelijk, geloofwaardig, relevant en uitvoerbaar is voor ouderen en daarmee voor (vrijwel) alle verkeersdeelnemers. Daarnaast is het verkeerssysteem idealiter zo ingericht dat veilige gedragskeuzen zo min mogelijk afhankelijk zijn van individuele keuzen van verkeersdeelnemers of hun omgeving.

Verder zijn verkeersdeelnemers taakbekwaam en in staat om een veilige afweging te maken tussen hun eigen bekwaamheid en de eisen die de verkeerstaak stelt. Ook zijn zij in staat om hun (gedrags)keuzen op zowel strategisch als tactisch niveau af te stemmen op de eigen taakbekwaamheid en taakeisen. Om dit te bereiken, zijn verkeersdeelnemers adequaat geïnformeerd, opgeleid en getraind. Verkeersdeelnemers bij wie de taakbekwaamheid nog in ontwikkeling is – bijvoorbeeld kinderen en jongeren – of mensen die (tijdelijk) niet meer taakbekwaam zijn, nemen onder begeleiding van taakbekwame volwassenen of onder minder eisende condities aan het verkeer deel. Idealiter is veilig gedrag zo min mogelijk afhankelijk van de individuele keuzen van verkeersdeelnemers of van hun omgeving. Verkeersdeelnemers die (al

dan niet tijdelijk) niet meer taakbekwaam zijn, worden in hun gedragskeuzen ondersteund door technologische hulpmiddelen of uit het verkeer geweerd.

Effectief belegde VERANTWOORDELIJKHEID

Verantwoordelijkheden zijn zodanig belegd en institutioneel verankerd dat deze een maximaal verkeersveiligheidsresultaat garanderen voor alle verkeersdeelnemers. Volwassen verkeersdeelnemers houden zich in principe aan de regels en geven het goede voorbeeld aan kinderen en jongeren. Tegelijkertijd zorgt een vergevingsgezinde inrichting van het systeem ervoor dat ze niet met ernstig letsel worden afgestraft voor hun fouten en zwakheden.

In een duurzaam veilig verkeerssysteem is de centrale overheid systeemverantwoordelijke, en daarmee eindverantwoordelijk. De operationele verantwoordelijkheid ligt bij de vele organisaties die een rol (kunnen) vervullen in de realisatie en onderhoud van een duurzaam veilig verkeerssysteem. De overheid heeft deze rol vooral als wegbeheerder, wetgever, handhaver en voorlichter. Vanuit die rollen zorgt zij ervoor dat alle inspanningen gestoeld zijn op 'de menselijke maat'. De markt heeft bijvoorbeeld een rol via de voertuigindustrie, maar ook met andere producten die invloed kunnen hebben op de verkeersveiligheid. Werkgevers bieden idealiter veilige werkomstandigheden en dragen bij aan een veiligheidscultuur. Maatschappelijke organisaties fungeren als luis in de pels en prikkelen partijen om voldoende initiatieven te ontplooiën om de verkeersveiligheid van hun achterban te beschermen of te verbeteren.

LEREN en INNOVEREN van het verkeerssysteem

Verbetering (= innovatie) van het verkeerssysteem wordt gebaseerd op kennis over de prevalentie van risico's en op dat wat er te leren valt uit onderzoek van veiligheidsindicatoren. Onderzoekers brengen ongevalsmechanismen in kaart door middel van diepteonderzoek van ten minste alle dodelijke verkeersongevallen en door een koppeling van gegevensbronnen. Beleidsmakers en wetenschappers definiëren, onderzoeken en monitoren surrogaat-veiligheidsmaten zoals risicofactoren en conflicten, eventueel ook op basis van burgersignalen. Door beter begrip van het ontstaan van ongevallen en de factoren en condities die de verkeersveiligheid kunnen beïnvloeden, kunnen verkeersprofessionals effectieve systeeminnovaties ontwikkelen (Plan) en implementeren (Do). Onderzoekers evalueren of en onder welke condities deze innovaties inderdaad effectief blijken (Check) en beleidsmakers stellen beleid op basis van deze inzichten zo nodig bij (Act).

Naast een inhoudelijke verbetering van kennis zorgen organisaties er ook voor dat deze kennis goed aansluit op hun behoeften en mogelijkheden, zowel binnen de organisatie als tussen organisaties. Hierin werken overheid, markt en kennispartijen samen, waarbij de samenwerking is gericht op doorlopende professionalisering van verkeersmedewerkers (educatie aan verkeersprofessionals).

Het vervolg: een uitwerkingsprogramma

De geactualiseerde Duurzaam Veilig-principes moeten uiteindelijk worden uitgewerkt tot concrete maatregelen om het aantal ongevallen en slachtoffers te kunnen reduceren. Daarnaast moet in kaart worden gebracht welke onderwerpen nog vragen om nader onderzoek. Deze stappen vormen de kern van een uitwerkingsprogramma met twee hoofdcomponenten: een *Onderzoeks- en Kennisagenda Duurzaam Veilig* en een *Doorstartprogramma Duurzaam Veilig*, met daarin accenten die vooral zijn gericht op kwetsbare verkeersdeelnemers (fietsers, ouderen).

Duurzaamveiligwegverkeer.nl

Alle rapporten, publicaties en andere achtergronden rond DV3 zijn te vinden op de website www.duurzaamveiligwegverkeer.nl.

Summary

Sustainable Safety version 3 – Backgrounds and elaboration of the updated road safety vision

Substantiation of the second advanced Sustainable Safety vision for the period 2018-2030

Twenty-five years ago, Sustainable Safety was introduced: a shared vision of governments and road safety professionals to tackle road hazards in the Netherlands. In 2005, a first update of the vision for the period up to 2020 followed, which, a few years later, was followed by an evaluation of the implementation and effectiveness of Sustainable Safety until then.

New update: Sustainable Safety version 3

In recent decades the implementation of various Sustainable Safety measures has contributed to a considerable reduction in the number of road crash casualties in the Netherlands. However, there are still more than 600 road deaths and an estimated number of more than 20,000 serious road injuries per year. In addition, various societal developments have a direct or indirect effect on our traffic system. That is why, 25 years after the birth of Sustainable Safety – and 12.5 years after the first update – it is time to critically reassess the vision again. We have named this updated vision 'Sustainable Safety version 3'.

The basis of the vision update is presented in two background reports. The first report (*Part 1*) outlines the context for the update. Three topics have been studied: the current traffic (safety) situation, the societal trends that may have an effect on road safety, and the most important ideas for the future. The second report (*Part 2*) discusses the foundation and substantive elaboration of Sustainable Safety version 3 itself, more specifically on the basis of five (partially new) safety principles.

Part 2: Backgrounds and elaboration of the updated road safety vision

With this update of Sustainable Safety we look forward to the period 2018-2030. In doing so, we will follow various national and international developments, such as the Dutch Road Safety Manifesto signed by dozens of organizations in April 2017 and the OECD call for a safe system approach in road traffic. Sustainable Safety aims to provide a substantiated framework for the further development of national road safety policy such as this will take shape later in 2018 in the *Strategic Plan Road Safety 2030*.

A layered vision and five renewed road safety principles

The substantive foundation of this 3rd version of Sustainable Safety has been formed by elaborating the various layers that the vision consists of:

1. the human characteristics;
2. alignment with the traffic system;
3. the road safety principles;
4. the operationalization of the principles;
5. the translation into road safety measures.

The elaboration of these layers (especially the first three) results in, among others, five updated Sustainable Safety road safety principles. These will be summarized below. The first three principles build on the earlier design principles of Sustainable Safety: functionality of roads, the (bio)mechanical principles of homogeneity and physical forgivingness, and the psychological principles predictability of road design and state awareness. The other principles in this 3rd version – responsibility and learning and innovation – are new and are *organization principles* necessary to achieve, maintain and improve a sustainably safe road traffic. Each principle has room for both customization and phased solutions, with special emphasis on vulnerable road users (such as cyclists and the elderly).

FUNCTIONALITY of roads

The public space consists of residence areas and traffic space. Ideally, the road sections and intersections in the traffic space have only one *traffic function* for all modes of transport (monofunctionality): flow or exchange/access. These two functions cannot safely be combined. The residential *area function* can only be combined safely with the *traffic function* 'exchange'.

The traffic function is the basis for a safe road structure and the safe use of roads. Ideally, the road network has a hierarchical and efficient construction of traffic functions, and is formed by three types of roads: through roads, distributor roads and access roads.

(BIO)MECHANICS of road safety

Ideally, traffic flows and modes of transport are matched in speed, direction of travel, mass, size and degree of protection. This (bio)mechanical compatibility is supported by the road design and a forgiving environment, protection of the vehicle and, where necessary, additional protective devices. This means that in case of a flow function incompatible modes of transport are separated and obstacles are removed or shielded. In case of an exchange function the traffic speed is safely adapted to the most vulnerable road user group.

Cyclists deserve special attention by taking account of their specific characteristics in the road design with respect to a road surface that offers sufficient skid resistance and a road and environment without obstacles and elements that are disruptive for their balance. In addition, serious injury in this category of road users can be prevented by providing adequate protection for the cyclist.

PSYCHOLOGICS of a safe traffic system

To prevent errors of road users, the traffic system must be well-tuned to their natural skills, in particular those of older road users. This means that information provided by road design, environment, traffic signs and regulations, and information provided inside the vehicle is psychologically compatible by being perceptible, comprehensible, credible, relevant and feasible for elderly and thus for (nearly) all road users. In addition, the traffic system ideally has been designed in such a way that safe behavioural choices depend on individual choices of road users or their environment as little as possible.

Furthermore, road users are competent and capable of safely balancing their own task competence and the requirements of the traffic task. They are also capable as much as possible of adjusting their (behavioural) choices to their own task competence and task requirements on both strategic and tactical level of behaviour. To achieve this, road users must be adequately informed, educated and trained. Road users whose task competence is still in development – e.g. children and young people – or people who (temporarily) are not competent enough, are to take part in traffic under the supervision of competent adults, or under less demanding conditions. Ideally, road safety is made less dependent on the individual choices of road users or their social environment. Road users who are (temporarily) not competent, are supported in their behavioural choices by technological tools or they are kept out of traffic.

Effectively allocated RESPONSIBILITY

Responsibilities are assigned and institutionally anchored in such a way that maximum road safety for all road users is guaranteed. In principle, adult road users keep to the rules and are a good example for children and youths. At the same time, a forgiving layout of the system ensures that they will not be punished with serious injury for their errors and weaknesses.

In a sustainably safe road traffic system the Central Government is responsible for the system as a whole (system responsibility), and therefore responsible for the final result. The operational responsibility lies with the many organizations that (can) fulfill a role in the construction and maintenance of parts of a sustainably safe traffic system. The Government has this role mainly as a road authority, legislator, enforcer and information provider. In these roles, the Government ensures that all efforts are based on the human characteristics. Furthermore, the market has a role through the vehicle industry, but also through other products that may affect road safety. Ideally, employers offer safe working conditions and contribute to a safety culture. Societal organisations can encourage parties to take sufficient initiatives to protect or improve the road safety of their constituencies.

LEARNING and INNOVATION of the road system

Improvement (= innovation) of the road traffic system is based on knowledge about the prevalence of risks and on what can be learned from the research of road safety indicators. Researchers find information about crash mechanisms through in-depth research of at least all fatal road crashes and linking various data sources. Policy makers and scientists define, investigate and monitor surrogate safety measures such as risk factors and conflicts, possibly also on the basis of signals from citizens. Better understanding of the occurrence of crashes and the factors and conditions that can affect road safety, makes it possible for traffic professionals to develop (Plan) and implement (Do) effective system innovations. Researchers evaluate whether and under what conditions these innovations are indeed effective (Check) and if necessary policy makers adapt policy based on these insights (Act).

In addition to a substantive improvement of knowledge, organizations also ensure that this knowledge closely meets their needs and possibilities, within the organization as well as between organizations. In this process Government, market and knowledge parties work together, with the cooperation being aimed at continuous professionalisation of traffic employees (education traffic professionals).

Next steps

The updated Sustainable Safety principles must eventually be elaborated into concrete measures to reduce the number of crashes and casualties. In addition, it should be investigated which topics still require further study. These steps are the core of an elaboration programme with two main components: a *Sustainable Safety Research and Knowledge Agenda* and a *Sustainable Safety Continued Programme*, with accents that are particularly aimed at improving safety of vulnerable road users (cyclists, elderly).

Inhoud

Dankwoord	14
1 Inleiding	15
1.1 Achtergrond	15
1.2 Duurzaam Veilig: een gelaagde visie	16
1.2.1 Duurzaam Veilig, laag 1: de menselijke maat	17
1.2.2 Duurzaam Veilig, laag 2: afstemming met het verkeerssysteem	17
1.2.3 Duurzaam Veilig, laag 3: verkeersveiligheidsprincipes	17
1.2.4 Duurzaam Veilig, laag 4: operationalisering in eisen	18
1.2.5 Duurzaam Veilig, laag 5: concrete maatregelen	18
1.3 Leeswijzer	18
2 De basis van een duurzaam veilig wegverkeer	20
2.1 Randvoorwaarden van een duurzaam veilig verkeerssysteem	20
2.1.1 Naar een maximaal veilig resultaat	20
2.1.2 Faseringsoplossingen	21
2.2 De menselijke maat	21
2.2.1 Competenties van mensen	22
2.2.2 Een visie gericht op verkeersprofessionals	23
2.3 Afstemming met het verkeerssysteem	23
2.3.1 Wat verstaan we onder 'het systeem' en een 'systeemaanpak'?	23
2.3.2 De elementen in een duurzaam veilig verkeerssysteem	24
2.4 Introductie op de verkeersveiligheidsprincipes	24
2.4.1 De oorspronkelijke Duurzaam Veilig-principes	25
2.4.2 De principes in Door met Duurzaam Veilig	25
2.4.3 Hoofdpijnen bij de principes in DV3	26
BLOK 1: ONTWERPPRINCIPES	27
3 FUNCTIONALITEIT van wegen	28
3.1 Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen	28
3.1.1 Netwerkopbouw als basis voor een functionele indeling van wegen	28
3.1.2 Wegcategorisering op basis van de functie van wegen	29
3.1.3 Samenhang met gebruik van het wegennet	30
3.1.4 Verdere concretisering van het functionaliteitsprincipe	30
3.2 Verdere ontwikkelingen en resultaten	31
3.2.1 Autosnelwegen	31
3.2.2 Autosnelwegen en niet-autosnelwegen	31
3.2.3 Experimenten in de jaren 70 en 80	31
3.2.4 Shared Space en verkeerskundige functionaliteit	31
3.2.5 De uitrol van Duurzaam Veilig en de gevolgen voor de functionaliteit van wegen	32

3.3	Problemen en kritieken	32
3.3.1	Meer dan één functionele dimensie: de ‘grijze’ wegen	32
3.3.2	Vooral voor wegen buiten de bebouwde kom	34
3.3.3	Vooral voor het autoverkeer	35
3.4	Recente ontwikkelingen	36
3.4.1	Uitwerkingsvormen voor de functionaliteit van wegen	36
3.4.2	Bereikbaarheidsvisies binnen een duurzaam veilig verkeerssysteem	37
3.4.3	De fietsstraat en functiemenging van verkeersmodaliteiten	37
3.4.4	Verkeer in de Stad	40
3.5	Uitdagingen voor de toekomst: met, zonder of juist dynamische functionaliteit?	40
3.6	De verkeerskundige basis in DV3	43
3.6.1	Hoofdvorm van een functionele indeling van wegen: monofunctionaliteit	43
3.6.2	Maatwerk en faseringsoplossingen: multifunctionaliteit onder condities	43
4	(BIO)MECHANICA van de verkeersveiligheid	44
4.1	Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen	45
4.1.1	Daar waar verkeer stroomt: scheiden en beschermen	45
4.1.2	Daar waar verkeer uitwisselt: snelheid reduceren	50
4.1.3	Verdere concretisering	52
4.2	Verdere ontwikkelingen en resultaten	53
4.2.1	De homogenisering van verkeersstromen gaat door	53
4.2.2	Ontwikkeling van fysieke vergevingsgezindheid	57
4.2.3	De uitrol van Duurzaam Veilig en de gevolgen voor homogeniteit en vergevingsgezindheid	62
4.3	Problemen en kritieken	62
4.3.1	Inrichtingsdilemma’s: over ‘grijze wegen’ en bomen langs de weg	62
4.3.2	Dekking van verkeersmodaliteiten en een steeds heterogener verkeer	65
4.3.3	Ontwikkelingsdilemma’s: wie is aan zet?	68
4.4	Recente ontwikkelingen	69
4.4.1	Homogeniseren van verkeersstromen: fietsstraten, de snorfiets en ‘Verkeer in de Stad’	69
4.4.2	Ontwikkelingen in relatie tot snelheid als verkeersveiligheidscomponent	72
4.4.3	Groeiende aandacht voor de veiligheidskwaliteit van wegen	73
4.5	Uitdagingen voor de toekomst: verschuivende of anders uitgewerkte compatibiliteit?	73
4.6	De (bio)mechanische uitgangspunten in DV3	75
4.6.1	Hoofdvorm van de (bio)mechanische veiligheidsprincipes: fysieke compatibiliteit	75
4.6.2	Maatwerk en faseringsoplossingen: minimale en minimumcompatibiliteit	76
5	PSYCHOLOGICA van een veilig verkeerssysteem	77
5.1	Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen	78
5.1.1	Bekwaamheid voor een veilige verkeersdeelname: statusonderkenning	78
5.1.2	De verkeersdeelnemer en zijn fysieke omgeving: herkenbaarheid en voorspelbaarheid	80
5.1.3	De sociale omgeving van de verkeersdeelnemer: sociale vergevingsgezindheid	83
5.1.4	Verdere concretisering	84

5.2	Verdere ontwikkelingen en resultaten	85
5.2.1	Verdere maatregelen ter bevordering van taakbekwaamheid en toelating tot het verkeer	85
5.2.2	Maatregelen in de fysieke omgeving van de verkeersdeelnemer	88
5.2.3	Maatregelen ter bevordering van de sociale interactie in het verkeer	88
5.2.4	De uitrol van Duurzaam Veilig in relatie tot psychologisch georiënteerde maatregelen	89
5.3	Problemen en kritieken	89
5.3.1	Voor wie is het verkeer ontworpen en toegankelijk: discussie over de 'normmens'	89
5.3.2	Routine, uniformiteit en sobere inrichtingen: veilig of juist gevaarlijk?	90
5.3.3	Hoe goed dekken de Duurzaam Veilig-principes de psychologie van de verkeersdeelnemer?	96
5.4	Recente ontwikkelingen	98
5.4.1	Verleiding (nudging) tot veilig gedrag: geloofwaardigheid naast herkenbaarheid	98
5.4.2	Van beslisondersteuning tot slimme sloten en automatisch rijdende voertuigen	101
5.5	Uitdagingen voor de toekomst: completer begrip en bediening van 'de menselijke maat'	103
5.6	De psychologische uitgangspunten van DV3	105
5.6.1	Hoofdvorm van de psychologische veiligheidsprincipes: afstemming tussen verkeersomgeving en verkeersdeelnemer	105
5.6.2	Maatwerk en faseringsoplossingen: verleiding, handhaving en evaluatie	106

BLOK 2: ORGANISATIEPRINCIPES 107

6	Effectief belegde VERANTWOORDELIJKHEID	108
6.1	Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen	109
6.1.1	Verantwoordelijkheid ten aanzien van verkeersveiligheid door de tijd heen	109
6.1.2	Verantwoordelijkheden ingebed in het Duurzaam Veilig-gedachtegoed tot nu toe	110
6.1.3	Verantwoordelijkheden in een veilige systeemaanpak: internationale consensus	111
6.2	Verdere ontwikkelingen en resultaten	115
6.2.1	De Actie -25%	115
6.2.2	De uitrol van Duurzaam Veilig en de rol van verantwoordelijkheid daarbij	115
6.2.3	De recente verantwoordelijkheidsdiscussies in Nederland	116
6.2.4	De verantwoordelijkheidsdiscussie in relatie tot verkeersveiligheid	118
6.3	Uitdagingen voor de toekomst: naar effectief belegde verantwoordelijkheden	125
6.4	Effectief belegde verantwoordelijkheid in DV3	128
6.4.1	Hoofdvorm: operationele verantwoordelijkheid voor allen, systeemverantwoordelijkheid voor de overheid	128
6.4.2	Maatwerk en faseringsoplossingen: ten minste beschermen van zwakkere verkeersdeelnemers	129

7	LEREN en INNOVEREN in het verkeerssysteem	130
7.1	Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen	130
7.1.1	Hoe het verkeerssysteem ‘in den beginne’ leerde en innoveerde	131
7.1.2	Inspiratie uit andere veilige systemen zoals luchtvaart en procesindustrie	132
7.2	Verdere ontwikkelingen en resultaten	134
7.2.1	De uitrol van Duurzaam Veilig en de rol van leren en innoveren hierbij	134
7.2.2	Onderzoeksmethoden als middel om te leren en te innoveren	136
7.2.3	Wat kunnen we leren van ander sectoren en landen die ongevallen willen voorkomen?	140
7.2.4	Leer- en innovatieprocessen op de werkvloer	143
7.3	Uitdagingen voor de toekomst	145
7.4	Leren en innoveren in DV3	147
7.4.1	Hoofdvorm: leren en innoveren van het verkeersveiligheidssysteem verankerd in organisaties	147
7.4.2	Maatwerk en faseringsoplossingen: op kleine schaal ervaring opdoen en kansen benutten om uit te bouwen	148
	BLOK 3: NAAR CONCRETISERING	149
8	Naar een uitwerkingsagenda	150
8.1	Operationalisering van de principes	150
8.1.1	Voorbeelden voor operationalisering van een duurzaam veilige infrastructuur	150
8.1.2	Voorbeelden van operationalisering van educatie en handhaving die past in een duurzaam veilig verkeerssysteem	150
8.1.3	Voorbeelden van operationalisering voor bestuurdersondersteunende technologie die past in een duurzaam veilig wegverkeer	151
8.2	Maatregelen	151
8.2.1	Voorbeeld 1: blootstelling van kwetsbare verkeersdeelnemers aan snelverkeer	152
8.2.2	Voorbeeld 2: enkelvoudige fietsongevallen	153
8.2.3	Voorbeeld 3: afgeleide automobilisten	155
8.2.4	Naar een ‘Doorstartprogramma Duurzaam Veilig’	156
8.3	Naar een ‘Onderzoeks- en Kennisagenda Duurzaam Veilig Wegverkeer’	157
8.3.1	Openstaande kennisvragen	157
8.3.2	Openstaande onderzoeksvragen	157
8.3.3	Onderzoek naar het functioneren van het verkeerssysteem	157
8.4	Vervolgstappen	158
8.4.1	Samenwerking	158
8.4.2	Kansen	158
	Bijlage: Uitwerkingen en hun effectiviteit	159
	Literatuur	175

Dankwoord

Net als voorgaande versies van Duurzaam Veilig was ook deze derde editie niet tot stand gekomen zonder de inbreng van velen. Aan dit rapport heeft een flink aantal mensen bijgedragen, zowel met onderzoek, tekstvoorstellen en discussies als met suggesties voor onderwerpen en invalshoeken en met voorbeeldmateriaal.

De volgende mensen willen we daarvoor zeer hartelijk bedanken: onze leden van de Wetenschappelijke Adviesraad (WAR): Bert van Wee (TU Delft), Karel Brookhuis (RUG), Marieke Martens (UT), George Gelauff (KiM), Rob van der Heijden (RU) en Geert Wets (Universiteit Hasselt). Daarnaast bedanken we ook anderen die hebben bijgedragen: Marianne Dwarshuis, Ton Hendriks, Maarten Ligt en Roxy Tacq (ANWB), René Claesen, Natalie Harkes (CBR), Wim van Tilburg, Wilma Slinger, John Boender (CROW), Jan van Selm (DOVA), Jaap Kamminga en collega's (Fietzersbond), Richard van der Ark (gemeente Den Haag), Peter van der Tuin (gemeente Zoetermeer), Maarten Ederveen (IenW), Sipke van der Meulen (ROF) en Arnaud Turkstra (provincie Flevoland) en andere leden van het IPO Vakberaad Verkeersveiligheid, Rob Methorst, Jan Torenstra, Janneke Zomervrucht, Peter Jonquiere, Marian Schouten en Steven Schepel (MENSenSTRAAT), Pieter van Vliet (Rijkswaterstaat), Henk Schravemade en collega's (TeamAlert), Koos Louwers (TRIDÉE), Marjan Hagenzieker, Pieter van Gelderen, Bart van Arem en Filippo Santoni de Sio (TU Delft), Ben Rutten (TU Eindhoven), Evert-Jeen van der Meer (Aon Nederland), Alex de Hoop (Verbond van Verzekeraars), Ben Immers, Bart Egeter, Johan Diepens, Paul Weststrate, Ton Hendriks en Jaap Renkema (VidS-team), Max van Kelegom, (VMC-BV/Verkeer-Zien), Ruurd en Mieke Groot (Verkeer-Zien/IWACC), Berry den Brinker (VU/SILVUR), Wim Wijnen (W2Economics) en Adriaan Walraad (Walraad Verkeersadvisering/Windesheim Flevoland).

Ook heeft een groot aantal SWOV-collega's hieraan een bijdrage geleverd. Graag noemen we: Peter van der Knaap, Wendy Weijermars, Charlotte Bax, Ingrid van Schagen, Divera Twisk, Marjan Hagenzieker, Rob Eenink, Ragnhild Davidse, Henk Stipdonk, Gert Jan Wijlhuizen, Robert Louwerse, Saskia de Craen, Govert Schermers, Willem Vlakveld, Tamara Hoekstra, Jolieke de Groot, Sjoerd Houwing en Reinier Jansen. Onze collega's Patrick Rugebregt, Marianne Rosbergen, Lucas Ragers, Maura van Strijp en Nathalie Deden zijn voor de interne en externe communicatie zeer behulpzaam geweest. Ten slotte danken wij Eduard van Rooijen (E.T.C. voor tekst en taal) en Marijke Tros (SWOV) voor hun waardevolle bijdragen aan 'de puntjes op de i' en de vormgeving van dit rapport.

Letty Aarts & Atze Dijkstra

1 Inleiding

Vijfentwintig jaar geleden werd Duurzaam Veilig geïntroduceerd: een gezamenlijke visie van overheden en verkeersveiligheidsprofessionals om de verkeersonveiligheid in Nederland aan te pakken. Duurzaam Veilig richt zich op diverse terreinen, zoals infrastructuur, voertuigen, verkeersregels, handhaving, educatie en voorlichting.

Na 25 jaar, en 12,5 jaar na de eerste actualisatie, is het tijd om Duurzaam Veilig een nieuwe impuls te geven. Deze nieuwe revisie – DV3 – vormt de kern van dit rapport. Voordat we daar dieper op ingaan, bespreken we in dit eerste hoofdstuk de achtergrond van Duurzaam Veilig en de inkadering van dit rapport. Daarna beschrijven we de wijze waarop de visie verder is gestructureerd om verschillende doelgroepen te dienen. Deze structurering biedt vervolgens ook een kapstok voor de rest van het rapport. We sluiten dit hoofdstuk af met een leeswijzer.

1.1 Achtergrond

Begin jaren 90 was Nederland – naast Zweden – een van de eerste landen die een nieuwe, systematische visie op verkeersveiligheid ontwikkelde: ‘Duurzaam Veilig’ was geboren (Koorstra et al., 1992). De naam ‘duurzaam’ werd afgeleid van het destijds zeer actuele ‘Brundtland-rapport van de VN (WCED, 1987) over duurzame ontwikkeling. ‘Duurzaam’ wordt hierin gedefinieerd als ‘een ontwikkeling die voldoet aan de behoeften van het heden zonder de mogelijkheden van toekomstige generaties om in hun behoeften te voorzien in de weg te staan’.

De visie werd eind jaren 90 in de praktijk gebracht: eerst in een klein aantal demonstratieprojecten (Heijkamp, 2001), en later in heel Nederland via het *Startprogramma Duurzaam Veilig* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat et al., 1997). Het programma bestond uit een convenant met 24 afspraken dat getekend was door de centrale en decentrale overheden (zie Wegman & Aarts, 2005; Weijermars & Van Schagen, 2009 voor uitgebreidere beschouwingen hierover).

In 2005 volgde een eerste actualisatie van de visie voor de periode tot 2020 in *Door met Duurzaam Veilig* (Wegman & Aarts, 2005), enkele jaren later gevolgd door een evaluatie van de implementatie en effectiviteit van Duurzaam Veilig tot dan toe (Weijermars & Van Schagen, 2009).

De introductie van Duurzaam Veilig heeft een grote impuls gegeven aan de Nederlandse verkeersveiligheid en jarenlang bijgedragen aan een substantiële daling van het risico en met name van het aantal dodelijke ongevallen met gemotoriseerd verkeer (Weijermars & Van Schagen, 2009). De maatregelen bleken ook kosteneffectief: de baten overstegen de kosten met een factor 3 tot 4. Ook internationaal werd en wordt Duurzaam Veilig gezien als een voorbeeld van een systematische uitwerking van verkeersveiligheid (zie bijvoorbeeld OECD/ITF, 2008; 2016)

Desalniettemin vallen er in Nederland jaarlijks nog steeds meer dan 600 verkeersdoden en er raken naar schatting jaarlijks meer dan 20.000 mensen ernstig gewond in het verkeer. Daarnaast zijn diverse maatschappelijke ontwikkelingen – vergrijzing, verstedelijking, technologische innovaties – direct of indirect van invloed op ons verkeerssysteem. Daarom is het tijd om Duurzaam Veilig opnieuw kritisch tegen het licht te houden en voldoende toekomstbestendig te houden voor de periode tot 2030. Deze geactualiseerde visie noemen we ‘Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030’ – of kortweg: DV3.

De basis van DV3 is beschreven in twee achtergrondrapporten. Het eerste rapport – *DV3 – Huidige situatie, maatschappelijke trends en wensbeelden* – schetst de context voor DV3 (Van Schagen & Aarts, 2018). Daarvoor zijn drie onderwerpen in kaart gebracht: de bestaande verkeers(veiligheids)situatie, de maatschappelijke trends die van invloed kunnen zijn op de verkeersveiligheid en de belangrijkste wensbeelden voor de toekomst. Het tweede rapport is het rapport dat nu voor u ligt. Hierin gaan we verder in op de achtergronden en onderbouwing van de principes van DV3.

De twee achtergrondrapporten zijn samengevat in de publicatie *DV3 – Visie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030* (SWOV, 2018a). Alle rapporten en publicaties, evenals uitgebreide informatie over de aanleiding van de actualisatie van het Duurzaam Veilig-gedachtegoed en de totstandkoming daarvan, zijn te vinden op de website www.duurzaamveiligwegverkeer.nl.

1.2 Duurzaam Veilig: een gelaagde visie

De Duurzaam Veilig-visie is ontstaan vanuit het inzicht dat het voor de verbetering van de verkeersveiligheid niet zo zinvol is om de schuldvraag van een ongeval bij de betrokkenen te leggen (schuldcultuur). Veel onveilige handelingen hebben immers een oorzaak in of worden beïnvloed door de omgeving van de persoon. In Duurzaam Veilig ligt het accent dan ook op de bijdrage van het hele verkeerssysteem aan ongevallen en wordt de verkeersveiligheid preventief in plaats van reactief verbeterd (voorzorgcultuur).

Wat echter opvalt als we in de praktijk over ‘Duurzaam Veilig’ spreken, is dat verkeersprofessionals daar lang niet altijd hetzelfde beeld bij hebben of er hetzelfde onder verstaan. Voor de een bestaat Duurzaam Veilig vooral uit de maatregelen die in de praktijk zijn getroffen, zoals de inrichting van 30km/uur- en 60km/uur-gebieden, inclusief de bijbehorende snelheidsremmende maatregelen of de scheiding van fietsers en voetgangers met het gemotoriseerde verkeer. Voor anderen is Duurzaam Veilig vooral het beeld dat als ideaal in richtlijnen is te vinden, denk bijvoorbeeld aan de ‘Richtlijn Categorisering wegen op duurzaam veilige basis (CROW, 1997), het Handboek wegontwerp (CROW, 2002) en de ‘Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidskenmerken’ (CROW, 2004c); weer anderen verstaan onder Duurzaam Veilig niet zozeer de concrete uitwerkingen, maar veel meer de essentie van de visie als denkwijze om tot een effectief veilig verkeerssysteem te komen: een systeem waarbij ‘de menselijke maat’ centraal staat.

Deze betrekkelijke begripsverwarring heeft bij de totstandkoming van DV3 geleid tot het idee om de visie uit te werken in verschillende begripsslagen. Hierdoor zouden verschillende gebruikers¹ zich in de visie kunnen herkennen: van de conceptuele wetenschapper tot de praktische beleidsmaker. Dat heeft geleid tot de volgende indeling, waarbij we aangeven waar de uitwerking van iedere laag te vinden is:



¹ We zullen dat later ‘verkeersprofessionals’ noemen.

Tabel 1.1. Overzicht van de lagen van Duurzaam Veilig zoals deze gebruikt worden als kapstok bij deze herziening: van algemeen en conceptueel (1, ...) naar praktisch toepasbaar (... , 5).

Laag	Beschrijving van de laag	Uitwerking te vinden in:
1	Uitgangspunt: de menselijke maat	<i>Hoofdstuk 2</i>
2	Het verkeerssysteem dat met de menselijke maat rekening moet houden	<i>Hoofdstuk 2</i>
3	De verkeersveiligheidsprincipes die in een duurzaam veilig verkeerssysteem centraal staan	Inleiding: <i>Hoofdstuk 2</i> Uitwerking in <i>Hoofdstukken 3 t/m 7</i>
4	De operationalisering van deze veiligheidsprincipes in eisen	Volgt later
5	Maatregelen die passen in een duurzaam veilig verkeerssysteem	Volgt later; een eerste voorstel voor maatregelen die kunnen vigeren in een 'Doorstartprogramma Duurzaam Veilig' zijn te vinden in <i>Hoofdstuk 8</i>

1.2.1 Duurzaam Veilig, laag 1: de menselijke maat

De essentie van de visie op een duurzaam veilig wegverkeer is dat alles is afgestemd op de 'de menselijke maat' (Koorstra et al., 1992; Wegman & Aarts, 2005): de mens is *kwetsbaar* en loopt bij een botsing of een te grote versnelling of vertraging schade op aan zijn lichaam. Dit leidt tot – soms dodelijk – letsel. Maar ook als het letsel niet dodelijk is, kunnen betrokkenen daar de rest van hun leven last van houden: mensen die ernstig gewond raken in een verkeersongevallen, houden daar in 20% van de gevallen blijvend letsel aan over (Weijermars, Bos & Stipdonk, 2014).

De mens blijkt naast kwetsbaar ook *feilbaar*: hij maakt fouten en is niet altijd gemotiveerd om zich veilig te gedragen of anderen de ruimte tot veilig handelen te geven. Deze menselijke eigenschappen blijken dan ook een zeer belangrijke oorzaak bij het *ontstaan* van ongevallen (zie bijvoorbeeld Davidse, 2012; Treat et al., 1977).

1.2.2 Duurzaam Veilig, laag 2: afstemming met het verkeerssysteem

Een volgende laag in de visie bestaat uit de wijze waarop met de menselijke maat in het verkeerssysteem wordt rekening gehouden. Hier komen de rol van de verschillende systeemonderdelen naar voren, zoals het weg- en voertuigontwerp, de inspanningen op het gebied van educatie en handhaving en de wijze waarop technologie in deze domeinen kan helpen. In de vakwereld wordt in dit verband ook wel gesproken over de afstemming tussen de elementen mens-voertuig-weg of over de drie elementaire maatregeldomeinen:

- > civiele techniek en technologie (engineering);
- > educatie, training en voorlichting (education);
- > regelgeving en handhaving (enforcement).

1.2.3 Duurzaam Veilig, laag 3: verkeersveiligheidsprincipes

Duurzaam Veilig is al vanaf het begin nader uitgewerkt in veiligheidsprincipes. Deze vormden de basis voor de verdere concrete uitwerking. Waren deze principes in de oorspronkelijke versie uitsluitend gericht op de positionering en ontwerp van de infrastructuur (functionaliteit, homogeniteit en herkenbaarheid van wegen, zie Koorstra et al., 1992), in de eerste actualisering zijn de principes verbreed naar ook andere domeinen van het wegverkeer (statusonderkenning door de verkeersdeelnemers en fysieke en sociale vergevingsgezindheid, zie Wegman & Aarts, 2005).

1.2.4 Duurzaam Veilig, laag 4: operationalisering in eisen

Om uiteindelijk de stap van veiligheidsprincipes tot concrete maatregelen te maken, is een belangrijke tussenstap de formulering van operationele eisen. Na de definiëring van de oorspronkelijke Duurzaam Veilig-principes zijn dergelijke operationele eisen vooral uitgewerkt en later bijgesteld voor de infrastructuur (Dijkstra, 2003; 2010; Janssen, 1997). Dit was vervolgens een belangrijke basis voor de uitwerking van richtlijnen die het eerste gezicht werden van de Duurzaam Veilig-visie. Voor andere systeemonderdelen zijn dergelijke operationaliseringslagen ook wel te vinden (zie bijvoorbeeld de leerdoelen voor permanente verkeerseducatie: Vissers et al., 2005), maar niet of minder duidelijk gekoppeld aan Duurzaam Veilig en als opmaat voor het nationale verkeersveiligheidsbeleid.

1.2.5 Duurzaam Veilig, laag 5: concrete maatregelen

Uiteindelijk kan de Duurzaam Veilig-visie pas werkelijkheid worden als deze wordt uitgewerkt in concrete maatregelen die op de weg daadwerkelijk ongevallen, letsel en blijvende gevolgen helpen voorkomen. Met name in het kader van het *Startprogramma Duurzaam Veilig* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat et al., 1997) zijn veel maatregelen getroffen die bijdragen aan een duurzaam veilig wegverkeer. Maar ook buiten het Startprogramma om zijn er maatregelen aan te wijzen die hierop aansluiten, denk bijvoorbeeld aan het vervangen van kruispunten door rotondes (zie ook Weijermars & Van Schagen, 2009).

Maatregelen kunnen in meer of mindere mate aansluiten bij het Duurzaam Veilig-gedachtegoed: in hoeverre elimineren ze gevaren en in hoeverre houden ze rekening met 'de menselijke maat'? Ook kunnen maatregelen verschillen in de termijn waarop ze genomen kunnen worden en kunnen nieuwe ontwikkelingen in de toekomst leiden tot nieuwe, effectieve duurzaam veilige maatregelen. Dit inzicht is meegenomen in deze actualisatie, waarbij de veiligheidsprincipes als eerste grondig zijn herzien als basis voor de uitwerking in het vervolg.

1.3 Leeswijzer

De uitwerking van deze lagen (met name de eerste drie) leidt eindelijk tot vijf vernieuwde basisprincipes van Duurzaam Veilig. De eerste drie borduren voort op de eerdere *ontwerpprincipes van Duurzaam Veilig*: functionaliteit van wegen (*Hoofdstuk 3*), de (bio)mechanische principes zoals homogeniteit en fysieke vergevingsgezindheid die we nu bundelen in het vernieuwde principe (bio)mechanica (*Hoofdstuk 4*) en psychologische principes zoals herkenbaarheid en statusonderkenning die we bundelen in het vernieuwde principe psychologica (*Hoofdstuk 5*).

De andere twee betreffen *organisatieprincipes* om een duurzaam veilig wegverkeer te realiseren, te onderhouden en te verbeteren: verantwoordelijkheid (*Hoofdstuk 6*) en leren en innoveren (*Hoofdstuk 7*). Beide zijn nieuwe principes voor Duurzaam Veilig.

We sluiten het rapport af met ideeën om tot verdere *concretisering* te komen, zowel in operationalisering tot maatregelen alsmede onderzoek naar nog openstaande vraagstukken (*Hoofdstuk 8*).

Om de onderlinge samenhang beter tot uitdrukking te brengen, zijn de hoofdstukken opgedeeld in drie afzonderlijke blokken: ontwerpprincipes, organisatieprincipes en concretisering.

Voordat we de vernieuwde principes bespreken, staan we in het volgende hoofdstuk (*Hoofdstuk 2*) eerst stil bij de uitgangspunten van een duurzaam veilig wegverkeer en van DV3 in het bijzonder.

Gekleurde tekstvakken

In het rapport maken we gebruik van tekstvakken om bepaalde onderwerpen verder toe te lichten of om de hoofdlijnen samen te vatten. Daarbij gebruiken we verschillende kleuren:

Samenvatting van
het principe

Relatie met andere
beleidsterreinen

Uitwerking voor een
mobiliteitsgroep

De uitwerking voor een mobiliteitsgroep grijpt terug op de zes onderscheiden mobiliteitsgroepen uit het eerste DV3-rapport van Van Schagen en Aarts (2018): schoolkinderen, studenten en jonge werkenden, forensen, zakelijke rijders, professionele bestuurders en gepensioneerden. In dit rapport zijn drie van deze groepen als voorbeeld gebruikt om consequenties en uitwerkingen mee te illustreren.

In de *Bijlage* is alle relevante kennis over vastgestelde resultaten en effectiviteit van duurzaam veilige uitwerkingen gebundeld. De paragrafen in de *Bijlage* corresponderen met de inhoudelijke hoofdstukken en paragrafen van *Hoofdstuk 3 t/m 7*.

2 De basis van een duurzaam veilig wegverkeer

In dit hoofdstuk staan we stil bij de randvoorwaarden van de geactualiseerde visie Duurzaam Veilig Wegverkeer – kortweg: DV3. Tevens staan we uitgebreid stil bij de drie bovenste niveaus waarop Duurzaam Veilig kan worden beschouwd (zie *Tabel 1.1*):

- de menselijke maat;
- de afstemming met het verkeerssysteem;
- de verkeersveiligheidsprincipes.

Aan de hand hiervan worden een paar terugkerende begrippen nader gedefinieerd. De paragraaf over verkeersveiligheidsprincipes geeft een inleiding op de rest van het rapport.

2.1 Randvoorwaarden van een duurzaam veilig verkeerssysteem

Bij het ontwikkelen van DV3 is er discussie geweest over de vraag wat we binnen de verkeersveiligheidskaders willen accepteren en wat niet. Zo is bekend dat gemotoriseerde tweewielers inherent onveilige vervoerswijzen zijn. Dat komt vooral door de combinatie van snelheid en het gebrek aan bescherming van de berijder. In *Door met Duurzaam Veilig* (de eerste actualisatie van de visie; Wegman & Aarts, 2005) werd voor dergelijke vervoerswijzen dan ook gezinspeeld op afschaffing: in een duurzaam veilig verkeerssysteem zouden dergelijke vervoerswijzen eigenlijk niet thuishoren. Het afschaffen van deze vervoerswijzen en andere potentiële gevaren zou de verkeersveiligheid naar verwachting ten goede komen. Maar als we deze redenering zouden doortrekken naar bijvoorbeeld ook andere tweewielers, dan komen we al snel aan de kern van het Nederlandse wegverkeer. Het is de vraag of een duurzaam veilig wegverkeer moet betekenen dat alles wat gevaarlijk is, daadwerkelijk geëlimineerd dient te worden. Dit leidt in de ultieme doorvoering tot het kind dat met het badwater wordt weggespoeld: geen verkeer is het veiligste verkeer, maar daarmee gaan we wel voorbij aan het feit dat we nu eenmaal de behoefte hebben om ons te kunnen verplaatsen.

2.1.1 Naar een maximaal veilig resultaat

In het eerste DV3-rapport schetsen Van Schagen en Aarts (2018) de huidige verkeersproblematiek, de maatschappelijke trends die de verkeersveiligheid kunnen beïnvloeden en de wensbeelden voor een duurzaam veilig verkeerssysteem. Op basis daarvan concluderen zij dat een ‘maximaal veilig’-scenario het meest wenselijk en haalbaar is. Dat betekent dat we streven naar een verkeerssysteem dat rekening houdt met bestaande – niet altijd even veilige – mobiliteitswensen en (tot op zekere hoogte) het belang van individuele keuzevrijheid, maar waarin we er wel voor zorgen dat de gewenste mobiliteit op een zo veilig mogelijke manier kan worden gerealiseerd. ‘Maximaal’ moet dus niet in absolute zin worden opgevat, maar als ‘maximaal gegeven de behoeften en mogelijkheden’.

Duurzaam veilig neemt als visie dus niet alleen de behoeften van de huidige verkeersdeelnemers als uitgangspunt, maar staat met oplossingsrichtingen de behoeften van toekomstige generaties niet in de weg (zie ook Brundtland Commission, 1987). Voor wat betreft de maatschappelijke ontwikkelingen waarmee rekening moet worden gehouden – zoals vergrijzing, verstedelijking en

technologische innovaties – en de praktische en realiseerbare kaders, heeft DV3 de periode tot 2030 als uitgangspunt. Dat betekent bijvoorbeeld dat we verwachten met technologische oplossingen weer stappen verder te kunnen komen, maar dat het wegverkeer in Nederland nog niet zal zijn overgenomen door automatisch rijdende voertuigen. Wel wijden we aandacht aan de transitie naar een wereld waarin veel auto's niet meer door mensen bestuurd hoeven te worden.

2.1.2 Faseringsoplossingen

Om tot een maximaal veilig resultaat te komen, gegeven de mobiliteitswensen en realistische en praktische randvoorwaarden, is het de vraag hoe een duurzaam veilig wegverkeer gerealiseerd kan worden. We onderscheiden daarom drie fasen of stappen om tot een maximaal veilig resultaat te komen: *eliminieren*, *minimaliseren* en *mitigeren*. Hieronder leggen we uit wat we daarmee bedoelen.

Eliminieren: idealiter worden gevaarlijke situaties fysiek onmogelijk gemaakt zodat mensen niet met deze situaties in aanraking komen. Voorbeelden hiervan liggen in de infrastructuur, zoals ongelijkvloerse kruisingen (voorkomt dwarsconflicten), vrijliggende fietspaden (voorkomt dat fietsers en autoverkeer met elkaar in botsing komen) en gescheiden rijrichtingen (voorkomt frontale conflicten). Ook in de voertuigtechnologie treffen we oplossingen aan zoals ISA (zorgt ervoor dat we een veilige snelheid aanhouden), het alcoholslot (voorkomt dat we onder invloed van alcohol de weg op gaan als bestuurder), AEB (voorkomt dat een auto botst) en op de langere termijn automatisch rijdende voertuigen (voorkomt dat bijvoorbeeld afleiding een probleem kan worden voor de verkeersveiligheid).

Minimaliseren: mensen moeten zo min mogelijk worden blootgesteld aan risicovolle situaties of vervoerswijzen door keuzen voor gevaarlijke situaties onaantrekkelijk te maken. Voorbeelden hiervan liggen op het terrein van de strategische vervoerskeuzen om onveilige keuzen te vermijden: zo veel mogelijk over veilige routes rijden, zo veel mogelijk kiezen voor de meest veilige vervoerswijze of voor veilige tijdstippen en omstandigheden. Hierin liggen nog keuzemogelijkheden van individuele verkeersdeelnemers, maar zij kunnen met voorlichting en verleidingstechnieken gestimuleerd worden om de meest veilige keuzen te maken.

Mitigeren: daar waar mensen toch worden blootgesteld aan risico's, moetende consequenties hiervan zo klein mogelijk zijn door gerichte maatregelen. Voorbeelden hiervan zijn waarschuwingssignalen langs de weg of in het voertuig voor een scherpe bocht of een andere potentieel gevaarlijke situatie. In deze situaties moeten verkeersdeelnemers alsnog zelf veilige gedragskeuzen maken.

2.2 De menselijke maat

Het besef dat mensen kwetsbaar en met name ook feilbaar zijn, en dat dit een belangrijke bron is van ongevallen, heeft in de loop van de tijd een steeds prominentere rol gekregen in de aanpak van veiligheid. Dit geldt niet alleen voor het wegverkeer (Hagenzieker, Commandeur & Bijleveld, 2014) maar ook voor anderen domeinen (zie bijvoorbeeld Davidse, 2003a). Aanvankelijk werd gedacht dat de oplossing daarom lag in het aanpakken van de verkeersdeelnemer: door hem beter te informeren, te trainen, regels te stellen en overtredingen te bestraffen, dacht men het gevaar te slechten. De effecten hiervan blijken echter maar beperkt bij te dragen aan meer veiligheid.

Geleidelijk kwam men erachter dat het *ontwerp* van het systeem in belangrijke mate bijdraagt aan het ontstaan of voorkomen van fouten en gevaarlijk gedrag; gedrag waarvoor verkeersdeelnemers overigens lang niet altijd bewust een keuze maken. Dit leidde tot het inzicht dat niet zozeer de mens aan het systeem moet worden aangepast, maar veel meer het systeem aan de eigenschappen van de mens. Of, zoals Wegman en Aarts (2005) bij de vorige revisie van

de visie stellen: ontwerp een systeem dat minder afhankelijk is van de keuzen van individuele verkeersdeelnemers.

2.2.1 Competenties van mensen

Maar wat zijn eigenlijk de competenties van mensen? En zijn die vooral een bedreiging voor de verkeersveiligheid of bieden ze ook kansen? Voor DV3 hebben we deze eigenschappen en zowel de kansen als bedreigingen voor verkeersveiligheid nog eens verkend en op een rij gezet.

Om te beginnen hebben mensen hun eigen wensen en 'eigen-wijsheden': op basis van hun ervaringen ontwikkelen ze overtuigingen hoe iets het beste kan of welke keuzen bevallen. Dit hoeft overigens niet hetzelfde te zijn als de in objectieve zin beste keuze, maar dergelijke kennis is dan ook niet altijd beschikbaar. Deze 'eigen-wijsheden' vormen een belangrijke basis voor keuzen vóóraf en tijdens de reis. Maar die keuzen gebeuren lang niet altijd bewust: om efficiënt te kunnen handelen, doen we veel op de automatische piloot. Het is belangrijk om ons dat te realiseren, omdat bewuste en onbewuste keuzes verschillende aanknopingspunten bieden voor maatregelen.

Andere relevante eigenschappen van mensen staan samengevat in *Tabel 2.1*:

Tabel 2.1. Menselijke eigenschappen en hoe deze zich verhouden tot verkeers(on)veiligheid.

Menselijke eigenschappen die kunnen bijdragen aan <i>ontstaan</i> van ongevallen en letsel	Menselijke eigenschappen die kunnen bijdragen aan het <i>voorkómen</i> van ongevallen en letsel
<ul style="list-style-type: none">➤ Mensen zijn fysiek kwetsbaar: beperkte tolerantie voor grote versnellings- en vertragingsskrachten en fysiek contact met harde voorwerpen zijn een bron van letsel bij verkeersdeelnemers.➤ Mensen maken af en toe fouten, ook indien goed getraind en opgeleid.➤ Mensen hebben een beperkte aandachtsspanne en zijn zich niet altijd bewust van al hun gedrag, keuzen en consequenties daarvan, vooral niet als ze onervaren zijn of kampen met functiebeperkingen.➤ Mensen kunnen beperkte hoeveelheden informatie tegelijkertijd verwerken en raken na een tijd vermoeid.➤ Mensen leggen gemakkelijk verbanden tussen hun dagelijkse ervaringen, waardoor ze een ander beeld van de werkelijkheid (en risico's) kunnen opbouwen dan uit meer objectieve informatie blijkt.➤ Mensen handelen bovendien nogal eens vanuit motieven die niet zonder meer ideaal zijn voor de verkeersveiligheid van de mens zelf of zijn (sociale) omgeving.	<ul style="list-style-type: none">➤ Mensen hebben leervermogen en zijn adaptief. Ze passen zich relatief gemakkelijk aan nieuwe omstandigheden aan.➤ Mensen zijn creatief en vindingrijk, ook voor problemen die ze nog niet eerder zijn tegengekomen.➤ Mensen zijn goed in patroonherkenning en bouwen op basis daarvan verwachtingen en efficiëntere werkwijzen op (snellere, en met minder fouten).➤ Mensen hebben (meestal) empathisch vermogen, wat een basis biedt om niet alleen zorg te dragen voor het eigen welbevinden, maar ook dat van een ander.

Een duurzaam veilig verkeerssysteem houdt zo veel mogelijk rekening met de mobiliteitswensen en natuurlijke eigenschappen van mensen, door ze zo min mogelijk in vrijheid en 'eigen-wijsheid' te beperken maar tegelijkertijd maximaal te beschermen tegen ernstig letsel. Het verkeerssysteem is daarom zodanig ingericht dat het ervoor zorgt dat de gevaarlijke eigenschappen van mensen (zie linkerkolom in *Tabel 2.1*) zo min mogelijk leiden tot ernstige ongevallen en ernstig letsel bij de verkeersdeelnemer zelf en anderen. Het verkeerssysteem doet een beroep op de veiligheidsverhogende eigenschappen van mensen (zie de rechterkolom in *Tabel 2.1* rechterkolom), daar waar het systeem niet op is voorbereid: de 'onvoorziene ongevallen' die overblijven.

Mensen zijn overigens niet alleen verkeersdeelnemers, maar zeker ook (verkeers)professionals. We gaan hier in de volgende paragraaf nader op in.

2.2.2 Een visie gericht op verkeersprofessionals

Voor de realisatie en instandhouding van een duurzaam veilig verkeerssysteem hebben ‘verkeersprofessionals’ een cruciale rol en cruciale verantwoordelijkheden (zie ook *Hoofdstuk 6*). Verkeersprofessionals zijn daarbij gedefinieerd als mensen met een beroep dat erop is gericht om:

- wegen te plannen, in te passen in de ruimtelijke omgeving, aan te leggen of te onderhouden;
- controle uit te oefenen op de planning, aanleg of een veilig gebruik van het verkeerssysteem;
- voorwaardenscheppende maatregelen te ontwerpen, te initiëren of te implementeren (zoals wetgeving, informatie, educatie, training, beveiligingsmiddelen) voor een veilig gebruik van het verkeerssysteem;
- met plannen, initiatieven of producten het verkeerssysteem, de wijze van deelname aan het verkeerssysteem of veilig het veilig gebruik ervan beïnvloeden.

Het gaat daarbij dus concreet om mensen die beroepsmatig met hun activiteiten een directe bijdrage leveren aan elementen of het gebruik van het verkeerssysteem: planologen, ontwerpers, wegbeheerders, voertuigfabrikanten, regelgevers, handhavers, techniekontwikkelaars, communicatiespecialisten, trainers, beleidsmakers, et cetera.

Naast verkeersprofessionals zijn er ook nog andere groepen mensen die – al dan niet beroepsmatig – een rol kunnen spelen bij een veilig verkeerssysteem, met name het veilige gebruik ervan. Denk daarbij vooral aan organisaties in de sociale omgeving van verkeersdeelnemers, zoals werkgevers, horeca, sportorganisaties en scholen. Maar ook ouders, vrienden en collega’s kunnen invloed hebben.

2.3 Afstemming met het verkeerssysteem

Een duurzaam veilig verkeer is zodanig ingericht dat het proactief inspeelt op de menselijke maat (zie de vorige paragraaf). Het integreert daarbij zo goed mogelijk de verschillende elementen van het systeem. In een ideaal veilig systeem vangen de verschillende elementen elkaar zo mogelijk op als één ervan om wat voor reden dan ook faalt (vergelijkbaar met ‘faalveiligheid’ uit de procesindustrie, zie onder andere *Paragraaf 5.1.2* en *Hoofdstuk 7*).

Maar wat verstaan we in Duurzaam Veilig onder ‘het systeem’? Welke elementen bevat het systeem en welke rol hebben deze elementen?

2.3.1 Wat verstaan we onder ‘het systeem’ en een ‘systeemaanpak’?

Duurzaam Veilig is een van de bekendste representanten van een systeemaanpak van verkeersveiligheid. ofwel een ‘safe system approach’. In een dergelijke benadering wordt ‘het systeem’ als geheel in beschouwing genomen. Dat wil zeggen: alle elementen die het verkeer vormen tot wat het is en verplaatsing nuttig en mogelijk maken, zoals mensen, voertuigen en wegen. De psychologische gedachte hierachter bespreken we nader in *Paragraaf 5.1*.

De term ‘systeemaanpak’ komt voort uit het veiligheidsdenken dat is ontstaan in de luchtvaart en de petrochemie: hierbij werd niet zozeer meer gekeken wie daadwerkelijk de directe schuldige was aan een ongeval, maar veel meer naar de hele context waarin het ongeval was ontstaan. Zo kwam dus niet alleen de individuele medewerker die een fout of overtreding maakte in beeld, maar de hele organisatie en het functioneren daarvan. Dit geheel van organisatie en daarin opererende mensen werd als ‘systeem’ beschouwd en een individuele handeling van een medewerker was ingebed in dit systeem. Ontwerpfouten in het systeem vormden vanaf dan het belangrijkste aangrijppunt om oorzaken van menselijk falen te begrijpen en te voorkomen. Dit

geldt ook voor de visie op verantwoordelijkheden: niet alleen het individu dat de laatste fatale handeling had uitgevoerd werd als ‘verantwoordelijk’ gezien, maar juist diegenen die hem tot deze handelingen al dan niet bewust hadden aangezet en hadden moeten zorgen voor een inherent veilige werkomgeving. Dit punt van verantwoordelijkheden krijgt ook in Duurzaam Veilig aandacht (zie *Hoofdstuk 6*).

Ook recent is er weer aandacht voor ‘het systeem’ als het gaat om systeemaanpakken als Duurzaam Veilig, de Zweedse evenknie ‘Vision Zero’ en soortgelijke aanpakken in Australië, Nieuw-Zeeland en het Verenigd Koninkrijk. Zo kijken Hughes, Anund en Falkmer (2015) kritisch naar deze systeemvisies en stellen vast dat het bij alle ontbreekt aan een expliciete visie op de manier waarop systeemelementen samenhangen. Zij onderkennen daarbij dat het verkeer een zeer complex geheel is waarbij zeer veel componenten, actoren en ontwikkelingen invloed op de einduitkomst kunnen hebben. We weten al vrij veel over dit verkeerssysteem en hoe het samenhangt, maar nog lang niet alles. Het is kennis in ontwikkeling, en ook daarop speelt deze nieuwe editie van Duurzaam Veilig in (zie *Hoofdstuk 7*).

2.3.2 De elementen in een duurzaam veilig verkeerssysteem

Een duurzaam veilig verkeerssysteem bevat de volgende componenten en stelt daar vanuit de menselijke maat de volgende eisen aan:

- Wegen, wegomgeving, voertuigen en technologische oplossingen sluiten aan bij de menselijke capaciteiten en bieden deze ondersteuning. Daarnaast bieden ze maximale bescherming – al dan niet geholpen door additionele beschermingsmiddelen – aan alle verkeersdeelnemers in of op het voertuig en in de directe omgeving. Taakverantwoordelijke organisaties en de centrale overheid als eindverantwoordelijke zien erop toe dat te allen tijde aan deze voorwaarden wordt voldaan en dat onvolkomenheden worden verbeterd.
- Mensen zijn door educatie, voorlichting en training zo goed mogelijk voorbereid op de verkeerstaak en in staat gesteld om zich bewust te zijn van de veiligheidsconsequenties van eigen keuzen en wat ze daaraan kunnen doen. Mensen in organisaties die invloed hebben op het ontwikkelen, aanleggen en in stand houden van een maximaal veilig verkeerssysteem, zijn optimaal opgeleid en toegerust om te zorgen voor een duurzaam veilig.
- Er is voldoende controle door inspecteurs en handhavende instanties of het systeem maximaal veilig functioneert (zowel op het niveau van weginrichting en voertuigen als van het gedrag van verkeersdeelnemers) en of verkeersprofessionals zich voldoende inspinnen in hun bijdrage aan een duurzaam veilig verkeer. Handhaving vindt plaats op basis van een zo effectief mogelijke afstemming van regelgeving – controle – sanctie; onveilig gedrag van verkeersdeelnemers en verkeersprofessionals wordt zo veel mogelijk (vooraf) onmogelijk of ten minste onaantrekkelijk gemaakt door zo goed mogelijk gebruik te maken van kennis over ‘de menselijke maat’ in het ontwerp van het verkeerssysteem. Dit is een van de rollen van de systeemverantwoordelijke overheid.
- Traumazorg en – daar waar mogelijk – technische hulpmiddelen in het voertuig zorgen voor een snelle en optimale verzorging en maximale revalidatie van verkeersdeelnemers die onverhoopt toch betrokken raken bij een ernstig verkeersongeval. Ook korte aanrijtijden en voldoende ruimte voor traumazorgverlening in ziekenhuizen zijn daarbij van groot belang.

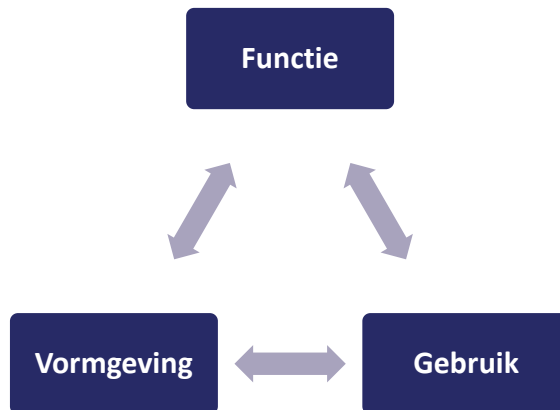
2.4 Introductie op de verkeersveiligheidsprincipes

Een duurzaam veilig wegverkeer wordt bereikt door de menselijke maat als uitgangspunt te nemen. Dit uitgangspunt is al vanaf de eerste versie van Duurzaam Veilig uitgewerkt in een aantal veiligheidsprincipes die leidraad zijn geweest bij de verdere operationalisering van de visie. Als introductie op de geactualiseerde principes van DV3 schetsen we hier eerst kort de oorspronkelijke principes (Koornstra et al., 1992) en de aanpassingen daarvan in de eerste actualisatie (Wegman & Aarts, 2005).

2.4.1 De oorspronkelijke Duurzaam Veilig-principes

De basis van het verkeerssysteem kan worden weergegeven door middel van de drie elementen functie-vormgeving-gebruik (Dijkstra & Twisk, 1991; zie *Afbeelding 2.1*).

Afbeelding 2.1. De ontwerpdriehoek (Dijkstra & Twisk, 1991).



Een systeem is met of vanuit een bepaald doel ontwikkeld: de *functie*. Vervolgens is er gekozen voor een bepaald ontwerp van het systeem: de *vormgeving*. In de praktijk blijkt vervolgens hoe het vormgegeven systeem wordt *gebruikt* en uiteindelijk voorziet in de beoogde functie. Het systeem is doorgaans vormgegeven met het oog op het bedoelde gebruik; het feitelijke gebruik kan daar echter van afwijken. Het feitelijke gebruik kan ook (na verloop van tijd) niet meer overeenkomen met het gestelde doel (de functie). Ook kan de vormgeving niet (meer) passen bij de (oorspronkelijke) functie.

De oorspronkelijke principes van Duurzaam Veilig houden hiermee verband:

- *Functionaliteit van wegen*: wegen hebben idealiter slechts één functie: stromen of uitwisselen. Het wegennet is hiërarchisch opgebouwd en bestaat uit stroomwegen (stromen op wegvakken en kruispunten), gebiedsontsluitingswegen (stromen op wegvakken en uitwisselen op kruispunten) en erftoegangswegen (uitwisselen op wegvakken en kruispunten).
- *Homogeniteit van snelheid, massa en richting*: om ernstige conflicten en ongevallen te voorkomen, moet homogeniteit worden nagestreefd in snelheid, massa van de vervoerswijze en rijrichting. Dat betekent dat daar waar gestroomd wordt en snelheden hoog zijn, vervoerswijzen met grote verschillen in snelheid, rijrichting en massa fysiek van elkaar gescheiden moeten worden. Daar waar verkeer uitwisselt, is per definitie geen sprake van homogeniteit in massa en richting en moeten snelheden laag zijn.
- *Herkenbaarheid van wegen*: ongevallen worden voor een groot deel veroorzaakt door fouten van mensen. Deze fouten worden deels veroorzaakt doordat mensen verkeerde verwachtingen hebben. Door wegen herkenbaar te maken, kunnen verkeersdeelnemers beter inschatten wat ze kunnen verwachten. Daardoor kunnen ze zelf ook meer volgens die verwachtingen handelen en wordt hun gedrag ook voor anderen voorspelbaarder.

2.4.2 De principes in Door met Duurzaam Veilig

Bij de eerste actualisering van de Duurzaam Veilig-visie in *Door met Duurzaam Veilig* (Wegman & Aarts, 2005) bleven de oorspronkelijke principes gehandhaafd, waarbij 'herkenbaarheid' werd uitgebreid met een 'voorspelbaar wegverloop'. Daarnaast werden twee nieuwe principes toegevoegd:

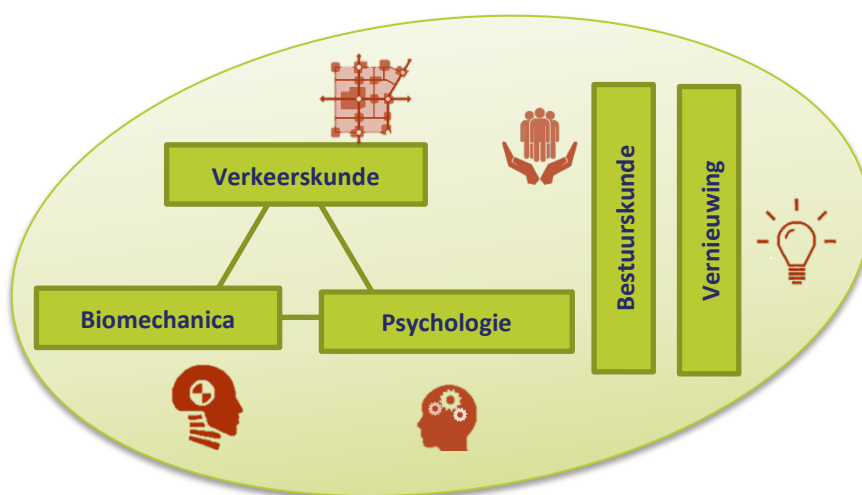
- *Fysieke en sociale vergevingsgezindheid*: zowel fysiek (veilige bermen) als sociaal (rekening houden met elkaar) draagt de omgeving eraan bij dat fouten van verkeersdeelnemers niet tot ongevallen of een ernstige afloop leiden.
- *Statusonderkenning door de verkeersdeelnemer*: verkeersdeelnemers weten hoe taakbekwaam ze zijn om aan het verkeer deel te nemen.

2.4.3 Hoofdpijnen bij de principes in DV3

In DV3 zijn de principes tegen het licht gehouden, zo nodig herzien (met name samengevoegd en verbreed) en er zijn nieuwe principes aan toegevoegd. De onderbouwing hiervan is een belangrijk bestanddeel van dit rapport en onderwerp van de *Hoofdstukken 3 t/m 7*. De eerste drie principes richten zich in DV3 op het *ontwerp* van het verkeerssysteem. Ze zijn voornamelijk gebaseerd op de oorspronkelijke drie principes en nemen de later toegevoegde principes daarin mee (zie *Hoofdstukken 3 t/m 5*). Daarnaast zijn er twee nieuwe principes die meer vanuit de *organisatie* van het geheel zijn ingestoken (zie *Hoofdstuk 6* en *Hoofdstuk 7*). Hoe de principes van DV3 samenhangen, is weergegeven in *Afbeelding 2.2*. De samenhang van de principes in de oorspronkelijke Duurzaam Veilig-visie, *Door met Duurzaam Veilig* (Wegman & Aarts, 2005) en DV3 zijn weergegeven in *Tabel 2.2*.

In de volgende twee delen van dit rapport gaan we nader in op de achtergrond, beschouwing en vernieuwing van de veiligheidsprincipes in DV3.

Afbeelding 2.2.
Schematische weergave van de vakgebieden waarop de geactualiseerde Duurzaam Veilig-principes gebaseerd zijn: drie ontwerpprincipes en twee organisatieprincipes.



Tabel 2.2. De verkeersveiligheidsprincipes in de verschillende versies van Duurzaam Veilig.

Naar een duurzaam veilig wegverkeer (1992-2010)	Door met Duurzaam Veilig (2005-2020)	Duurzaam Veilig Wegverkeer – DV3 (2018-2030)
Functionaliteit van wegen	Functionaliteit van wegen	Functionaliteit van wegen
Homogeniteit in massa, snelheid en richting	Homogeniteit in massa, snelheid en richting	(Bio)mechanica: afstemming van snelheid, richting, massa, afmetingen en bescherming van de verkeersdeelnemer
	Fysieke vergevingsgezindheid	
	Sociale vergevingsgezindheid	
Herkenbaarheid van wegen en voorspelbaar weggedrag	Herkenbaarheid van wegen en voorspelbaar wegverloop en weggedrag	Psychologica: afstemming van verkeersomgeving en competenties van verkeersdeelnemers
	Statusonderkenning	
		Effectief belegde verantwoordelijkheid
		Leren en innoveren in het verkeerssysteem

BLOK 1: ONTWERPPRINCIPES

In dit eerste blok gaan we in op de drie basisprincipes van Duurzaam Veilig die betrekking hebben op het ontwerp van het verkeerssysteem. Dat doen we in drie hoofdstukken die gaan over:

- › de functionaliteit van wegen (*Hoofdstuk 3*);
- › de (bio)mechanische kant van het ontwerp van het systeem (*Hoofdstuk 4*);
- › de psychologische kant hiervan (*Hoofdstuk 5*).

De hoofdstukken laten zien hoe het betreffende principe in het verleden tot stand is gekomen en tot welke maatregelen dat heeft geleid. Daarbij zetten we ook op een rij wat we inmiddels weten uit onderzoek over de effectiviteit van geïmplementeerde maatregelen.

Bij een herziening hoort ook een kritische beschouwing van de bestaande principes. Daar staat ieder hoofdstuk bij stil aan de hand van problemen in de praktijk en opgetekende kritieken en nieuwe inzichten uit het veld en de wetenschap. Daarnaast worden in ieder hoofdstuk ook dwarsverbanden gelegd met aanpalende thema's en beleidsterreinen om Duurzaam Veilig in de bredere beleidscontext in te bedden.

Om de visie bestendig te maken voor de toekomst tot 2030, wordt ook in ieder hoofdstuk stilgestaan bij de wijze waarop de principes in kunnen spelen op de verwachte ontwikkelingen en wensbeelden uit het DV3-rapport van Van Schagen en Aarts (2018).

3 FUNCTIONALITEIT van wegen

Samenvatting: FUNCTIONALITEIT van wegen

De wegvakken en kruispunten in de verkeersruimte hebben idealiter maar één verkeersfunctie voor alle vervoerswijzen (monofunctionaliteit): stromen of uitwisselen/erftoegang bieden. Deze beide functies gaan niet veilig samen. De verkeersfunctie is de basis voor een veilige inrichting en een veilig gebruik van wegen.

Het wegennet heeft idealiter een hiërarchische en doelmatige opbouw van de verkeersfuncties, en wordt gevormd door drie typen wegen: stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen.

Daarnaast is er ruimte voor maatwerk op voorwaarden. Deze hebben betrekking op 'grijze wegen', fietsstraten en dynamische functionaliteit. Cruciaal hierbij zijn veilige randvoorwaarden voor de meest kwetsbare verkeersdeelnemer in de verkeersinteractie.

3.1 Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen

Verkeerskundige functionaliteit bestaat uit een combinatie van verschillende kenmerken en gebruik van het wegennet. Het gaat daarbij om zowel bestaande kenmerken en gebruik als om die in de toekomst. We lichten dat hieronder verder toe.

3.1.1 Netwerkopbouw als basis voor een functionele indeling van wegen

Om tot een functionele indeling van het wegennet te komen, worden in de verkeer-en-vervoersplanning per gebied de sociaaleconomische en demografische factoren geanalyseerd, wordt nagegaan welke vervoersstromen naar verwachting zullen optreden in de toekomst, en worden ten slotte de gewenste vervoersverbindingen bepaald. Deze fase noemen we 'netwerkopbouw'. De netwerkopbouw is een afgeleide van de verdeling van alle herkomst- en bestemmingsgebieden en bepaalt in belangrijke mate hoe het verkeer zich kan verdelen over het wegennet. In het ideale geval biedt het netwerk directe verbindingen (vervoersrelaties) met een hoge kwaliteit. Echter, niet alle vervoersrelaties zijn even groot of belangrijk. Daarom zullen sommige vervoersrelaties niet direct of van een lagere kwaliteit zijn. Daardoor ontstaan omwegen en kunnen er congestie en extra verkeersonveiligheid ontstaan. De genoemde nadelen kunnen het beste ondervangen worden door de netwerkopbouw te verbeteren, dat wil zeggen: door meer directe en kwalitatief goede verbindingen aan te brengen. Daarnaast kan ook wegategorisering de nadelen enigszins ondervangen.

3.1.2 Wegcategorisering op basis van de functie van wegen

Wegcategorisering is een afgeleide van de netwerkopbouw omdat men bij wegcategorisering het bestaande wegennet (en het gebruik ervan) als uitgangspunt kiest. De wegcategorisering definieert de functie van de verbindingen. Er zijn in essentie twee verkeersfuncties:

- stromen (stroomfunctie: vlot van A naar B gaan);
- uitwisselen of erftoegang bieden (erffunctie: interactie met ander verkeer, erftoegang)².

In een duurzaam veilig wegverkeer zouden de verkeersfuncties alleen veilig gefaciliteerd kunnen worden als ze uit elkaar gehouden worden en ieder wegvak óf alleen stromen óf alleen uitwisselen zou faciliteren (Buchanan, 1963; Janssen, 1974; Swedish National Board of Urban Planning, 1968). Deze functionele indeling van wegen kwam voort uit het gevoel dat de leefbaarheid en verkeersveiligheid te veel onder druk kwamen te staan door de almaar toenemende automobilititeit. Het onderscheid tussen 'autoruimte' (verkeersruimte) en 'leefruimte' (verblijfsgebied; Goudappel & Perlot, 1965) bood aanknopingspunten om behoeften beter met elkaar in evenwicht te brengen. Het leidde onder meer tot de introductie van het 'woonerf' (De Boer, 1964), tot het definiëren van verkeersruimten en verblijfsgebieden in de jaren 80 (Ministerie van Verkeer & Waterstaat & Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijk Ordening, 1980) en tot de invoering van 'Zones 30' in de bebouwde kom. Er werd aandacht besteed aan vragen als: welke functies van gebieden zijn verenigbaar met veel autoverkeer? Waar mag het autoverkeer ongehinderd doorstromen? Waar moet het autoverkeer aan banden worden gelegd (in bijvoorbeeld omvang en/of rijsnelheden)? Hieruit kwam onder meer het inzicht dat stromen en uitwisselen niet veilig samengaan en dat alleen de verkeersfunctie 'uitwisselen' veilig samen kan gaan met de gebiedsfunctie 'verblijven'.

Functionaliteit in andere beleidsterreinen

Verkeerskundige functionaliteit is vooral ingegeven vanuit doorstromings- en leefbaarheidswensen. Daarnaast biedt functionaliteit goede aanknopingspunten voor verkeersveiligheid.

Gedacht vanuit de verkeersfuncties en de veiligheidsaspecten ervan, is gekozen voor de volgende Duurzaam Veilig-indeling van wegen (Koorstra et al., 1992):

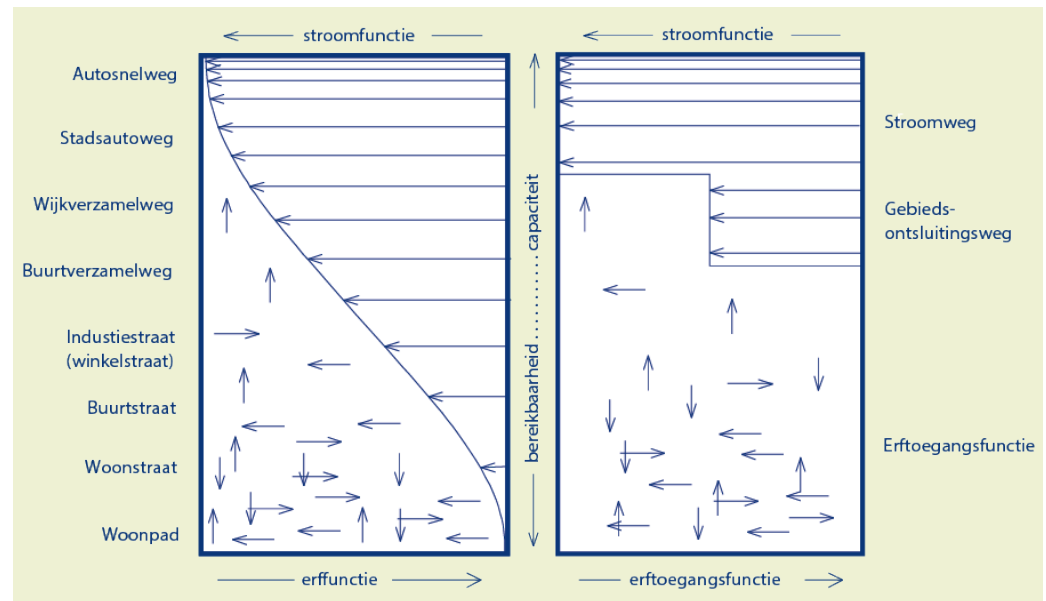
- *Stroomwegen*: hebben op wegvakken en kruisingen van wegen een stroomfunctie.
- *Erftoegangswegen (ETW)*: hebben op wegvakken en kruispunten van wegen een uitwisselfunctie.
- *Gebiedsontsluitingswegen (GOW)*: hebben op wegvakken een stroomfunctie en op kruispunten van wegen een uitwisselfunctie.

Deze functionele indeling van wegen was een trendbreuk in de gangbare glijdende schaal van functies (zie *Afbeelding 3.1*). Daarin hadden alleen autosnelwegen een stroomfunctie en 'woonpaden' een erffunctie, maar daar tussenin bestond een keur aan andere wegtypen waar sprake was van een mix van stromen en erftoegang in verschillende verhoudingen (Goudappel & Perlot, 1965).



² Er zijn ook twee gebiedsfuncties: verblijfsgebied en verkeersruimte. De verkeersfuncties behoren bij de verkeersruimte. Het verblijfsgebied heeft soms een gedeeltelijke verkeersfunctie, namelijk erftoegang op erven (woonerf, winkelerf).

Afbeelding 3.1.
Indeling van wegen naar erf- en stroomfunctie.
Links volgens Goudappel en Perlot (1965), rechts volgens Duurzaam Veilig (uit: Wegman & Aarts, 2005).



3.1.3 Samenhang met gebruik van het wegennet

Er is een sterke wisselwerking tussen de opbouw en categorisering van een wegennet en het gebruik ervan (met name routekeuze, intensiteiten en rijnsnelheden). Dit hangt ook samen met de structuur van het wegennet (zie bijvoorbeeld Dijkstra, 2000). Zo gaat een rasterstructuur met gelijkwaardige wegen meestal samen met een gelijkmatige verdeling van het verkeer over dat wegennet. Een structuur met een duidelijke centrale as laat juist een sterke concentratie zien van het verkeer op die as. In de praktijk bestaan er nog tal van andere, ingewikkeldere netwerkstructuren die niet altijd een voor de hand liggende verdeling van het verkeer tot gevolg hebben.

3.1.4 Verdere concretisering van het functionaliteitsprincipe

De Duurzaam Veilig-indeling van wegen is verder geconcretiseerd door CROW (1997) en van aanvullende eisen voorzien door Dijkstra (2003; 2010). CROW kiest voor een categoriseringsprocedure die het bestaande wegennet als uitgangspunt neemt. De netwerkopbouw beschouwt men als een gegeven. Er is wel aandacht voor de 'wensen' van de verschillende soorten verkeersdeelnemers (vervoerswijzen): elke vervoerswijze kan een specifiek deel van het wegennet gebruiken.

Een belangrijk kenmerk van de netwerkopbouw is de 'maaswijdte' van de wegen. De maaswijdte beïnvloedt de omrijfactor in de mogelijke routes (Van Minnen, 1994). Ook bepaalt de maaswijdte van de verschillende wegcategorieën hoe snel men van A naar B kan rijden. Het hierbij door Van Minnen gehanteerde 'ritduurcriterium' (de maximaal acceptabele reistijd per wegcategorie) is uiteindelijk niet opgenomen in de categoriseringsvoorschriften van CROW (1997) omdat er onvoldoende onderbouwing voor bestaat.

Volgens Dijkstra (2010; 2011) zijn de volgende kenmerken van belang bij de categorisering van wegen:

- ligging van een weg (binnen of buiten de bebouwde kom of in een overgangsgebied);
- aanwezigheid van toegankelijke bebouwing langs de weg (wel of niet aanwezig);
- invloed van de directe omgeving (geen of gedeeltelijk of groot);
- veelvoorkomende verkeerssituaties (in termen van verkeersconflicten zoals afslaan, parkeren, oversteken);
- aard van de omgeving (geen activiteiten of bedrijvigheid of verblijven).

3.2 Verdere ontwikkelingen en resultaten

In deze paragraaf bespreken we de belangrijkste verdere ontwikkelingen ten aanzien van de functionele indeling van wegen. Onderzoeksresultaten zijn in *Bijlage B1* weergegeven.

3.2.1 Autosnelwegen

Vanaf de jaren 30 van de vorige eeuw zijn exclusieve wegen voor autoverkeer tot stand gekomen. In 1936 werden enkele aan te leggen rijkswegen aangewezen als 'autosnelweg': een weg met gescheiden rijbanen, ongelijkvloerse kruisingen, vaste bruggen en weinig aansluitingen met andere typen wegen. De A12 tussen Den Haag en Utrecht was de eerste autosnelweg. De aanleg startte in 1932, het eerste deel kwam gereed in 1937 (Mom & Filarski, 2008).

3.2.2 Autosnelwegen en niet-autosnelwegen

De categorisering van wegen buiten de bebouwde kom leidde vanaf de jaren 80 tot een indeling in autosnelwegen en niet-autosnelwegen. De niet-autosnelwegen waren vervolgens ingedeeld in drie hoofdcategorieën³ die elk weer in twee subcategorieën waren verdeeld. Bij deze indeling waren kenmerken leidend die men maatgevend vond voor het verkeersgedrag en herkenbaarheid voor de verkeersdeelnemer (RONA, 1980). Deze kenmerken werden gezien in de mogelijke aanwezigheid van onderscheidene voertuigsoorten, het gescheiden zijn van de rijrichtingen en de aanwezigheid van afslaand, kruisend of overstekend verkeer.

3.2.3 Experimenten in de jaren 70 en 80

In 1977 werd een tien jaar durende regeling ingesteld waarmee verspreid over Nederland tientallen experimenten met verkeersruimten en (vooral) verblijfsgebieden zijn uitgevoerd en geëvalueerd. De resultaten daarvan waren overwegend positief (zie *Bijlage B1.1*).

3.2.4 Shared Space en verkeerskundige functionaliteit

Als reactie op de vergaande reglementering van het wegverkeer (veel borden en verkeerstekens) kwam eind jaren 90 'Shared Space' in beeld (Hamilton-Baillie, 2008; zie *Afbeelding 3.2*). Deze aanpak wil openbare (verblijf)ruimten creëren die verkeersdeelnemers verleiden tot veilig uitwisselgedrag door het verkeer niet met traditionele verkeersmaatregelen te reguleren, maar door ze samen te brengen in de ruimte (zie ook het concept van geloofwaardige vormgeving (*Hoofdstuk 5*) en het belang van compatibiliteit (*Hoofdstuk 4*)).

Afbeelding 3.2. Voorbeeld van Shared Space in Arnhem (bron: www.shared-space.org).



Voor

Na



3. Autowegen, wegen met een 'geslotenverklaring' en wegen voor alle verkeer.

In de praktijk lijkt Shared Space zich echter niet alleen tot verblijfruimten te beperken, maar vooral verbonden te worden met ontsluitingsfuncties in de verkeersruimte, aangezien het concept op zowel erftoegangswegen als (kruispunten met) gebiedsontsluitingswegen wordt toegepast. Tot nu toe is nog niet wetenschappelijk vastgesteld of een Shared Space-ruimte veiliger of leefbaarder is dan een ruimte die 'traditioneel' is ingericht. Een dergelijke evaluatie is nodig voordat een grootschalige invoering verantwoord is. In *Paragraaf 4.2* komt Shared Space ook aan bod in relatie tot de (bio)mechanische principes van verkeersveiligheid.

Shared Space en de relatie met andere beleidsterreinen

Shared Space is vooral ontstaan vanuit de wens om tot leefbare verblijfruimte te komen. Omdat deze visie zich ook uitstrekt over openbare ruimten die door verkeer wordt benut, heeft het raakvlakken met verkeersveiligheid.

3.2.5 De uitrol van Duurzaam Veilig en de gevolgen voor de functionaliteit van wegen

De Duurzaam Veilig-visie zoals opgetekend door Koornstra et al. (1992) kwam tot stand door een combinatie van beleidsbehoeften enerzijds en toepassing van kennis over systeemveiligheid anderzijds. De beleidsbehoefte kwam tot uiting in een verzoek van Rijkswaterstaat aan SWOV om te verkennen hoe de verkeersveiligheidsdoelstellingen voor 2000 en 2010 gehaald konden worden. De benadering om verkeer en verkeersveiligheid daarbij meer als een samenhangend systeem te bezien, met diverse in elkaar grijpende elementen, is een ontwikkeling die vanaf 1965 in opkomst kwam (zie bijvoorbeeld Hagenzieker, Commandeur & Bijleveld, 2014). Deze ontwikkeling leidde in 1995 aanvankelijk tot een aantal demonstratieprojecten rondom Duurzaam Veilig – vooral om kennis op te doen over het proces om tot uitrol van de visie te komen – en in 1997 tot het Startprogramma Duurzaam Veilig, dat in 2002 werd afgerond (zie Wegman & Aarts, 2005; Weijermars & Van Schagen, 2009 voor uitgebreidere beschouwingen hierover). Uit de evaluatie van tien jaar Duurzaam Veilig (Weijermars & Van Schagen, 2009) bleek dat vrijwel alle wegbeheerders hun wegen hadden gecategoriseerd maar er zijn onderling verschillen in de uitwerking (zie ook *Bijlage B1.2*).

3.3 Problemen en kritieken

Met het in de praktijk brengen van de visie zijn niet alleen positieve resultaten op te tekenen: er kwamen ook problemen aan het licht en er zijn op punten ook kritische kanttekeningen te plaatsen bij de eerste uitwerkingen van Duurzaam Veilig. We gaan hieronder in op deze problemen en kritieken met betrekking tot de functionaliteit van wegen. We putten daarbij onder meer uit het rapport van Weijermars en Aarts (2010) over barrières om Duurzaam Veilig van theorie naar praktijk te brengen.

3.3.1 Meer dan één functionele dimensie: de 'grijze' wegen

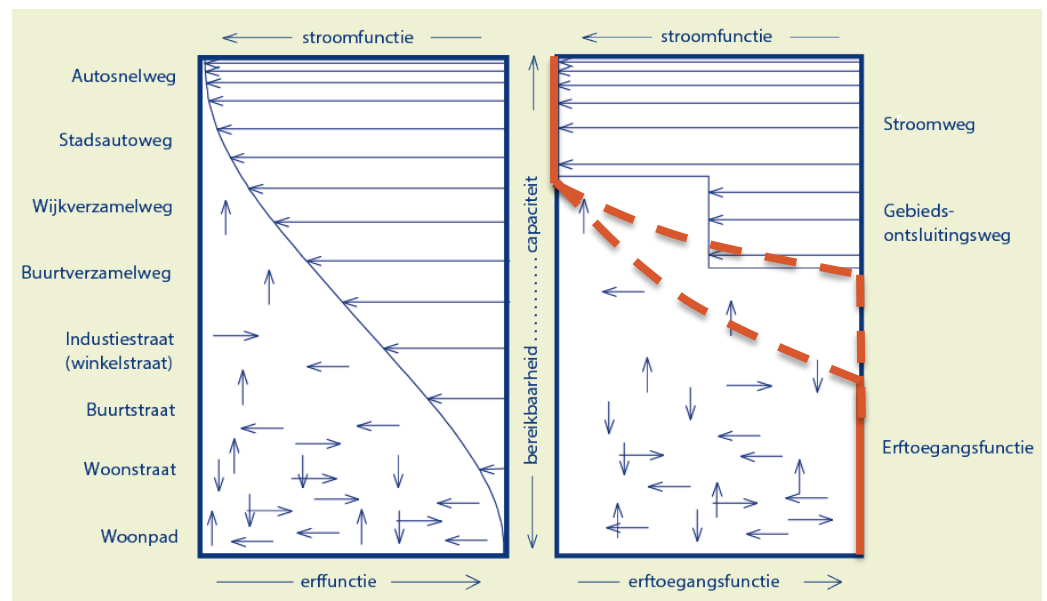
Onder meer uit het barrière-onderzoek van Weijermars en Aarts (2010) blijkt dat het op diverse plaatsen lastig is gebleken om de oorspronkelijke visie te vertalen naar praktische toepassing van de opgestelde richtlijnen. Dat komt onder meer doordat wegen in de praktijk nogal eens meerdere functies combineren, een probleem dat overigens al bij de ontwikkeling van Duurzaam Veilig werd voorzien (zie bijvoorbeeld Van Minnen, 2000). In de praktijk fungeren wegen vanuit specifieke logistieke doelen nogal eens op meerdere niveaus. Wegen kunnen bijvoorbeeld deel uitmaken van een ov-route of een route die – soms seizoens- of tijdgebonden – veel gebruikt wordt voor doorgaand fietsverkeer (forensen, recreanten). Met name bij schoolzones speelt het fenomeen dat de straat op verschillende tijdstippen van de dag een heel verschillende functie kan hebben (erftoegang voor ouders in de ochtend en middag, verblijfsdomein voor spelende

kinderen tijdens pauzetijden, stroomdomein voor ander verkeer als de straat ook een verbindende functie heeft). Daardoor zijn wegen niet altijd eenduidig als erftoegangs- of gebiedsontsluitingsweg te categoriseren. Dit geeft veiligheidsproblemen doordat stromend gemotoriseerd verkeer mengt met verkeersdeelnemers die uitwisselen of zelfs verblijven.

Daarnaast tekenen Weijermars en Aarts (2010) op dat de wegcategorie en de inrichting van de weg nogal eens niet overeenkomen: de bestaande weginrichting past niet bij de functie van de weg, of de functie van de weg wijzigt over de tijd en het categoriseringsplan en weginrichting worden hier niet op aangepast (bijvoorbeeld: een weg of weggedeelte met een stroomfunctie heeft geen scheiding van verkeerssoorten of geen ongelijkvloerse kruisingen door met name ruimte- of geldgebrek).

Wegen waar zich met name het eerste probleem maar ook het tweede beschreven probleem voordoet, worden ook wel 'grijze wegen' genoemd (zie bijvoorbeeld CROW, 2012b). Dit probleem doet zich vooral voor op wegen die nog het beste geclassificeerd kunnen worden als gebiedsontsluitingsweg of als drukke erftoegangsweg. Wegbeheerders blijken te worstelen met de vraag hoe ze in de praktijk met de theoretische uitgangspunten moeten omgaan en vallen daarbij voor die wegen terug op een fijnmazige indeling zoals beschreven door Goudappel en Perlot (1965; zie bijvoorbeeld ook Kroeze, 2004 en *Afbeelding 3.3*). In de rechterafbeelding is weergegeven hoe de theorie in de praktijk werkt: erftoegangswegen en stroomwegen die relatief goed monofunctioneel kunnen worden uitgewerkt, en de gebiedsontsluitingswegen waar behoefte is aan meer tussenvormen die zelfs in de tijd kunnen verschillen.

Afbeelding 3.3.
Indeling van wegen naar erf- en stroomfunctie.
Links volgens Goudappel en Perlot (1965), rechts volgens Duurzaam Veilig (uit: Wegman & Aarts, 2005).
Met rode lijnen is in de rechterafbeelding aangegeven hoe in de praktijk met toedeling van beide functies op verschillende subtypen van gebiedsontsluitingswegen wordt omgegaan.



Dijkstra, Eenink en Wegman (2007) hebben voorgesteld om de oplossing voor het probleem van 'grijze wegen' te zoeken in de *condities* waaronder het verkeer van de weg gebruik maakt: zorg voor 'veilige snelheden' (zie *Hoofdstuk 4*).

‘Grijze wegen’ en de relatie met andere beleidsterreinen

Bij ‘grijze wegen’ spelen drie invalshoeken een rol:

Stedenbouw

Deze is vooral gericht op de ‘omgeving’ van de verkeersinfrastructuur. Hierbij staan verbindende en ontsluitende verkeersinfrastructuur en verblijfsgebieden centraal. Deze indeling wordt ook in het verkeersveiligheidsdomein gebruikt.

Doorstroming en bereikbaarheid

De verkeersfuncties staan hier centraal op vier niveaus:

1. interlokaal;
2. bovenwijks;
3. buurt;
4. straat.

Verkeersveiligheid

Een van de belangrijke kwaliteitsaspecten van verkeer. Voor een veilige verkeerafwikkeling zijn veilige snelheden cruciaal (zie *Hoofdstuk 4*).

Voor de situatie waarin wegen op verschillende tijdstippen of op verschillende perioden een verschillende functie kunnen hebben, biedt de eerder genoemde gedachtegang van veilige snelheden die zijn afgestemd op de meest kwetsbare verkeersdeelnemers wellicht ook een oplossingsrichting. Maar gezien het dynamische karakter van het probleem zou hierbij ook naar dynamische uitwerkingsvormen gezocht kunnen worden. Een oplossing kan wellicht gevonden worden in de hoeveelheid verkeer die op ‘ontsluitingsmomenten’ door congestievorming sowieso tot lagere snelheden leidt, in de samenstelling van verkeer (denk ook aan venstertijden die auto- en vrachtverkeer alleen toelaten in voetgangersgebieden op tijden dat er weinig of geen voetgangers zijn), en op termijn is ook een uitwerking denkbaar waarbij technologische hulpmiddelen uitkomst kunnen bieden.

De geschetste visie op grijze wegen is geformuleerd door uit te gaan van eisen aan scheiden of mengen van verschillende verkeersdeelnemers, gegeven hun snelheids- en massaverschillen en hun verschillen in afmetingen. Er is op dit moment nog niet bekend wat de daadwerkelijke effecten van een dergelijke oplossing zijn voor verschillende situaties, of dat hiermee toch nog problemen resteren of nieuwe problemen geïntroduceerd worden. Hoe begrijpelijk is het bijvoorbeeld nog voor de verkeersdeelnemer (zie ook *Hoofdstuk 5*)?

3.3.2 Vooral voor wegen buiten de bebouwde kom

Kijkend naar de wegencategorisering volgens Duurzaam Veilig, kunnen we ook constateren dat deze zich in het verleden vooral heeft gericht op wegen buiten de bebouwde kom: in 2002 was het *Handboek wegontwerp* (CROW, 2002; bedoeld voor wegen buiten de bebouwde kom) volledig afgestemd op de wegencategorisering van Duurzaam Veilig en waren er slechts een beperkt aantal dwarsprofielen voorgeschreven per wegencategorie.

Aan de andere kant geeft de *ASVV 2012* (‘Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom’; CROW, 2012a) voor de Duurzaam Veilig-wegencategorieën een scala aan mogelijke dwarsprofielen, onder meer omdat men nog worstelt met de monofunctionele toepassing van ‘stromen’ en ‘uitwisselen’ op de wegen in steden en dorpen. Bij de oorspronkelijke categorisering door CROW (1997) was al wel besloten dat er geen stroomweg binnen de bebouwde kom zou komen, omdat een stroomweg alleen past bij een situatie buiten de bebouwde kom. Later is nog wel een pleidooi gehouden om ook binnen de bebouwde kom de categorie ‘stroomweg’ te onderscheiden (Hansen, 2005).

Door onder meer de inzichten over ernstig verkeersgewonden en (daarmee) de geïntensiveerde aandacht voor fietsers, is het accent de laatste jaren wel meer komen te liggen op wegen binnen de bebouwde kom en heeft SWOV gesuggereerd om ook stroomwegen voor fietsers te definiëren (Weijermars et al., 2013; zie ook *Paragraaf 3.3.3*). Ook anderen houden een pleidooi voor een categorisering gericht op fietsers (zie bijvoorbeeld Walraad, 2017b). Het is de vraag of hiermee een veiligheidsdoel wordt gediend of vooral een doorstromingsdoel.

3.3.3 Vooral voor het autoverkeer

De functionele indeling van wegen is niet alleen vooral uitgewerkt voor wegen buiten de bebouwde kom, maar misschien nog wel meer specifiek voor het autoverkeer of de interactie (van bijvoorbeeld fietsers en voetgangers) met het autoverkeer. Dit is vooral zo ontwikkeld vanuit de groei van het autoverkeer in de tweede helft van de vorige eeuw (zie *Paragraaf 3.1.2*). In hoeverre de indeling van verkeersvoorzieningen ook van toepassing is op voetgangers, overig niet-gemotoriseerd verkeer of langzaam gemotoriseerd verkeer, is uitgewerkt in onder andere CROW (2014b) voor lopen en CROW (2016) voor fietsers. Omdat steeds meer mensen fietsen (bron: CBS), is er een toenemende vraag om de fietsmobiliteit (en ook de voetgangersmobiliteit) een expliciete plaats te geven in de op veiligheid gerichte functionele verkeersindeling. Een uitwerking hiervan is bijvoorbeeld de fietsstraat (zie *Paragraaf 3.4.3*) maar ook ontwikkelingen zoals 'Verkeer in de Stad' (zie *Paragraaf 3.4.4*) passen hierin.

Vanuit de ontwikkeling van een toenemend aantal ernstig verkeersgewonden onder fietsers, vooral in ongevallen zonder gemotoriseerd verkeer, doen Weijermars et al. (2013) de suggestie om het functionaliteitsprincipe ook voor fietsers in te voeren. Er zouden dan ook stroomwegen voor fietsers kunnen bestaan (denk bijvoorbeeld aan snelfietsroutes die door de toegenomen aandacht voor fietsen steeds meer in zwang raken (CROW, 2014a). De functie die hierbij centraal staat, lijkt vooral die van 'verbinding' binnen het fietsnetwerk. Of dit de veiligheid zal bevorderen moeten worden onderzocht.

Wat speelt een rol bij de routekeuze van fietsers? (zie ook *Hoofdstuk 5*)

Bij de routekeuze van fietsers speelt ook aantrekkelijkheid en comfort van de route een belangrijke rol: routes met fietsvoorzieningen, een goede kwaliteit wegdek, geen helling, korte reistijd en kruispunten met voorrang voor fietsers worden belangrijk gevonden (zie ook Van Overdijk, 2016). Op microniveau is dat onder meer te zien aan bijvoorbeeld het ontstaan van 'olifantenpaadjes'; op macroniveau bepaalt ook het doel en de lengte van de reis (bijvoorbeeld korte boodschap versus lange-afstandsrouten fietsen) welke routes worden gekozen (zie bijvoorbeeld Te Brömmelstroet, 2012).

Uit het onderzoek naar routekeuze van fietsers (zie Dijkstra, 2017) blijkt dat een korte reisduur voor oudere fietsers minder belangrijk is dan voor jongeren fietsers. Op oudere leeftijd neemt het belang toe van factoren zoals comfort, vermijden van ontmoetingen met (snel en veel) autoverkeer. Wel maakt het uit op wat voor fiets er wordt gereden: voor berijders van een elektrische fiets blijken de aanwezigheid van een fietspad en een niet te hoge verkeersintensiteit van auto's het belangrijkste, terwijl voor berijders van een gewone fiets zaken als reistijd en de snelheid van het autoverkeer belangrijker worden gevonden.

3.4 Recente ontwikkelingen

Er zijn de afgelopen jaren een aantal ontwikkelingen gaande die verband houden met het principe van functionaliteit en soms ook andere Duurzaam Veilig-principes. Hieronder noemen we een aantal in het oog springende voorbeelden en gaan daarvan na hoe deze ontwikkelingen zich verhouden tot het functionaliteitsprincipe en in welk opzicht deze kunnen inspireren tot nieuwe zienswijzen en oplossingsrichtingen.

3.4.1 Uitwerkingsvormen voor de functionaliteit van wegen

Een van de uitgangspunten van Duurzaam Veilig is dat de functionaliteit van wegen in overeenstemming moet zijn met de vormgeving en het gebruik. Het is dan ook lastig om functionaliteit helemaal los te bespreken van de uitwerkingsvormen waarin dit principe uiteindelijk gestalte krijgt, zoals te zien is bij onderwerpen zoals woonerven, Zones 30, fietsstraten en 'grijze wegen'. Alhoewel een uitgebreidere beschouwing en achtergronden van deze uitwerkingen aan bod komen bij de bespreking van de andere ontwerpprincipes (*Hoofdstuk 4 en Hoofdstuk 5*), noemen we hier toch een paar ontwikkelingen om de dwarsverbanden weer te geven.

Algehele 30km/uur-limiet binnen de bebouwde kom

Nadat medio jaren 70 het principe van een 'woonerf' werd ingevoerd, bleek dat een dergelijke gebiedsinrichting uiteindelijk geen haalbare oplossing bood voor alle wegen en straten binnen de bebouwde kom (Vis, 1994). Omdat was gebleken dat ook met een 30km/uur-limiet gunstige resultaten voor de leefbaarheid en verkeersveiligheid konden worden bewerkstelligd (zie ook *Bijlage 1.1*), werd als alternatief voor een gebiedsinrichting voorgesteld om woonstraten in te richten. Hier zou een 30km/uur-limiet gaan gelden, als standaardlimiet binnen de bebouwde kom. Alleen de (enkele) verkeersaders en erven zouden daarvan afwijken (zie bijvoorbeeld Van Minnen, 1997). Dit zou ook de weg vrijmaken om een gelijkwaardige voorrang te regelen voor auto- en langzaam verkeer. Ook werd het gezien als mogelijke oplossing voor de 'grijze wegen' (zie ook *Paragraaf 3.3.1*).

Recentelijk heeft het plan weer op hernieuwde aandacht kunnen rekenen, onder meer door standpunten van VVN⁴, de Fietsersbond en politieke partijen zoals GroenLinks (Tweede Kamer, 2014, zie *Paragraaf 4.4.2*).

30 km/uur en de relatie met andere beleidsterreinen

Zones 30: zowel goed voor de leefbaarheid en het milieu als voor de verkeersveiligheid in verblijfsgebieden.

LARGAS – langzaam rijden gaat sneller

Het concept achter LARGAS (LAngzaam Rijden GAat Sneller; CROW, 2004b; Tromp et al., 2001) is dat ook met lage snelheden min of meer een stroomfunctie van het autoverkeer kan worden gefaciliteerd door de punten waar oponthoud is (verkeerslichten) zo veel mogelijk weg te nemen. LARGAS vindt vooral uitwerking door kruispunten niet met verkeersreginstallaties (VRI's) in te richten maar met voorrangspointjes.



⁴ vvn.nl/dossier/snelheid.

Uit een evaluatie van de toepassing van LARGAS in Arnhem (MuConsult, 2015) bleek een lagere snelheid in combinatie met voorrangspointjes inderdaad tot een betere doorstroming te leiden. De verkeersveiligheid is echter niet onderzocht.

LARGAS en de relatie met andere beleidsterreinen

LARGAS: langzamer rijden en geen oponthoud bij verkeerslichten bevordert de doorstroming van het autoverkeer. Ook voor de verkeersveiligheid is dit in principe bevorderlijk. Oversteken moet dan wel extra worden gefaciliteerd.

3.4.2 Bereikbaarheidsvisies binnen een duurzaam veilig verkeerssysteem

Bypasses voor bereikbaarheid

Eind jaren 90 nam de doorstroming op het Nederlandse hoofdwegenet geleidelijk af door een toenemend gebruik ervan en een nagenoeg gelijkblijvende capaciteit. De bereikbaarheid van de economische centra kwam onder zware druk te staan. TNO 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 hoofdwegenet (HWN). Toepassing ervan leidt volgens TNO tot een aanzienlijke verbetering van de doorstroming. Eerder constateerden Dijkstra en Hummel (2004) na eerste onderzoek al dat het concept ook voor verkeersveiligheid verdere aandacht en uitwerking verdient. Om te passen in een duurzaam veilig verkeerssysteem zou meer aandacht nodig zijn voor eisen omtrent de 'maaswijdte' van de verschillende wegcategorieën: met name de omvang van verblijfsgebieden binnen en buiten de bebouwde kom en af te leggen afstanden op gebiedsontsluitingswegen ten opzichte van andere wegcategorieën.

Robuust wegennet

Ook de 'visie robuust wegennet' van de ANWB en TNO (Schrijver et al., 2008) wil een antwoord vormen op de toenemende kwetsbaarheid van het huidige wegennet voor verstoringen in de doorstroming. Deze visie bevat echter nog geen duidelijkheid omtrent de verkeersveiligheids-effecten van een 'robuust' wegennet, omdat oplossingsrichtingen per situatie kunnen verschillen. Uit een eerste verkennend onderzoek (Dijkstra & Tromp, 2010) bleken de verschillen tussen een robuust en een duurzaam veilig wegennet gering voor zowel doorstroming als verkeersveiligheid. Het lijkt op basis van de huidige resultaten mogelijk om beide varianten te integreren tot een variant die meer doorstroming biedt en tegelijkertijd optimaal veilig is. Er zouden echter meer situaties bestudeerd moeten worden om goede uitspraken te kunnen doen in hoeverre een robuust wegennet ook in meer algemene zin een duurzaam veilig wegennet kan zijn.

3.4.3 De fietsstraat en functiemenging van verkeersmodaliteiten

Een opkomend fenomeen dat de verkeersafwikkeling van de fiets centraal stelt en die van de auto daaraan ondergeschikt maakt, is de fietsstraat (Andriess & Hansen, 1996; Meijboom & Prikken, 1994; zie *Afbeelding 3.4*). De eisen voor een fietsstraat zijn later verder uitgewerkt door het Fietsberaad en CROW (2005). Uit een eerste analyse van fietsstraten in Nederland (Delbressine, 2013; Mansvelter, Dijkstra & Delbressine, 2013) blijkt dat deze vooral worden toegepast op erftoegangswegen. Maar vooral voor de auto, die hier 'te gast' is, geldt hierbij de uitwissel- of erftoegangsfunctie, terwijl voor de fiets eerder een (fiets)stroomfunctie geldt: fietsstraten maken doorgaans deel uit van een groter fietsnetwerk.

Met het oog op de eerder genoemde kritiek dat het functionaliteitsprincipe vooral voor autoverkeer is uitgewerkt en vooral eendimensionaal en statisch wordt toegepast, brengt de fietsstraat ons tot de vraag of dit een goede, veilige uitwerking kan bieden van een functioneel wegennet voor fietsers en het combineren van functionaliteiten van verschillende verkeersmodaliteiten (zie *Tabel 3.1*). Het stromen van de fiets wordt bevorderd door op de kruispunten de voorrang te regelen ten gunste van de fietsroute (vergelijkbaar met het LARGAS-principe). Dit wijkt af van het algemene streven naar 'alle verkeer van rechts heeft voorrang' op alle kruispunten in verblijfsgebieden. Tevens lift de auto (onbedoeld?) mee in deze voorrangsregeling.

Afbeelding 3.4. Voorbeeld van een fietsstraat (bron: Fietsberaad).



Is het daadwerkelijk een probleem dat verschillenden vervoerswijzen die gebruik maken van dezelfde ruimte, daarbij verschillende verkeerskundige functies hebben? Zolang de stroomfunctie enkel is toebedeeld aan de zwakste of minst beschermde verkeersdeelnemer en zolang de snelheidsverschillen klein zijn (zie *Hoofdstuk 4*), zou dat mee kunnen vallen. Zo constateert Schepers in zijn onderzoek (2013) dat het voor fietsers zelfs veiliger zou zijn als zij door *verblijfsgebieden* gaan stromen in plaats van op wegvakken van gebiedsontsluitingswegen, waar de kans groter is dat ze met het autoverkeer in aanraking komen. Schepers pleit dan ook voor ontvlechting van de verkeerskundige functies voor auto- en fietsverkeer. Uit onderzoek van Delbressine (2013) blijkt het mengen van functies echter tot veiligheidsconflicten te kunnen leiden die vooral nadelig uitpakken voor de minst beschermde verkeersdeelnemer: in dit geval de fietser en de overstekende voetganger. Uit het onderzoek blijkt dat een dergelijke menging van functies alleen onder voorwaarden tamelijk veilig kan. Die voorwaarde is dat de auto-intensiteit laag is.

Tabel 3.1. Functionele indelingen van wegen voor fietsverkeer en snel gemotoriseerd verkeer. ETW = erftoegangsweg, GOW = gebiedsontsluitingsweg.

Wegvak		Auto	
		Erftoegang	Stromen
Fiets	Erftoegang	ETW	Van elkaar scheiden in locatie en/of tijd
	Stromen	Fietsstraat, kan alleen veilig bij lage intensiteit van het erftoegangsverkeer	GOW

Wat een fietsstraat betekent voor voetgangers die er verblijven (spelende kinderen bijvoorbeeld), is momenteel nog niet duidelijk. Op theoretische gronden lijkt dit echter niet wenselijk voor de verkeersveiligheid en dienen zowel stromende als verblijvende voetgangers van het fietsverkeer gescheiden te worden met een eigen voorziening (trottoir). Hieruit zou de meer algemene eis kunnen worden afgeleid dat als een van de langzamere en onbeschermd vervoersmodaliteiten stroomt (in dit geval de fietser), de nog langzamere en kwetsbare (onbeschermd) verkeersdeelnemers (inclusief voetgangers) van het stromende verkeer gescheiden moeten worden. Dergelijke functiemenging kan alleen veilig en ongehinderd als de intensiteit van het erftoegangsverkeer laag is. Daarnaast zal moeten worden bezien wat het betekent voor bijvoorbeeld overstekende voetgangers. In *Paragraaf 4.4.1* gaan we hier nader op in.

De fietsstraat en de relatie met andere beleidsterreinen

Het concept van de fiets-straat is ontstaan vanuit doorstromings- en comfort-wensen van fietsers. Omdat hierbij sprake is van menging van verkeerskundige bewegingen van verschillende verkeersdeelnemers, is het van belang om ook naar de verkeersveiligheidsaspecten van de fietsstraat te kijken. Hiervan kan ook geleerd worden voor de combinatie van functionaliteiten van andere vervoersmodaliteiten.

Dit brengt ons bij de vraag of een multimodale functie-indeling van wegen ook voor andere vervoerswijzen dan de fiets in de Duurzaam Veilig-visie opgenomen zou kunnen worden. Te denken valt daarbij aan:

- gemotoriseerde tweewielers (of wellicht beter: licht gemotoriseerd verkeer, daar de motor tot de snelle motorvoertuigen wordt gerekend);
- openbaar vervoer;
- vrachtverkeer;
- landbouwverkeer daar waar het (vooralsnog) onvermijdelijk is dat zij op de openbare weg komen.

Voor deze laatste drie categorieën bestaan al logistieke routes (respectievelijk ov-routes, het kwaliteitsnet goederenvervoer, routes voor langere en zwaardere vrachtautocombinaties (LZV's) en logistieke landbouwroutes).

Voor ov-stromen geldt dat hier een compatibiliteitsconflict optreedt met langzamere en kwetsbare verkeersdeelnemers (stromend of verblijvend; zie *Hoofdstuk 4*) en is scheiding in locatie of tijd aan te bevelen SWOV (2011). In de praktijk wordt dit nogal eens opgelost met auditieve en visuele signalen om het andere verkeer te waarschuwen. Verkeersintensiteit van het ov zijn vrijwel altijd relatief laag, maar zo lang er contact mogelijk is met andere verkeersdeelnemers, blijft er een potentieel risico bestaan.

Bij functiemenging van overige gemotoriseerde voertuigtypen lijkt de incompatibiliteit (zie *Hoofdstuk 4*) tussen het stromend verkeer en manoeuvreerbewegingen van het uitwisselend verkeer op theoretische gronden niet met elkaar verenigbaar. Daarnaast zou ook gesteld kunnen worden dat de genoemde voertuigtypen een minder grote groei hebben doorgemaakt dan de fiets en derhalve niet – net zoals dat medio vorige eeuw met de auto is gebeurd – om een apart functioneel stelsel vragen.

Ook vanuit de wens om een visie niet nodeloos complex te maken, lijkt het vooralsnog niet noodzakelijk om voor andere vervoerswijzen dan de fiets tot aanvullende functionele indelingen te komen. Wellicht zijn wel aanvullende ontwerp oplossingen wenselijk. Deze komen aan bod bij de andere twee ontwerpprincipes (*Hoofdstuk 4* en *Hoofdstuk 5*).

3.4.4 Verkeer in de Stad

In opdracht van de ANWB heeft een aantal adviesbureaus een oplossingsrichting uitgewerkt hoe om te gaan met het ruimtegebruik in steden met het oog op in omvang toenemende vervoerswijzen zoals de fiets en nieuwe soorten vervoerswijzen, met name allerlei varianten van gemotoriseerde tweewielers (Immers et al., 2016). In de visie van 'Verkeer in de Stad (VidS) kunnen tweewielers een oplossing bieden voor ruimtegebrek in steden. Daarom zou hun mobiliteit optimaal gefaciliteerd moeten worden. In VidS wordt de functionaliteit van wegen niet ter discussie gesteld maar ook niet expliciet gebruikt als basis voor de inrichting van wegen; er wordt vanuit dominante voertuigfamilies (voetgangers, fietsachtigen, lichte motorvoertuigen, auto-achtigen, vrachtauto-achtigen en railverkeer) een uitwerking voorgesteld om de verkeersafwikkeling in steden slimmer en veiliger te laten verlopen. De inrichting zou moeten voldoen aan een ontwerpsnelheid die past bij de dominante voertuigfamilie (de zogenoemde 'verkeersmilieus') en heeft daarmee vooral relatie met de inrichtingsprincipes.

Het gezichtspunt vanuit stromen en uitwisselen zou in de VidS-visie nog explicieter meegenomen kunnen worden om inrichtingskeuzes mede te bepalen. Daarbij zou een vernieuwde uitwerking van het functionaliteitsprincipe, waarbij naast het autoverkeer ook het langzame verkeer in functionaliteit wordt betrokken, uitkomst kunnen bieden. Het VidS-concept is in een aantal gemeenten beproefd. De belangrijkste uitkomst is dat door de implementatie van VidS stedenbouwers en verkeerskundigen intensief samenwerken. Wel valt op dat uiteindelijk geen aparte verkeersruimte voor gemotoriseerde tweewielers in de ontwerpen is gereserveerd. VidS komt nader aan bod in *Paragraaf 4.1.1*.

3.5 Uitdagingen voor de toekomst: met, zonder of juist dynamische functionaliteit?

De noodzaak tot onderscheid in functioneel gebruik van wegen is vooral ontstaan door een (explosief) groeiend verkeersaanbod en het feit dat verschillende verkeersdoelen slecht met elkaar bleken samen te gaan. De noodzaak tot regulering was geboren. Dat leidde tot een oplossing voor doorstroming, leefbaarheid en verkeersveiligheid, maar introduceerde ook weer nieuwe problemen in met name de praktische toepassing van Duurzaam Veilig (resultierend in problemen zoals 'grijze wegen'). Met de verdere ontwikkeling van het verkeer en de groei ook in andere modaliteiten zien we nu de volgende fase ontstaan waarin verkend wordt wat de grenzen zijn van het functionaliteitsconcept en onder welke condities functionaliteiten wellicht toch gecombineerd kunnen worden (zoals bij de fietsstraat). Hoe kan de verdere toekomst eruit gaan zien gegeven maatschappelijke ontwikkelingen als vergrijzing, verstedelijking en technologische innovaties (zie Van Schagen & Aarts, 2018), en wat is daarin voor de verkeersveiligheid op basis van de huidige inzichten wenselijk?

Door groei van het verkeer druk op een functioneel wegennet?

Ook voor de toekomst zal een functionele indeling van wegen nodig of wenselijk blijven voor een verkeersveilig resultaat. Wel moet nagedacht en onderzocht worden hoe acceptabele, veilige oplossingen gevonden kunnen worden voor de drukte en het steeds heterogener wordende verkeer (zie ook *Paragraaf 4.3.2*). De verwachting is dat de komende jaren de drukte in en om met name stedelijke gebieden alleen maar toe zal nemen (zie Van Schagen & Aarts, 2018) en zodoende ook de druk op verplaatsingsruimte. In feite zien we aan nieuwe concepten zoals VidS al dat verkenningen worden gestart om die openbare ruimte zo aangenaam (en ook veilig) mogelijk voor verschillende modaliteiten te kunnen benutten. Daarbij wordt gezocht naar nieuwe combinatiemogelijkheden, waarbij in feite het functionaliteitsconcept wordt verlaten en oplossingen vooral in ontwerpsnelheden wordt gezocht. De autobereikbaarheid wordt daardoor mogelijk ondergraven ten faveure van langzamere verplaatsingsvormen zoals fietsen en lopen; voorsnog is onduidelijk welke maximale omvang van erftoegangsgebieden ook voor

autoverkeer acceptabel is. Het is denkbaar dat met de verdere ontwikkeling van het verkeer en de druk op de openbare ruimte, uiteindelijk meer dynamische oplossingen nodig zijn om tot een maatschappelijk acceptabel resultaat te komen (zie ook verderop). In hoeverre dergelijke nieuwe concepten een aanwinst kunnen beteken voor de verkeersveiligheid, zal nader moeten worden bestudeerd.

Schoolkinderen

In schoolzones staat uitwisselen centraal, zeker op de momenten dat kinderen aankomen, vertrekken en tijdens de pauzemomenten van de school. Zo wordt een optimaal veilige verblijfsomgeving geboden.

Daar waar verkeersfunctionaliteiten onvoldoende gescheiden kunnen worden, worden in ieder geval veilige condities geschapen gericht op kinderen (zie Hoofdstuk 4). Technologische systemen kunnen er mogelijk aan bijdragen dat de nabijheid van kinderen als signaal wordt gebruikt voor het bewerkstelligen van deze veilige verkeerscondities.

Vergrijzing: het belang van fysieke bescherming en niet te grote complexiteit

De ontwikkeling waar we het meest zeker over zijn, is de vergrijzing. Voor een optimaal veiligheidsresultaat betekent dit dat we zo goed mogelijk rekening dienen te houden met de fysieke en psychologische competenties van deze groep verkeersdeelnemers (zie ook *Hoofdstuk 4* en *Hoofdstuk 5*). Bij het combineren van verkeerskundige functies bestaat de kans dat de fysieke bescherming van verkeersdeelnemers in het geding komt en ook de complexiteit van het verkeer zodanig toeneemt dat daarmee de begrijpelijkheid van de verkeerssituatie (te veel) afneemt. Met name voor ouderen, maar ook voor onervaren verkeersdeelnemers is dit in principe niet wenselijk.

Actieve ouderen en oudere forensen

Actieve ouderen komen als 'normmens' meer centraal te staan in de inrichting van de openbare ruimte. Het is niet alleen een grote en groeiende groep, zij behoren ook tot de meer kwetsbaren in de samenleving die tegelijkertijd maatschappelijk nog zeer actief zijn. Dat vraagt om een overzichtelijk verkeerssysteem met voldoende fysieke bescherming. Ook andere groepen zoals schoolkinderen en jongeren kunnen hiervan profiteren, omdat het voor hen kan bijdragen aan een veiligere leeromgeving die niet al te complex is.

Technologie als kans voor nieuwe oplossingsrichtingen

Het is een bijna wettelijke wetmatigheid dat het in principe veiliger is om verkeerskundige functies van elkaar gescheiden te houden. Dit hangt ook nauw samen met natuurkundige fenomenen zoals grote verschillen in snelheid en bescherming (zie ook *Hoofdstuk 4*). Dat laat onverlet dat er zich nieuwe ontwikkelingen aandienen die om een oplossing vragen en nieuwe mogelijkheden zich aandienen die benut kunnen worden om tot veilige resultaten te komen. Er wordt met name veel verwacht van oplossingen in de technologie, al mag niet overschat worden hoe snel een dergelijke ontwikkeling daadwerkelijk grootschalig voet aan de grond krijgt en de huidige problemen daadwerkelijk oplost zonder weer nieuwe problemen te introduceren (zie bijvoorbeeld Hagenzieker, 2015; SWOV, 2010c). Dat laat onverlet dat de vraag gerechtvaardigd is of we op termijn van een vooral fysiek geregelde en statische infrastructurele indeling niet meer naar een technologie-gestuurde en meer dynamische verkeersindeling zullen gaan (zie ook Timmermans, 2015). Dit is overigens een vraagstuk dat zowel wegbeheerders als stedenbouwers en planologen bezighoudt (zie bijvoorbeeld Timmermans, 2015; Van den Toorn, 2017).

Forensen en zakelijk verkeer

Met name dit is een groep die groot belang hecht aan goede stroomfuncties. Tegelijkertijd zullen door de drukte op het onderliggend wegennet grotere verschillen optreden in het stroomdeel van de reis en het uitwisseldeel van en naar bestemmingen. Mogelijk zal het wisselen van vervoerswijze op het moment dat het stroomdeel van de reis aankomt bij de randen van steden, een rol gaan spelen. Een ander scenario is dat zakelijke bestemmingen zich meer aan de randen van steden zullen gaan bevinden en woonbestemmingen zich meer zullen concentreren in steden. Vervoer van en naar voorzieningen zal daarmee in steden mogelijk losgekoppeld worden van de grotere stroomverplaatsingen.

Dus: zal in de toekomst de verkeerskundige functionaliteit statisch toegedeeld blijven worden aan locaties? Of kan dit door nieuwe technologie ook dynamisch gebeuren, bijvoorbeeld afhankelijk van aanbod en tijdsperiode? In theorie is dat mogelijk. Het is echter niet de verwachting dat – zelfs in een wereld waarin voertuigen automatisch rijden en ongevallen (vrijwel) allemaal kunnen worden voorkomen – de functionele indeling van wegen naar ‘stromen’ of ‘ontsluiten’ niet meer relevant zal zijn. Ook automatisch rijdende auto’s zouden niet onbelemmerd door elke soort straat mogen rijden: de kortste route die via een woonstraat loopt, kan daardoor ineens wel erg druk worden. Ook kan de ritduur toenemen omdat het voertuig telkens moet remmen voor ander verkeer en worden veiligheidssystemen flink op de proef gesteld bij verkeersdilemma’s in het krioelende heterogene verkeer. Dus ook dan zal een functionele indeling van wegen en veilige opbouw van routes nodig zijn. Ook verder uitgewerkte toekomstbeelden gaan nog steeds – en zelfs sterker dan nu het geval is – uit van de gescheiden functies ‘stromen’ en ‘uitwisselen’⁵. Hoe dan ook, we verwachten dat in het verkeerssysteem van 2030 het onderscheid tussen verkeerskundige functionaliteit nog steeds aan de orde zal zijn. Wel moeten we nadenken over ontwikkelingen en nieuwe mogelijkheden die oplossingen kunnen bieden voor een verkeersveilige toekomst; net als de korte- en langetermijngevolgen die te verwachten zijn van een transitie naar die nieuwe toekomst.

Kortom: functionaliteit van wegen in de toekomst

Al met al verdient het aanbeveling om vooralsnog vast te houden aan de verkeerskundige monofunctionele indeling van wegen. Dit dient meer dan alleen een veiligheidsdoel. Voor die situaties waar de praktijk tegen problemen aanloopt (zoals in het geval van ‘grijze wegen’ of drukte van veel verschillende vervoersmodaliteiten), hebben we eerste randvoorwaarden beschreven om ruimte te bieden voor veilige maatwerkoplossingen. Als het om de verdere toekomst gaat, verdient het aanbeveling om te bezien of en hoe een meer dynamische toedeling van verkeerskundige functionaliteit oplossingen kan bieden en onder welke condities dat veilig kan. Dit kan worden meegenomen in gedachtevorming over een mogelijke transitie naar een (verregaand?) geautomatiseerd verkeerssysteem.

5 Zie bijvoorbeeld het tunnelstroomsysteem van Elon Musk: www.businessinsider.nl/elon-musk-reveals-details-tunneling-project-boring-company-new-video-2017-4/?international=true&r=US.

3.6 De verkeerskundige basis in DV3

Op basis van de ervaringen, geconstateerde problemen, kritieken en nieuwe oplossingsrichtingen, wordt in een duurzaam veilig verkeerssysteem dat toekomstbestendig is tot ten minste 2030, de volgende herziene invulling van het functionaliteitsprincipe voorgesteld.

3.6.1 Hoofdvorm van een functionele indeling van wegen: monofunctionaliteit

De verkeersruimte bestaat uit wegvakken en kruispunten en deze hebben idealiter maar één verkeersfunctie voor alle vervoerswijzen (monofunctionaliteit): stromen of uitwisselen/erftoegang bieden. Stromen houdt in dat er verkeersdeelname is zonder interactie met de omgeving; bij uitwisselen is er juist wel interactie met de omgeving en zijn er abrupte manoeuvres. Deze beide functies gaan niet veilig samen. De verkeersfunctie is de basis voor een veilige inrichting en een veilig gebruik van wegen.

Het wegennet is daartoe idealiter een hiërarchische en doelmatige opbouw van de verkeersfuncties, bestaande uit drie typen wegen:

- *stroomwegen* (stromen op wegvakken en over kruisingen);
- *gebiedsontsluitingswegen* (stromen op wegvakken en uitwisselen op kruispunten);
- *erftoegangswegen* (uitwisselen op wegvakken en kruispunten).

Erftoegangswegen zijn de enige soort verkeersruimte die samengaat met een verblijfsfunctie van de openbare ruimte.

3.6.2 Maatwerk en faseringsoplossingen: multifunctionaliteit onder condities

In gevallen waarbij monofunctionaliteit niet op korte termijn gerealiseerd kan worden (grijze wegen), moet in de uitwerking gestreefd worden naar een zo veilig mogelijk resultaat door middel van *veilige snelheden*. Daarbij is de kwetsbaarste verkeersdeelnemer in de verkeersinteractie maatgevend en dienen het ontwerp en het voertuig de veilige snelheid te ondersteunen. De twee andere ontwerpprincipes kunnen daarmee de suboptimale uitwerking van het functionaliteitsprincipe compenseren (zie *Hoofdstuk 4*).

In uitzonderlijke gevallen lijken stromen en ontsluiten gecombineerd te kunnen worden: dat is wanneer fietsers stromen met een veilige snelheid, de intensiteit van het uitwisselende verkeer zeer laag is en de gerealiseerde snelheidsverschillen laag. Voorbeeld zou een goed vormgegeven fietsstraat zijn, of een autoluwe winkel- of schoolzone. Deze situatie is echter niet ideaal en verdient een zorgvuldige afweging met de consequenties voor andere kwetsbare verkeersdeelnemers.

Daar waar sprake is van verschillende dominante verkeersfuncties op verschillende tijdstippen (over de dag of de seizoenen), kan *dynamische monofunctionaliteit* mogelijk een oplossing bieden: op het ene moment heeft de weg een stroomfunctie, op een ander moment een uitwisselfunctie. Dit kan naar verwachting alleen veilig als snelheden gematigd zijn. Hoe dit praktisch en veilig kan worden uitgewerkt, verdient nader onderzoek.

4 (BIO)MECHANICA van de verkeersveiligheid

Samenvatting: (BIO)MECHANICA, over afstemming van snelheid, richting, massa, afmetingen en bescherming van de verkeersdeelnemer

Verkeersstromen en vervoerswijzen zijn idealiter op elkaar afgestemd (compatibel) in snelheid, rijrichting, massa, afmetingen en mate van bescherming. Die compatibiliteit wordt ondersteund door de inrichting van de weg en de wegomgeving, het voertuig en zo nodig aanvullende beschermingsmiddelen. Dit houdt in dat bij een stroomfunctie incompatibele vervoerswijzen van elkaar worden gescheiden en obstakels worden verwijderd of afgeschermd. Bij een uitwisselfunctie wordt de snelheid van het verkeer veilig afgestemd op de meest kwetsbare groep verkeersdeelnemers.

Fietsers verdienen daarnaast nog speciale aandacht door in het wegontwerp rekening te houden met hun specifieke kenmerken: een wegdek dat voldoende grip biedt en een weg en omgeving zonder obstakels en balans-verstorende elementen. Daarnaast kan ernstig letsel bij deze categorie voorkomen worden door adequate bescherming aan de berijder te bieden.

Ook bij dit principe is aandacht voor maatwerk en uitzonderingen. Daar waar de elementen van het verkeerssysteem niet maximaal op elkaar afgestemd kunnen worden, moet in ieder geval de snelheid van het verkeer afgestemd zijn op de meest kwetsbare groep verkeersdeelnemers (met name kinderen en ouderen, voetgangers en fietsers) in de verkeersinteractie. Liefst wordt de veilige snelheid ondersteund met andere mitigerende maatregelen die de kans op ernstig letsel minimaliseren, zoals het verwijderen van obstakels en het bieden van fysieke bescherming.

Na de functionaliteit van wegen (*Hoofdstuk 3*) bespreken we in dit hoofdstuk de (bio)mechanische mechanismen die een rol spelen bij verkeersonveiligheid: in essentie gaat het om de kernelementen die kunnen bijdragen aan het ontstaan van schade (mechanica of natuurkunde) en letsel (biomechanica). Daarnaast kijken we naar uitgangspunten voor een duurzaam veilig ontwerp van het verkeerssysteem die hieruit zijn af te leiden. In de volgende paragrafen kijken we eerst naar twee (bio)mechanische principes uit de voorgaande versies van Duurzaam Veilig: *homogeniteit* (in snelheid, massa en rijrichting) en *fysieke vergevingsgezindheid*. Aan de hand van het ontstaan van deze principes, inzichten uit onderzoek, problemen in de praktijk, kritieken en verwachte toekomstige ontwikkelingen beschrijven we hoe we tot een herziene invulling komen van het principe van (bio)mechanica.

4.1 Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen

De essentie van het principe van *homogeniteit* is dat de ongelijkheid en ongelijkwaardigheid in het verkeer moeten worden tegengaan – in massa, mate van bescherming, stabiliteit, afmetingen, snelheid(sbereik) en rijrichting (Asmussen, 1980). Dit heeft uiteindelijk twee uitwerkingen gekregen in het oorspronkelijke principe van homogeniteit, een voor ‘stromen’ en een voor ‘uitwisselen’ (zie volgende paragrafen; zie ook *Hoofdstuk 3*).

De essentie van *fysieke vergevingsgezindheid* is dat de omgeving – de *wegomgeving* maar ook voertuigen – fouten van een verkeersdeelnemer zodanig opvangen dat deze niet aan de gevolgen van die fouten overlijdt of ernstig gewond raakt. Dit principe was in de oorspronkelijke Duurzaam Veilig-visie verkapt aanwezig als onderdeel van een passende wegomgeving en snelheden en daarmee van ‘homogeniteit’; bij de eerste herziening van de visie door Wegman en Aarts (2005) werd tot apart principe benoemd. Fysieke vergevingsgezindheid had vooral betrekking op de infrastructuur en veilige berm⁶ en op wegvakken met een stroomfunctie (stroom- en gebiedsontsluitingswegen). We bespreken het ontstaan van dit principe dan ook aan de hand van twee verkeerskundige functionaliteiten, om zo ook de verbinding met het homogeniteitsprincipe helderder te kunnen maken.

4.1.1 Daar waar verkeer stroomt: scheiden en beschermen

Daar waar het verkeer stroomt (stroomfunctie; zie *Hoofdstuk 3*) zijn snelheden relatief hoog. De kans op en de consequenties van een ongeval zijn daardoor in principe groot: bij hogere snelheden wordt het voertuig minder goed bestuurbaar en neemt de remweg toe. Bij een botsing ondervinden betrokken verkeersdeelnemers krachten op hun lichaam waardoor letsel kan ontstaan. De kracht ontstaat door de snelheidsverandering die het lichaam ondervindt door de overdracht van impuls (massa maal snelheid) van het voertuig, waardoor de snelheid van het voertuig snel verandert. Bij een botsing van een voertuig op een stilstaand voorwerp (zie *Afbeelding 4.1*, boven) is de massa van het voertuig niet relevant, alleen de snelheidsverandering. Als twee voertuigen frontaal botsen, leidt een massaverschil van beide voertuigen tot een grotere snelheidsverandering bij het lichtere voertuig (zie *Afbeelding 4.1*, midden en onder). Verder speelt ook de kreukelzone van het voertuig en het botsobject (een ander vervoermiddel of objecten in de wegomgeving) een rol: hoe groter de kreukelzone, des te trager wordt een voertuig bij een botsing tot stilstand gebracht en een des te kleinere kracht krijgt het lichaam in korte tijd te verduren.

Om de gevolgen van hoge snelheden en grote snelheids- en massaverschillen in zo veilig mogelijke banen te leiden, dienen potentiële conflicten en ernstige consequenties liefst voorkomen te worden. Dat kan het meest effectief door:

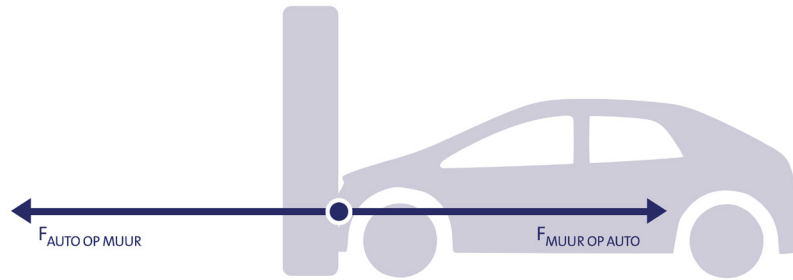
- scheiden van snelverkeer en langzaam en kwetsbaar verkeer;
- scheiden van verkeer met verschillende rijrichtingen (tegengesteld of dwars);
- geen obstakels naast de rijbaan of afscherming van obstakels.

Hiermee zijn de essentiële principes beschreven voor een veilige inrichting van stroomwegen: fysiek gescheiden rijrichtingen, obstakelvrije zones (inclusief vluchtstrook), ongelijkvloerse kruisingen en aparte infrastructuur voor langzaam en kwetsbaar verkeer en dus ook een ‘geslotenverklaring’ voor langzaam verkeer op stroomvakken.

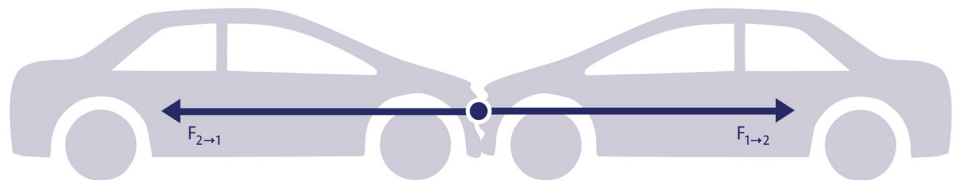


⁶ Wegman en Aarts (2005) definieerden ook nog het principe van sociale vergevingsgezindheid, maar dit principe gaat buiten het bestek van dit hoofdstuk.

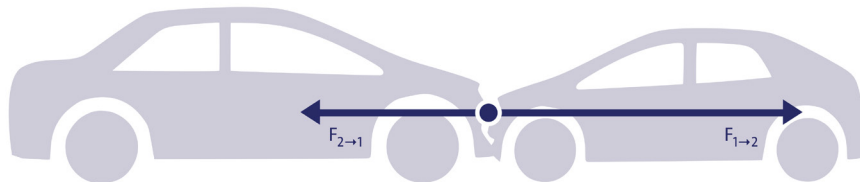
Afbeelding 4.1. Krachten die een rol spelen bij een botsing



Auto tegen muur: Omdat de muur niet meegeeft, bepaalt de kreukelzone van de auto de afstand die beschikbaar is om tot stilstand te komen. De botsduur wordt bepaald door de tijd die nodig is om deze afstand te overbruggen en door de botssnelheid van de auto. De kracht die het lichaam van een inzittende te verwerken krijgt, wordt bepaald door de verandering in impuls gedurende deze botsduur. Die kracht is groter bij hogere botssnelheid of bij een kortere kreukelzone.



Auto tegen identieke andere auto: Twee even zware en even veilig ingerichte auto's die met gelijke, maar tegengestelde snelheid frontaal botsen, ondervinden dezelfde kracht als wanneer een van hen tegen een muur zou zijn gebotst (zie hierboven).



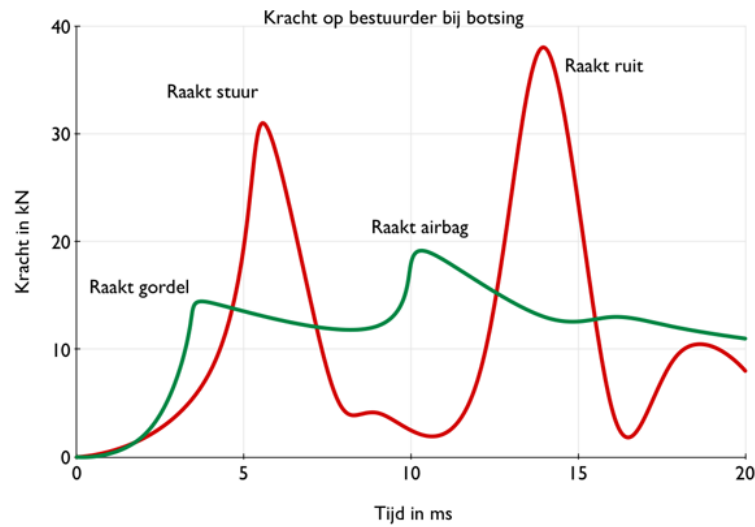
Lichte auto botst tegen een zware auto: Twee auto's van ongelijke massa die met gelijke (maar tegengestelde) snelheid frontaal botsen, ondervinden verschillende krachten. De lichtere auto oefent een lagere kracht uit op de zware auto dan omgekeerd. De lichtere auto wordt teruggeworpen en meer vervormd door de grotere kracht van de zwaardere auto. Daarnaast is het onderlinge snelheidsverschil bepalend.

Fysieke vergevingsgezindheid is onderdeel van een veilige inrichting omdat het kan bijdragen aan preventie van ongevallen en letselvermindering als het toch tot een ongeval komt: elementen in en aan de berm die bij een ongeval met hoge snelheid tot ernstige consequenties kunnen leiden, dienen te worden geëlimineerd. Dit betekent concreet dat het belangrijk is om te zorgen voor een draagkrachtige berm en afwezigheid of botsvriendelijke afscherming van obstakels, taluds en greppels. Ook de bescherming die het voertuig of aanvullende beschermingsmiddelen kunnen bieden aan de fysiek kwetsbare berijder of de inzittende(n), wordt belangrijker naarmate snelheden hoger zijn en dus als verkeer stroomt (zie vorige paragraaf).

Bij de middelen die bijdragen aan fysieke vergevingsgezindheid is het belangrijk dat ze de vertragskrachten die bij een botsing vrijkomen en op het menselijk lichaam inwerken, over een langere tijd of over een groter oppervlak verdelen (zie Afbeelding 4.2). Hierdoor is de kans dat organen en ander weefsel intact blijven groter. In hoeverre aan deze biomechanische

wetmatigheid wordt voldaan, verschilt per vervoerswijze, de mate van bescherming en de tegenpartij. De verschillende letselpatronen weerspiegelen dit (zie *Afbeelding 4.3*).

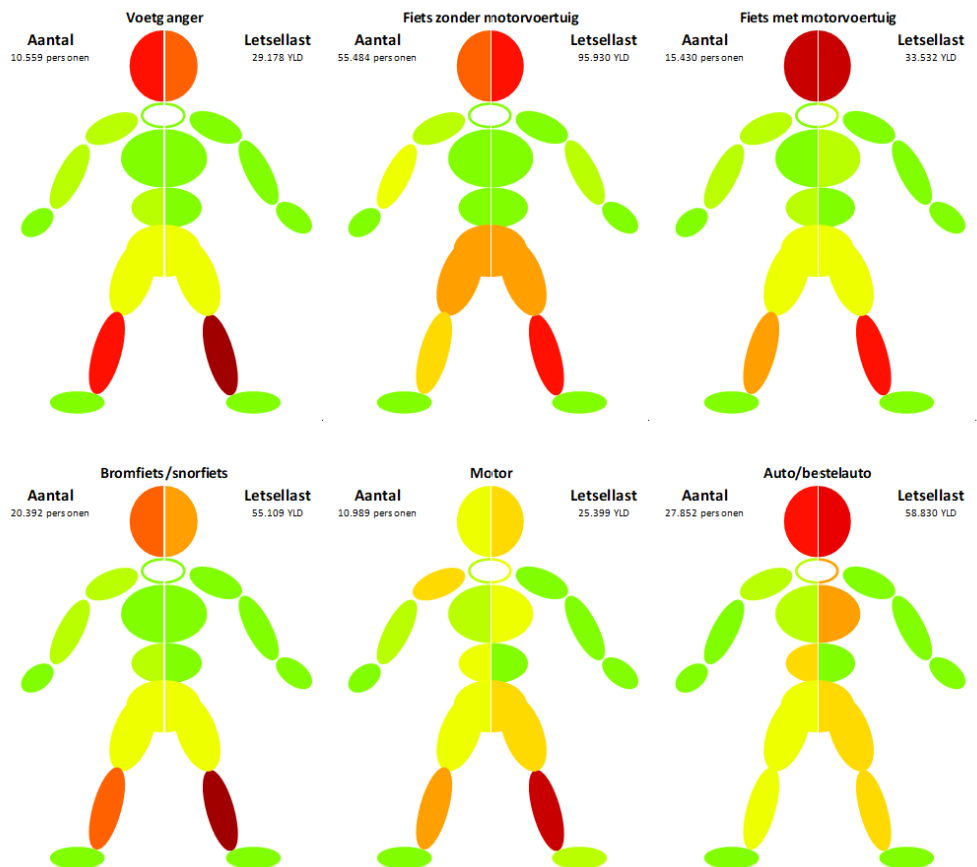
Afbeelding 4.2.
Schematische weergave van de krachten die in de tijd op een autobestuurder inwerken bij een botsing waarin wel (groene lijn) en niet (rode lijn) beschermingsmiddelen in het voertuig aanwezig zijn.



Afbeelding 4.3.
Letsels van ernstig verkeersgewonden van de meest voorkomende vervoerswijzen (bron: Weijermars, Bos & Stipdonk, 2014).

Legenda: hoe roder, hoe vaker het letsel voorkomt, hoe groener hoe minder het letsel voorkomt.

Links van elk figuur: het aantal slachtoffers met dit letsel; rechts: de letsellast van letsel aan het betreffende lichaamsdeel



De eerste vormen van scheiding van verkeer: ontstaan van het voetpad

Het scheiden van incompatibele verkeersstromen startte ruim vóór de introductie van Duurzaam Veilig. Vanaf 1860 begon men met de aanleg van gescheiden voetpaden met als doel om voetgangers schoon en veilig te kunnen laten verplaatsen, gescheiden van het overige verkeer: aanvankelijk paard en wagen, later de tram en de auto (Buiten, 2005; zie *Afbeelding 4.4*). Ook nu nog zien we deze verkeersvoorziening in de meeste dorpen en steden in Nederland in de vorm van aparte voetpaden en trottoirs.

Afbeelding 4.4.

Scheiden van verschillende verkeerssoorten in de beginjaren (boven: voetgangers versus overig verkeer) en nu (onder: snelverkeer, fietsers, voetgangers).

Bronnen: Stadsarchief Gemeente Amsterdam (links) en Paul Voorham (rechts).



...het fietspad

De aanleg van gescheiden (en verharde) fietspaden kwam op gang rond 1890, geïnitieerd door fietsers verenigd in de ANWB en vooral met als doel om comfortabeler vooruit te komen dan op de destijds veelal nog onverharde wegen. Het fietsgebruik bereikte in de jaren 30 en 40 het hoogste aandeel in de 'modal split' (De la Bruhère & Veraart, 1999) en droeg bij aan een volwaardige status van de fiets in het wegverkeer. De fietspaden dienden inmiddels dan ook een utilitair doel: ze waren er niet meer alleen om hinder te vermijden maar ook om door scheiding de homogeniteit of compatibiliteit tussen verkeersdeelnemers op de rijbaan en het fietspad te verhogen.

...scheiding van verkeersstromen op autosnelwegen

De wegeaanleg voor het autoverkeer kwam aan het begin van de twintigste eeuw gestaag op gang. In 1936 werden enkele aan te leggen rijkswegen aangewezen als 'autosnelweg': een weg met gescheiden rijbanen, ongelijkvloerse kruisingen, vaste bruggen en weinig aansluitingen met andere typen wegen (bron: Rijkswaterstaat). Deze voorzieningen bevorderden de homogeniteit aanzienlijk: tegemoetkomende voertuigen van elkaar gescheiden, inhalen via een tweede rijstrook en geen potentiële conflicten op kruispunten (Mom & Filarski, 2008; zie *Afbeelding 4.5*).

Afbeelding 4.5.
Scheiden van autoverkeer dat verschillende richtingen op stroomt, zoals op een autosnelweg
(foto: Paul Voorham).



Scheiden van verkeer en de relatie met andere beleidsterreinen

Scheiding van het snelverkeer met langzamere en kwetsbare verkeersdeelnemers (zoals door voetpaden en fietspaden) is ontstaan vanuit wensen over betere doorstroming, comfort, leefbaarheid en ook veiligheid.

Het ontstaan van de vergevingsgezinde omgeving op stroomwegen

In de praktijk is de toepassing van een vergevingsgezinde omgeving voor het eerst duidelijk te zien in de jaren 60: het groeiend areaal aan autosnelwegen werd in toenemende mate voorzien van fysieke afscherming van verschillende rijrichtingen en obstakels. Hiervoor werd de geleiderailconstructie⁷ toegepast (SWOV, 1970; zie ook *Paragraaf 4.2.2*). Ook het toerusten van



⁷ Het octrooirecht op de Nederlandse geleiderail is in handen van prof. ir. Erik Asmussen, de eerste SWOV-directeur.

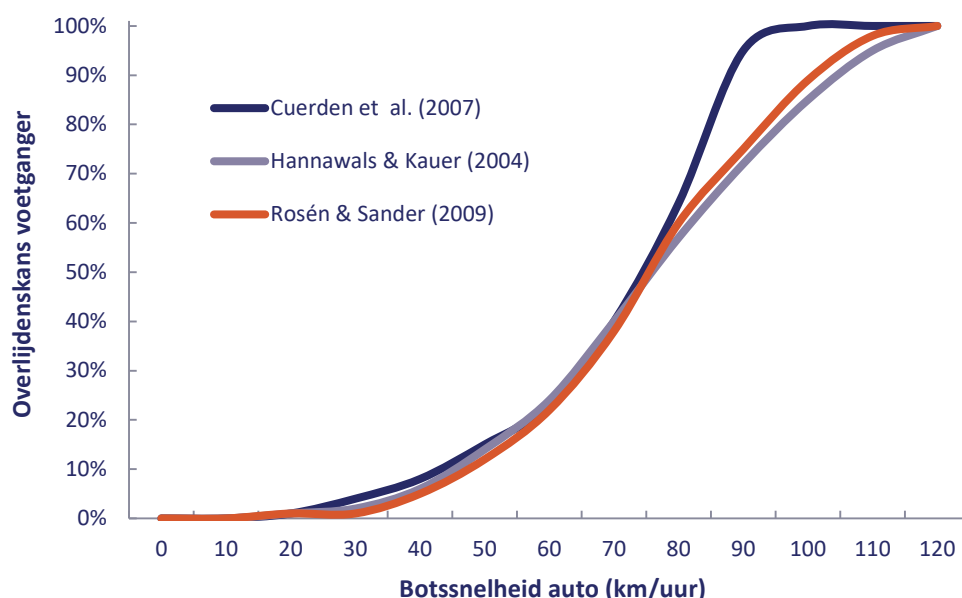
autosnelwegen met vluchtstroken kan aangemerkt worden als fysieke vergevingsgezindheid: in geval van calamiteiten zorgt het voor mogelijkheden om het overige verkeer niet te hinderen en relatief veilig om hulp te kunnen vragen (Mom & Filarski, 2008).

4.1.2 Daar waar verkeer uitwisselt: snelheid reduceren

Uitwisselen van verkeer kan – althans in het huidige verkeerssysteem – alleen veilig plaatsvinden als snelheden laag zijn, vooral daar waar het gaat om de interactie met relatief kwetsbare verkeersdeelnemers zoals fietsers en voetgangers. Mocht er in die situatie dan toch wat gebeuren, dan zijn de consequenties beperkt (zie Rosén, Stigson & Sandera, 2011; *Afbeelding 4.6*). Ook hier biedt het *homogeniteitsprincipe* aanwijzingen voor de inrichting van en ook de regelgeving op wegen: zowel de snelheidslimiet als – belangrijker nog – de vormgeving van de weg zou de lage snelheden moeten uitlokken of zelfs afdwingen (zie ook *Hoofdstuk 5*). Voorbeelden hiervan zijn rotondes en plateaus (op kruisingen) en wegen met een geloofwaardig snelheidslimiet (in straten; zie bijvoorbeeld Aarts & Van Nes, 2007; Van Nes et al., 2007a).

Fysieke vergevingsgezindheid zit hier impliciet al in de omgeving die een lage snelheid uitlokt. Dit is ten minste vergevingsgezind voor het autoverkeer. In hoeverre dit ook geldt voor andere, minder beschermde verkeersmodaliteiten bespreken we later.

Afbeelding 4.6. De relatie tussen botssnelheid en overlijdenskans van voetgangers bij een botsing met een personenauto (bron: Rosén, Stigson & Sandera, 2011).



Afbeelding 4.7. Voorbeeld van een woonerf in de beginjaren van het concept (bron: SWOV).



Eerste snelheidsreducties, opkomst van het woonerf en Zones 30

Leidde de toename van paard en wagen in het verkeer tot de eerste homogeniteitsmaatregelen door verkeer te scheiden, de groei van het autoverkeer leidde tot de eerste homogeniteitsmaatregelen in termen van snelheidsreductie: zo werd in 1908 de maximumsnelheid van automobielen in de bebouwde kom wettelijk beperkt tot 10 km/uur (Mom & Filarski, 2008; p. 90), een beperking die overigens later weer verdween.

Medio twintigste eeuw kwamen snelheidsreducerende maatregelen in verkeersluwe woongebieden (verblijfsgebieden) echter weer terug in beeld en werden gepropageerd (Buchanan, 1963; Reichow, 1959; Swedish National Board of Urban Planning, 1968), met als voorbeeld de zogeheten ‘garden cities’ (jaren twintig en dertig) in het Verenigd Koninkrijk (Howard, 1898; 1902) en later ook in de VS (Birch, 1980). Zo experimenteerde De Boer (1964) in de jaren 60 voor het eerst met woonerven (zie *Afbeelding 4.7*) en werd het met de formele introductie van de Zone 30 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1984) zelfs mogelijk een heel gebied verkeersluw in te richten en aan lage snelheidsregimes te onderwerpen om zo meer compatibiliteit met het langzame en kwetsbare verkeer (fietsers en voetgangers) te verkrijgen (zie ook *Hoofdstuk 3*). De termen ‘traffic calming’ (Elvik, 2001; Kjemtrup, 1992) en ‘Verkehrsberuhigung’ (Pfundt & Ministerium für WMV Nordrhein-Westfalen, 1979) werden internationale aanduidingen die van toepassing waren op dergelijke gebieden. Lage snelheden werden hierbij bewerkstelligd door een lage snelheidslimiet te combineren met een geloofwaardige weginrichting.

Achtergrond bij de keuze voor lage snelheden in woongebieden

In het *Eindrapport verkeersleefbaarheid in steden en dorpen* (Ministerie van Verkeer & Waterstaat & Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijk Ordening, 1980) koos Nederland definitief voor een structuur van het stedelijk gebied met verkeers- versus verblijfsgebieden (functionele indeling), maar ook voor een inrichting van verkeersleefbare woongebieden met zo min mogelijk overlast door het autoverkeer: minder uitlaatgassen, goede oversteekbaarheid, minder geluid, meer veiligheid.

Snelheidsreductie op kruispunten

Niet alleen in verblijfsgebieden werd homogeniteit bewerkstelligd door de reductie van snelheden. Ook op kruispunten zijn al vóór de introductie van Duurzaam Veilig voorbeelden te vinden. De bekendste is wel de rotonde, die vanaf de jaren 80 in opmars was als vervanging voor drie- en viertakskruispunten. Bij de benoeming van het homogeniteitsprincipe binnen Duurzaam Veilig, werden rotondes als een voorbeeld genoemd van een maatregel waarmee de hoge snelheden op kruispunten en de aanloop daarvan op een tamelijk natuurlijke wijze konden worden teruggebracht tot matige of zelfs lage snelheden (Janssen, 1997; zie *Afbeelding 4.8*).

Afbeelding 4.8. Voorbeeld van een rotonde binnen de bebouwde kom (bron: www.hotelroomsearch.net).



4.1.3 Verdere concretisering

De duurzaam veilige vormgeving van wegen is verder geconcretiseerd door CROW (1997) en van aanvullende eisen voorzien door Dijkstra (2003; 2010). De eisen concentreren zich vooral op het uitsluiten van conflicttypen die ernstige consequenties kunnen hebben bij hoge snelheden.

Veilige snelheden

In de eerste actualisatie van de Duurzaam Veilig-visie, en later bij de ontwikkeling van een instrument voor veilige en geloofwaardige snelheid (zie ook *Hoofdstuk 5*), is verder ingegaan op zogenoemde 'veilige snelheden' (zie *Tabel 4.1*). Niet de wegfunctie is daarbij zo zeer leidend voor de snelheidslimiet maar de potentiële conflicten die op kunnen treden gegeven het gebruik en inrichting van de weg. Een 'veilige snelheid' is die maximale snelheid waarbij aan alle gestelde voorwaarden wordt voldaan. Wordt aan één of meer voorwaarden niet voldaan, dan vervalt de 'veilige snelheid' naar één of meer niveaus lager tot aan alle voorwaarden wel is voldaan. Deze 'veilige snelheden' zijn ook als uitgangspunt genomen in de formulering van een oplossingsrichting voor 'grijze wegen' (zie *Hoofdstuk 3*) en bieden mogelijk ook oplossingsrichtingen voor andere dilemma's in het verkeer.

Tabel 4.1. Voorstel voor veilige snelheden gegeven de potentiële conflicten tussen verschillende verkeersdeelnemers en inrichtingskenmerken van de weg (op basis van Aarts & Van Nes, 2007; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1985; Tingvall & Haworth, 1999). Wijzigingen ten opzichte van de rij erboven zijn **vet gemarkeerd**. De inrichtingseisen voor wegen waar een snelheid van 130 km/uur veilig zou zijn, zijn voorlopig en verdienen nog nader onderzoek.

Potentiële conflictsituaties en voorwaarden in verband daarmee	Veilige snelheid
Mogelijke conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers op erven (geen trottoirs aanwezig en voetgangers gebruiken de hele rijbaan)	15 km/uur
Mogelijke conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers op wegen, kruispunten, ook in situaties met fiets- of suggestiestroken	30 km/uur
Geen conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers, uitgezonderd gemotoriseerde tweewielers met helm (bromfiets op de rijbaan) Mogelijke dwarsconflicten tussen autoverkeer, mogelijke frontale conflicten tussen autoverkeer Stopzichtafstand ≥ 47 m	50 km/uur
Geen conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers Geen dwarsconflicten tussen autoverkeer , mogelijke frontale conflicten tussen autoverkeer Obstakels afgeschermd of obstakelvrije zone $\geq 2,5$ m, (semi)verharde berm Stopzichtafstand ≥ 64 m	60 km/uur
Geen conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers Geen dwarsconflicten tussen autoverkeer, mogelijke frontale conflicten tussen autoverkeer Obstakels afgeschermd of obstakelvrije zone $\geq 4,5$ m, (semi)verharde berm Stopzichtafstand ≥ 82 m	70 km/uur
Geen conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers Geen dwars- en frontale conflicten tussen autoverkeer Obstakels afgeschermd of obstakelvrije zone ≥ 6 m, (semi)verharde berm Stopzichtafstand ≥ 105 m	80 km/uur
Geen conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers Geen dwars- en frontale conflicten tussen autoverkeer Obstakels afgeschermd of obstakelvrije zone ≥ 10 m, verharde berm Stopzichtafstand ≥ 170 m	100 km/uur
Geen conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers Geen dwars- en frontale conflicten tussen autoverkeer Obstakels afgeschermd of obstakelvrije zone ≥ 13 m, verharde berm Stopzichtafstand ≥ 260 m	120 km/uur
Geen conflicten met kwetsbare verkeersdeelnemers Geen dwars- of frontale conflicten tussen autoverkeer Obstakels afgeschermd of obstakelvrije zone $\geq 14,5$ m, verharde berm Stopzichtafstand ≥ 315 m	130 km/uur

4.2 Verdere ontwikkelingen en resultaten

In deze paragraaf bespreken we de belangrijkste verdere ontwikkelingen die te maken hebben met de (bio)mechanische componenten in het verkeer. Resultaten uit onderzoek die relevant zijn voor dit hoofdstuk zijn in *Bijlage B2* samengevat.

4.2.1 De homogenisering van verkeersstromen gaat door

Het homogeniseren of compatibel maken van verkeersstromen is in Nederland het beste zichtbaar in de ontwikkeling van het fietsnetwerk en dat van het autosnelwegennet. Daar waar sprake is van uitwisselen van verkeer, is de instelling van verschillende snelheidslimieten en de ontwikkeling van rotondes het meest opvallend. Daarnaast zijn ook diverse voertuigmaatregelen als voorbeeld te noemen.

Effecten van fietsen op gezondheid, congestie en milieu

Fietsen is een energetisch efficiënte wijze van transport en neemt weinig ruimte in beslag waardoor ook minder snel congestie optreedt (Page, 2005; Van Wee & Nijland, 2007). Ook is het duurzaam in de zin dat er weinig grondstoffen voor nodig zijn, fietsen schoon is en stil en voor alle bevolkingsgroepen beschikbaar door onder andere de lage aanschafkosten en hoge mate van acceptatie als volwaardige vervoerswijze.

De factoren die bijdragen aan minder gezondheid van fietsers, betreffen de inademing van fijnstof en de verhoogde blootstelling aan verkeersveiligheidsrisico's vanwege de onbeschermdedeelname en het balansaspect van het voertuig. Er zijn diverse aanwijzingen dat de gezondheidsvoordelen van meer lichaamsbeweging door fietsen groter zijn dan de genoemde nadelen (De Hartog et al., 2010; Van Kempen et al., 2009).

De fiets is de laatste jaren dan ook stevig in de belangstelling komen te staan, getuigen profileringen als 'fietsprovincie', verkiezingen van fietsstad van het jaar en initiatieven zoals Tour de Force en de Nationale Onderzoeksagenda Fiets (NOaF). Ook verkeersveiligheid van fietsers staat door de toenemende aantallen ook steeds meer in de belangstelling (zie bijvoorbeeld Schepers, 2013; Weijermars et al., 2016; Weijermars et al., 2013).

Fietsinfrastructuur

In 1910 beschikte Nederland over ruim 80 kilometer fietspaden (deels gefinancierd door de ANWB). Circa 20 jaar later was dit areaal door financiering uit het Wegenfonds⁸ flink gegroeid en telde Nederland circa 1.400 kilometer fietspad langs wegen. Het areaal van fietspaden en -stroken groeide verder tot bijna 6.000 kilometer in 1965 (Lesisz, 2004). Deze ontwikkeling werd vooral gevoed door de groei van het fietsverkeer en de vraag naar comfortabele fietsinfrastructuur.

Vanuit de duurzaamheidsgedachte en de rol die de fiets daarin kon spelen, liep van 1990 tot 1997 het Masterplan Fiets om de fietsmobiliteit te stimuleren (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998). Volgens het evaluatierapport van het Masterplan lag er eind 1997 circa 19.000 kilometer aan fietspaden en -stroken. Uit de meest recente metingen van de Fietsersbond blijkt dat dit in 2012 inmiddels was uitgebreid tot circa 35.000 kilometer (Fietsersbond, 2012).

Autosnelwegen

Na de opening van de eerste autosnelweg medio jaren 30 groeide de aanleg van dit stroomwegtype gestaag door (zie www.autosnelweg.nl). De massamotorisatie die – mede door de economische groei en vrouwenemancipatie – tussen eind jaren 50 en medio jaren 70 een sterke groeiperiode kende, maakte versnelde uitbreiding van het autosnelwegennet wenselijk: er kwam een plan voor 1.200 kilometer extra autosnelwegen in ons land, die in de genoemde periode ook daadwerkelijk gerealiseerd werd. De groei van de (auto)mobiliteit ging echter ook gepaard met een recordaantal verkeersslachtoffers en bereikte in 1972 het tot nu toe hoogste aantal verkeersdoden (SWOV, 2007; 2018b). Daarnaast begonnen ook milieu- en omgevingsproblematiek zich aan te dienen en leidde de oliecrisis tot de noodzaak om na te gaan denken over energievoorziening. Dit alles was mede aanleiding om op autosnelwegen een snelheidslimiet van 100 km/uur in te stellen (er was tot dan toe geen limiet op autosnelwegen). De ontwerpsnelheid van het Nederlandse autosnelwegennet was echter 120 km/uur, gebaseerd op de ervaring dat 85% van de bestuurders deze snelheid niet overschreed (Rijkswaterstaat, 1993). De snelheidslimiet werd later echter zo vaak overschreden dat men in 1988 besloot de algemene limiet te verhogen naar



⁸ In dit fonds zat onder meer het rijwielbelastinggeld dat sinds 1924 door de overheid geheven werd.

120 km/uur en zo – gecombineerd met verscherpt toezicht – de verkeersstromen meer te homogeniseren (zie *Bijlage B2.1* voor effectmetingen).

Vanaf 2012 is de algemene limiet op autosnelwegen verhoogd naar 130 km/uur; op plaatsen waar de verkeersveiligheid, luchtkwaliteit of geluidsoverlast in het geding zijn, worden lagere snelheidslimieten aangehouden.

Effecten van rijsnelheid op mobiliteit, milieu, geluid en welbevinden

Met hogere snelheden komen mensen in principe eerder op hun bestemming aan, zijn grotere afstanden binnen acceptabele reistijd overbrugbaar en het voorziet ook in bevrediging van spanningsbehoeften.

Bij grote drukte ligt de beste doorstroomsnelheid van bijvoorbeeld autosnelwegen tussen 50 en 80 km/uur. Binnen de bebouwde kom wordt de reistijd maar voor een deel door de snelheid bepaald en voor een groot deel ook door verkeerslichten (zie ook LARGAS, *Paragraaf 3.4.1*). Hogere snelheden betekenen voor anderen (andere verkeersdeelnemers, bewoners e.d.) doorgaans dat de kwaliteit van leven erop achteruit gaat: hogere snelheden zijn in verband gebracht met verdrongen mobiliteit en zelfs lagere huizenprijzen (Modra, 1984). Hogere snelheden en versnellingen zorgen ook voor meer geluidsoverlast, vooral door het contact van de banden op de weg.

Voertuigen die rijden en dus snelheid maken door middel van een verbrandingsmotor, stoten diverse stoffen uit die slecht zijn voor het milieu en de volksgezondheid (Health Effects Institute, 2003): kool-oxiden (CO), koolwaterstoffen (HC), stikstofoxiden (NOx) en fijnstof (PM).

Snelheidsreductie is vooral in verband gebracht met de reductie van NOx en CO₂. De optimale snelheid waarbij voertuigen de minste uitstoot produceren, ligt tussen 40 en 90 km/uur (in OECD/ECMT, 2006).

Ontwikkeling van snelheidslimieten

De toenemende drukte op de Nederlandse wegen en straten was aanleiding tot verdere reglementering van al dat verkeer tot een leefbare situatie (zie bijvoorbeeld Bouter, 2005). De aanvankelijke beperking van de snelheid van het autoverkeer tot 10 km/uur (1908) werd onder invloed van de toenemende scheiding van kwetsbare verkeersdeelnemers verhoogd, en later onder invloed van onder andere milieu- en verkeersveiligheidsargumenten weer gereduceerd. Zo werd in 1957 de snelheidslimiet voor het autoverkeer binnen de bebouwde kom vastgesteld op 50 km/uur, in 1974 gevolgd door limieten op wegen buiten de bebouwde kom (80 km/uur) en autosnelwegen (100 km/uur en 80 km/uur voor vrachtverkeer en vervoer met aanhangers). Eerder (1956/57) waren ook al voertuiggebonden limieten ingesteld voor bromfietzers: 40 km/uur buiten en 30 km/uur binnen de bebouwde kom. In 1976 werd voor de nieuwe voertuigcategorie snorfiets (waarvan de bestuurders zonder helm mogen rijden) de maximumsnelheid gesteld op 25 km/uur (zie ook SWOV, 2007). In 1999 werd met de maatregel 'bromfiets op de rijbaan'⁹ de limiet voor bromfietzers op rijbanen verhoogd tot 45 km/uur. Voor de effecten van deze en andere snelheidsreducerende maatregelen, zie *Bijlage B2.2*.

Rotondes

Nadat in de jaren 80 de rotonde ook in Nederland werd ontdekt als verkeersveiliger alternatief voor drie- en viertakskruispunten, nam deze kruispuntvorm snel in aantal toe. Volgens het Nationaal Wegenbestand lagen er in 2003 circa 2.000 rotondes (Dijkstra, 2005) en 2010 ongeveer 3.900 volwaardige rotondes in Nederland (SWOV, 2012b). In de tussentijd zijn er diverse



⁹ Bromfiets op de rijbaan houdt in dat daar waar snelheden niet hoger zijn dan 60 km/uur, bromfietzers niet op het fietspad meer rijden maar op de rijbaan voor het autoverkeer.

discussies gevoerd over onder andere inrichtingsvormen en voorrangregelingen, bijvoorbeeld voor fietsers (SWOV, 2012b; zie ook *Hoofdstuk 5*).

Voor de meerstrooksrotondes is een specifieke oplossing bedacht: de turborotonde (zie bijvoorbeeld Fortuijn, 2012). De eerste turborotonde (zie *Afbeelding 4.9*) werd in 2000 in gebruik genomen. Momenteel zouden er in Nederland ruim 300 van dergelijke rotondes zijn aangelegd (bron: www.dirkdebaan.nl/locaties.html).

Afbeelding 4.9. Voorbeeld van een turborotonde (bron: www.motor.es).



Effecten van rotondes op ruimte, doorstroming en milieu en geluid

Rotondes nemen meer ruimte in beslag dan andere gelijkvloerse kruispuntvormen.

De doorstroming op een rotonde is met een gelijke toestroom van verkeer op alle takken doorgaans beter en wachttijden zijn korter dan op een VRI-geregeld kruispunt, zeker voor fietsers en voetgangers.

Ten opzichte van een voorrangskruispunt leidt een rotonde tot 6% meer uitstoot van CO en 4% meer NOx. Ten opzichte van een VRI-kruispunt leidt een rotonde juist tot een reductie: -29% CO en - 21% NOx. De geluidsoverlast van verkeer neemt in beide gevallen af (zie SWOV, 2012b).

Shared Space

Shared Space, dat eind jaren 90 vooral ontstond als een verkeersoplossing (zie ook *Paragraaf 3.2.4*), werd in Nederland in de loop van de tijd steeds meer een filosofie over de inrichting van de openbare ruimte (zie bijvoorbeeld De Haan, 2012) en daarom ook relevant voor (bio)mechanische componenten van verkeersveiligheid. In dit concept staat ‘mensruimte’ (verblijfs- en uitwisselfunctie) centraal tegenover ‘verkeersruimte’ (stroomfunctie) en wordt het van belang geacht om de inrichting hiermee in overeenstemming te brengen: snelheden moeten laag zijn – de auto is er immers ‘te gast’. Volgens de Shared Space-filosofie moeten lage snelheden niet worden afgedwongen met traditionele verkeerstechnische maatregelen, maar moet de omgeving zelf op een natuurlijke wijze tot lage snelheden aanzetten. Dit wordt in de verkeersveiligheid ook wel aangeduid als een ‘geloofwaardige weginrichting’ (zie ook *Hoofdstuk 5*). Voor zover Shared Space-oplossingen erin slagen daadwerkelijk lage snelheden in verblijfs- en

uitwisselruimten te bewerkstellingen, draagt dit bij aan de compatibiliteit tussen verkeersstromen en past deze uitwerking prima in een duurzaam veilig verkeerssysteem. In situaties waarbij geen sprake is van een uitwisselfunctie is er echter strijdigheid met de functionaliteit (zie *Paragraaf 3.2.4*).

Technologische hulpmiddelen

Naast infrastructurele maatregelen om de snelheid te reduceren, raakte men vanaf de jaren 80 in diverse landen geïnteresseerd in andere manieren. Zo werden er in die tijd diverse experimenten uitgevoerd met de 'intelligente snelheidsassistent' (ISA; zie SWOV, 2015b). In 1995 werd besloten tot een voorbereidende proef in Nederland: 'ISA Tilburg'. Hierbij stonden vooral het technisch functioneren en het draagvlak voor ISA centraal (AVV, 2001). Voorstellen voor vervolg van verdere proeven met soortgelijke maatregelen vonden echter geen financiering (zie Goldenbeld, 2004). Nederland heeft zich uiteindelijk aangesloten bij de Europese lijn dat de implementatie van ISA vooral aan de markt en vrijwillige aanschaf door consumenten wordt overgelaten.

Naast de snelheidsassistent die – zeker in de informerende en waarschuwendende variant vooral werkt via de verkeersdeelnemer (zie ook *Hoofdstuk 5*) – zijn er in de loop van de tijd ook harde snelheidsbegrenzers in gebruik genomen en verplicht gesteld voor specifieke vervoerswijzen. Zo werd in 1994/95 een snelheidsbegrenzer verplicht voor zwaar vrachtverkeer en zware bussen en vanaf 2005 ook voor nieuwe lichtere vrachtwagens en bussen.

4.2.2 Ontwikkeling van fysieke vergevingsgezindheid

Exemplarisch voor de ontwikkeling van fysieke vergevingsgezindheid is vooral de beveiliging van bermen. Maar ook voertuigontwikkelingen die de verkeersdeelnemer fysiek beschermen, kunnen worden aangemerkt als fysiek vergevingsgezind, net als beschermingsmaatregelen aan de verkeersdeelnemers zelf.

Veilige bermen

Vanaf de jaren 60 worden de eerste infrastructurele maatregelen op het gebied van fysieke vergevingsgezindheid merkbaar in de vorm geleiderailconstructies (SWOV, 1970). De kortstondige opleving van het typisch Nederlandse fenomeen 'bermtourisme', waarbij mensen in de bermen van autosnelwegen gaan picknicken en 'auto's kijken', wordt in 1965 door een verbod op parkeren langs rijkswegen de das omgedaan¹⁰.

Begin jaren 80 introduceert Rijkswaterstaat een nieuw soort bermbeveiliger, vooral bedoeld om individuele obstakels te beveiligen: de rimpelbuisobstakelbeveiliger (RIMOB; Van der Drift, 1992; zie *Afbeelding 4.10*). Deze rimpelt in elkaar bij aanrijdingen op de punt, en werkt als een zogeheten 'stijve geleiderail' (die kan uitbuigen) bij aanrijdingen op de flank.

Begin deze eeuw zien we weer nieuwe impulsen ontstaan op het gebied van fysieke vergevingsgezindheid (zie ook *Bijlage B2.3* voor effecten van vergevingsgezinde infrastructuur). Zo wordt er in 2001 een Steunpunt Veilige Inrichting van Bermen opgericht (Rijkswaterstaat, 2001) om wegbeheerders over bermveiligheid te informeren en houdt SWOV een pleidooi voor een Nationaal Programma Veilige Bermen (Schoon, 2001; Wegman, 2001). Wegbeheerders blijken tot dan toe vooral (semi)verharde bermen te hebben aangebracht tijdens regulier onderhoud (Schoon, 2001). In 2004 verschijnt het eerste CROW-handboek *Veilige inrichting van bermen voor niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom* (CROW, 2004a).



¹⁰ www.geschiedenisbeleven.nl/recreeren-naast-de-rijksweg.

Afbeelding 4.10. Voorbeeld van een rimpelbuis-obstakelbeveiliging (RIMOB) voor het afschermen van losse obstakels. Boven: intact, onder na botsing met een voertuig (bron: Sam Könst, Road Maintenance Support B.V.).



Het in 1999 gelanceerde European Road Assessment Programme (EuroRAP) omvat een onderdeel dat vooral de fysieke vergevingsgezindheid van wegen inventariseert: de Road Protection Score (RPS; zie bijvoorbeeld Dijkstra, Louwerse & Aarts, 2010). Deze score drukt de veiligheidskwaliteit van wegen uit in sterren (Afbeelding 4.11). Rijkswaterstaat laat medio 2000 de RPS voor haar wegennet inventariseren en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat spreekt naar aanleiding hiervan de ambitie uit om in 2020 geen rijkswegen meer te hebben die minder dan 3 van de 4 sterren scoren (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008). Metingen laten zien dat in 2007 98% van het rijkswegennet aan deze ambitie voldoet; in 2010 is dat 99% (zie Twiss et al., 2010). Later laten ook de provincies Zuid-Holland en Utrecht hun wegennet scoren (zie bijvoorbeeld Vlakveld & Louwerse, 2011). De ANWB scoort in 2012 het hele provinciale wegennet (zie Van den Hout, 2013).

Afbeelding 4.11. Voorbeeld van de diverse RPS-scores voor wegen buiten de bebouwde kom (bron: Van den Hout, 2013).



Voertuigontwikkelingen

Bij voertuigontwikkelingen wordt doorgaans onderscheid gemaakt tussen maatregelen die bijdragen aan (zie bijvoorbeeld Schoon, Reurings & Huijskens, 2011):

- primaire veiligheid (voorkomen dat een ongeval plaatsvindt),
- secundaire veiligheid (letselreductie bij een ongeval).

Maatregelen op beide gebieden kunnen beschouwd worden als voorbeelden van fysieke vergevingsgezindheid omdat ze beide werken vlak vóór of tijdens een ongeval (zie *Bijlage B2.4* voor effecten van vergevingsgezinde voertuigmaatregelen). Ze zitten daarmee vooral aan het einde van de keten van ontwerp tot ongeval. Maatregelen op voertuiggebied zijn vooral geïnitieerd door de markt en later aangevuld met wetgeving om onderdelen die goed zijn voor de verkeersveiligheid te promoten en onderdelen die minder goed zijn tegen te gaan.

Op het gebied van primaire veiligheid zien we vanaf de jaren 70 vooral de ontwikkeling van betere remsystemen (schijfremmen, ‘anti-lock braking system’ (ABS), brake assist (BA) en ‘emergency brake assist’ (EMA)) en vanaf de jaren 80 technieken op het gebied van stabiliteitscontrole (‘electronic stability control’ (ESC), ‘roll stability control’ (RSC), ‘antislip regulation’ (ASR)) (zie SWOV, 2007). Ook op het gebied van zichtveldverbetering in en zichtbaarheidsverbetering van voertuigen hebben ontwikkelingen plaatsgevonden, maar deze werken vooral via de verkeersdeelnemer (zie ook *Paragraaf 5.4.2*).

Op het gebied van secundaire veiligheid worden al veel langer maatregelen getroffen die bijdragen aan fysieke vergevingsgezindheid. Vanaf de jaren 50 verschijnen de eerste gordels en auto’s met beschermende kooiconstructies op de markt, gevolgd door hoofdsteunen en energie-absorberende bumpers en stuurkolom in de jaren 70 (zie SWOV, 2007). Medio jaren 70 gebeurt er mede door het torenhoge aantal verkeersdoden sowieso van alles op het gebied van verkeersveiligheidsmaatregelen: hoofdsteunen verschijnen en het dragen van gordels voorin (voor zover dan aanwezig) en gebruik van kinderzitjes in auto’s wordt verplicht. De aanwezigheid van gordels en draagplicht ontwikkelt zich verder in de jaren daarna, gevolgd door de introductie en ontwikkeling van airbags begin jaren 90 (zie SWOV, 2007; *Afbeelding 4.12*).

Afbeelding 4.12. Voorbeeld van de vergevingsgezinde werking van gordels en airbags voor auto-inzittenden bij een botsing (bron: Euro NCAP, 2016).



Medio jaren 90 komt er ook steeds meer aandacht voor de tegenpartij in een botsing, bijvoorbeeld door de verplichtstelling van (open) zijafscherming bij vrachtwagens, opleggers en aanhangers om te voorkomen dat de tegenpartij onder het voertuig kan schuiven (zie Afbeelding 4.13). Later wordt gesloten zijafscherming gemeengoed.

Afbeelding 4.13. Voorbeeld van een open zijafscherming. Links aan de achterkant van een vrachtwagen, rechts bij een aanhanger (bron: Robert Louwerse, SWOV).



In 1997 wordt er naar Amerikaans voorbeeld ook in Europa een sterrenstelsel opgezet om de botsveiligheid van veel verkochte auto's objectief inzichtelijk te kunnen maken: European New Car Assessment Programme (Euro NCAP) is geboren. Vanaf 2005 worden de eerste auto's getest die vier sterren halen voor voetgangersveiligheid (zie Afbeelding 4.14) en vanaf 2006 test Euro NCAP ook op de botsveiligheid voor fietsers.

Afbeelding 4.14. Voorbeelden van een botsvriendelijk autofront voor voetgangers. Een opspringende motorkap (links; Inomata et al., 2009) en een externe airbag voor voorruit en frontstijlen (rechts; Kuehn et al. 2005) dienen met name om hoofdletsel bij voetgangers te voorkomen. Geciteerd in Hu & Klinich (2012)



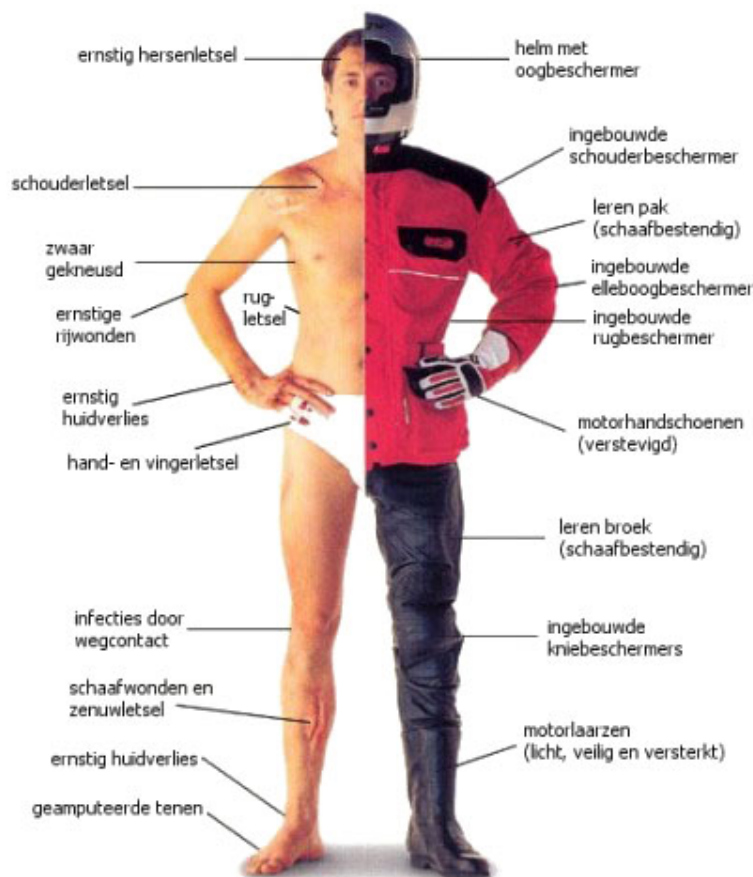
Uit berekeningen van SWOV blijkt dat de botsveiligheid van voertuigen tussen 1998 en 2008 heeft geleid tot een toename van de verkeersveiligheid van 0,68% letselslachtoffers per jaar, terwijl dit vanaf 2009 nog maar 0,26% letselslachtoffers per jaar is (Schoon, Reurings & Huijskens, 2011). Hierbij spelen ook constructiestijfheid van het voertuig en compatibiliteit in massa van de botsende verkeersdeelnemers of hun voertuigen een rol.

Beschermingsmaatregelen aan de verkeersdeelnemer zelf

Vervoerswijzen die weinig bescherming bieden aan de eigen berijders of inzittenden hebben een hoger risico op letsel, zeker als dit gecombineerd wordt met hoge snelheden (SWOV, 2012a). Daar komt nog bij dat deze vervoerswijzen vaak voorzien zijn van slechts twee wielen, waardoor ook de stabiliteit een rol speelt.

Niet alleen het autoverkeer nam begin vorige eeuw toe, dat geldt ook voor het bromfietsverkeer. Daarmee groeide ook het aantal slachtoffers met deze vervoerswijze en ontstond er een discussie over beschermende maatregelen (zie *Bijlage B2.5* voor vergevingsgezinde maatregelen aan de verkeersdeelnemer). Al in de jaren 50 raadde maatschappelijke organisaties zoals de ANWB bromfietzers aan om een helm te dragen. Tot een verplichtstelling kwam het echter pas medio jaren 70, toen het totaal aantal dodelijke verkeersongevallen een recordhoogte had bereikt. De helm bleek vervolgens niet alleen effectief tegen slachtoffers vanwege het beschermende effect van de maatregel, maar ook omdat – onbedoeld – hierdoor minder mensen bromfiets gingen rijden (zie bijvoorbeeld Ewalds, Moritz & Sijstermans, 2013). Anders dan de helm voor motoren en bromfietzers is beschermende kleding (zie *Afbeelding 4.15*) in Nederland niet verplicht geworden. Aanschaf en dragen van dergelijke kleding wordt binnen de motorrijderssector wel gestimuleerd.

Afbeelding 4.15.
Beschermende kleding
voor motorrijders
(bron: www.lcvn.nl).



4.2.3 De uitrol van Duurzaam Veilig en de gevolgen voor homogeniteit en vergevingsgezindheid

In *Paragraaf 3.2.5* zagen we al hoe Duurzaam Veilig voortvloeide uit een combinatie van maatschappelijk ontwikkelingen en denkpatronen die naadloos op de visie aansluiten. Met name in het kader van het *Startprogramma Duurzaam Veilig* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat et al., 1997) zijn uiteindelijk veel maatregelen getroffen die bijdragen aan een duurzaam veilig wegverkeer. Voorbeelden van maatregelen uit dat programma die zich sterk baseren op de (bio)mechanische componenten van een veilig verkeerssysteem, zijn de uitrol van 30- en de implementatie van 60km/uur-zones en de maatregel ‘bromfiets op de rijbaan’. Maar ook de uitbreiding van rotondes zijn een goed voorbeeld. In *Bijlage B2.6* is samengevat wat deze maatregelen in de eerste fase van Duurzaam Veilig hebben opgeleverd. Daaruit blijkt dat met name de implementatie van maatregelen die aansluiten op (bio)mechanische principes een belangrijke bijdrage hebben geleverd aan het verkeersveiligheidsresultaat van de eerste implementatiefase van Duurzaam Veilig.

4.3 Problemen en kritieken

Net als bij het functionaliteitsprincipe (zie *Paragraaf 3.3*) zijn er ook bij het homogeniteits- en fysieke vergevingsgezindheidsprincipe kritische geluiden te horen en kanttekeningen geplaatst. We bespreken er hier een aantal op hoofdlijnen. Net als in *Paragraaf 3.3* putten we daarbij onder andere uit het rapport van Weijermars en Aarts (2010) over barrières om Duurzaam Veilig van theorie naar praktijk te brengen.

4.3.1 Inrichtingsdilemma's: over 'grijze wegen' en bomen langs de weg

In relatie tot de (bio)mechanische principes moet geconstateerd worden dat de uitwerking naar richtlijnen niet altijd even gemakkelijk is gebleken. Ook blijken weginrichting, functie en gebruik niet altijd in de praktijk overeen te stemmen. Dit hangt samen met barrières zoals ruimte- en geldgebrek en het feit dat er niet overal hoge maatschappelijke urgentie wordt gevoeld voor (de aanpak van) verkeersveiligheidsproblemen. Ook druk van omwonenden en andere belangen kunnen ervoor zorgen dat beslissingen niet altijd in het voordeel van veilige – bijvoorbeeld homogene en fysiek vergevingsgezinde – verkeersoplossingen uitvallen of onveilige situaties in stand blijven. Ook gebrek aan kennis over de effectiviteit van maatregelen, en richtlijnen die ruimte laten voor minder veilige oplossingen zouden hieraan een bijdrage leveren.

Inrichtingsproblemen en de relatie met andere beleidsterreinen

Uit het onderzoek van Weijermars & Aarts (2010) blijken strijdige belangen tussen beleidsterreinen zoals veiligheid, doorstroming, ruimtelijke ordening mede oorzaak te kunnen zijn van onveilige weginrichting. Voorbeelden:

- Wegen waarvoor doorstroming en comfort belangrijk zijn (zoals ov- of vrachtroute), terwijl er ook verkeer uitwisselt en snelheden dus laag zouden moeten zijn, krijgen niet of nauwelijks snelheidsremmers in de weginrichting (bijvoorbeeld drempels en plateaus).
- Bij gebrek aan fysieke ruimte komt het voor dat er naast wegvakken die dienen om te stromen, geen parallelvoorzieningen worden aangelegd voor het langzame verkeer. Hierdoor wordt bijvoorbeeld landbouwverkeer toegestaan op een gebiedsontsluitingsweg.

'Grijze wegen': consequenties en oplossingen vanuit fysieke principes

Wegen waarop stromen en uitwisselen worden gecombineerd (de 'grijze wegen', zie ook *Hoofdstuk 3*), stuiten op hieruit volgende tegenstrijdige inrichtingsvormen en snelheidsregimes. Dat leidt bijvoorbeeld tot een weginrichting die hogere (stroom)snelheden faciliteert terwijl kwetsbare verkeersdeelnemers niet hiervan gescheiden worden. Ook kan de inrichting onvoldoende aansluiten bij het gebruik van de weg.

Dijkstra, Eenink en Wegman (2007) hebben voor deze 'grijze wegen'-problematiek een oplossing geformuleerd die gelegen is in het homogeniteitsprincipe of de compatibiliteit tussen vervoerswijzen: daarbij wordt die snelheid gefaciliteerd die veilig is voor de minst beschermde verkeersdeelnemer (zie ook *Tabel 4.1*) en wordt niet per se vastgehouden aan de snelheidslimiet die verkeerskundig normaliter is verbonden aan een bepaalde functie (bijvoorbeeld GOW50, zie *Tabel 4.2*).

Tabel 4.2. Schematische indeling, binnen de bebouwde kom, van de wegcategorieën gebiedsontsluitingsweg (GOW) en erftoegangsweg (ETW) in wegtypen (wegvakken), inclusief de bijbehorende veilige maximale snelheden (Dijkstra, Eenink & Wegman, 2007).

Legenda:

Veilig
Problematisch
Zeer problematisch

Bebouwde kom Stedenbouwkundig perspectief →		Geen aanliggende bebouwing	Aanliggende bebouwing		
			Verbinding	Ontsluiting	Verblijf
Verkeerskundig perspectief →					
Doorstromings- en bereikbaarheidsniveau ↓					
GOW	Interlokaal	GOW A1: 70 km/uur	GOW B1: 30 km/uur bij traverse; anders: 50 km/uur	GOW C1: 50 km/uur	
	Bovenwijks	GOW A2: 70 km/uur	GOW B2: 50 km/uur	GOW C2: 30 km/uur	GOW D2: 30 km/uur
	Buurt	–	–	GOW C3: 30 km/uur	GOW D3: 30 km/uur
ETW	Straat	–	–	–	ETW D4: 30 km/uur
	Erf				ETW D5: 15 km/uur

Op een gebiedsontsluitingsweg (GOW) waar bijvoorbeeld het snelverkeer niet gescheiden is van de kwetsbare, niet-gemotoriseerde verkeersdeelnemers (voetgangers en fietsers), is de veilige snelheid niet 50 km/uur maar 30 km/uur. Er wordt hiermee de mogelijkheid geboden om bijvoorbeeld ook GOW30 in te voeren, overigens niet zozeer door de snelheidslimiet aan te passen aan de omstandigheden, maar veel meer de ontwerpsnelheid (zie *Afbeelding 4.16* voor een voorbeeld uit de praktijk). Dit zou ook aansluiten bij het feit dat er op veel van dergelijke wegen al niet hard gereden wordt – hetzij door de hoeveelheid verkeer, hetzij door de inrichting (Breider, De Groot & Nederveen, 2006; Kroeze, 2004). Een ontwerpsnelheid die lager is dan de limiet, kan leiden tot situaties waarin de verkeersdeelnemer onvoldoende manoeuvreerruimte heeft in noodsituaties en beschouwen we niet als een duurzaam veilig uitgangspunt.

Afbeelding 4.16. Voorbeeld van een afwijkende wegcategorie: een wijkontsluitingsstraat.

Hoewel deze weg een snelheidslimiet heeft van 50 km/uur is de ontwerp-snelheid 40 km/uur. Kenmerkend hiervoor zijn het smallere wegprofiel, een fysieke maar overrijdbare rijrichtingscheiding en attentieverhogende elementen bij kruispunten en oversteekplaatsen (zie ook Hoofdstuk 5). Bron: Robert Louwerse (SWOV).



Specifieke inrichtingscasus: weg met bomen

Een specifiek voorbeeld van een inrichtingsdilemma is wanneer bomen (te) dicht langs een weg staan. Vanuit botsveiligheidsnormen (zie *Tabel 4.1*) zouden deze langs wegen met hogere snelheden moeten wijken of botsvriendelijk moeten worden afgeschermd indien ze niet al te dicht op de weg staan. Uit de EuroRAP-metingen van ANWB blijkt dat op 80% van de provinciale wegen in 2011/2012 de obstakelvrije zone niet voldoende groot was, meestal omdat binnen 5 meter van de weg één of meer bomen staan (Van den Hout, 2013). Uit diepteonderzoek van SWOV naar bermongevallen blijkt de obstakelvrije zone in bijna de helft van de gevallen onvoldoende groot (Louwerse et al., 2012).

Bomen vertegenwoordigen echter vaak ook een bepaalde culturele en/of landschappelijke waarde. Wegbeheerders die bomen willen rooien, lopen logischerwijs aan tegen bewoners en organisaties die hiertegen in verweer komen¹¹. Hierbij worden overigens ook verkeersveiligheidsargumenten gebruikt: bomen zouden het fietsverkeer van het autoverkeer beter afschermen (homogeniteits- en ook sociaal veiligheidsargument), en ook zouden bomen kunnen bijdragen aan geloofwaardige snelheidslimieten (zie *Hoofdstuk 5*). Wegbeheerders zoeken daarom naar oplossingen door te prioriteren en het kappen van bomen te verbinden met ongevalslocaties (reactieve aanpak), levensduur van bomen en herplantplicht op veilige afstand (zie bijvoorbeeld Pit, 2017; Provincie Zuid-Holland, 2016).

Botsvriendelijke afscherming die past in het landschap, wordt hierbij minder vaak als alternatief toegepast. Een houten geleiderail bijvoorbeeld heeft ook ruimte nodig om veilig te kunnen werken, en de enige goedgekeurde rail is ontwikkeld voor autosnelwegen en overgedimensioneerd voor bijvoorbeeld 80km/uur-wegen (zie bijvoorbeeld Stam, 2005).

4.3.2 Dekking van verkeersmodaliteiten en een steeds heterogener verkeer

Een van de kritiekpunten op Duurzaam Veilig (zie ook *Hoofdstuk 3*) is dat het gedachtegoed vooral ontwikkeld zou zijn voor het autoverkeer. De loop van de geschiedenis (zie vorige twee paragrafen) toont dat het juist de kwetsbare verkeersdeelnemers waren die als eerste aanleiding vormden om het homogeniteitsprincipe 'avant la lettre' uitwerking te geven in de ontwikkeling van trottoirs en vrijliggende fietspaden. Dat laat onverlet dat onderdelen van deze uitwerking gericht zijn op de *interactie met het autoverkeer* en in die zin is deze kritiek te begrijpen. Veel Duurzaam Veilig-maatregelen hebben bijgedragen aan een wezenlijke verbetering in de verkeersveiligheid van zowel autoverkeer als kwetsbare verkeersdeelnemers, maar wel met name in de reductie van dodelijke ongevallen (zie Weijermars & Van Schagen, 2009). We moeten constateren dat er specifieke aspecten die met lopen en fietsen zelf te maken hebben en bijdragen aan het ontstaan van ongevallen met ernstig maar niet-dodelijk letsel, in de Duurzaam Veilig-visie buiten beschouwing zijn gebleven (zie ook Weijermars et al., 2013).

Hieronder gaan we in op een aantal van de (bio)mechanische aspecten van het verkeer die specifiek met bepaalde vervoerswijzen te maken hebben. Ook gaan we in op het steeds heterogener wordende verkeer en op de vraag hoe alle verschillende vervoerswijzen zo compatibel mogelijk met elkaar van de verkeersruimte gebruik kunnen maken.

Fysieke veiligheidsaspecten van tweewielers

Tweewielers, gemotoriseerd of niet, hebben naast hun beperkte of vrijwel geheel afwezige fysieke bescherming nog een ander (bio)mechanisch kenmerk gemeenschappelijk: het zijn balansvoertuigen. Dit draagt eraan bij dat er veel enkelvoudige ongevallen mee gebeuren. De

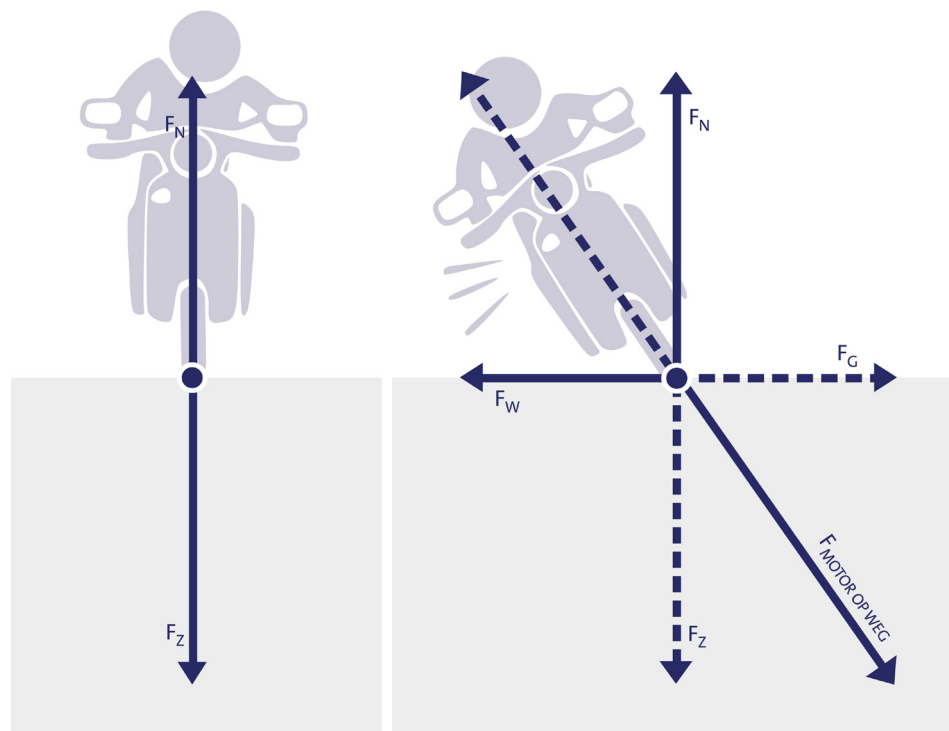


¹¹ Zie bijvoorbeeld www.debomenridders.nl/2015/petitie-stop-bomenkap-aan-n-wegen.

consequenties hiervan zijn aanleiding om de (bio)mechanische veiligheidsprincipes van Duurzaam Veilig inhoudelijk verder uit te breiden of te verdiepen.

Om op twee wielen gemakkelijk in balans te blijven, is een beetje snelheid nodig. Naarmate de rijnsnelheid van een tweewieler lager wordt, nemen de stuurcorrecties die nodig zijn om in balans te blijven toe en dus ook de ruimte die een tweewieler nodig heeft om veilig te kunnen manoeuvreren. In bochten zorgen de snelheid van het voertuig en de wrijving van de wielen op het wegdek ervoor dat de tweewieler een gewenste koers kan aanhouden. Een tweewieler moet schuin in de bocht hangen om een bocht te kunnen nemen. Stuurcorrecties tijdens het nemen van een bocht zijn niet eenvoudig omdat er een relatie is tussen hellingshoek, snelheid en boogstraal (zie *Afbeelding 4.17*). Om weer recht te komen, moet een tweewieler ófwel nog verder de bocht in sturen ófwel de snelheid verhogen. Dat laatste is voor fietsers die een scherpe bocht nemen niet mogelijk omdat een fietser niet kan blijven trappen in een scherpe bocht. Een fietser moet dus altijd aan het einde van de bocht nog scherper de bocht insturen om weer recht te komen. Door dit alles is het nemen van een bocht minder veilig dan rechtdoor rijden. Met name bij motorrijders kan het voorkomen dat de waarneming van een potentieel gevaar tot een impulsieve reactie leidt die ervoor zorgt dat de motorrijder, hangend in een bocht, nog verder helt en ten val komt. Al met al betekent dit dat bij uitwisseling tussen verkeer niet alleen lage snelheden belangrijk zijn, maar ook dat bij lage snelheden van tweewielers de infrastructurele inrichting voldoende breed moet zijn.

Afbeelding 4.17. Krachten die een rol spelen bij een tweewieler die rechtdoor rijdt of die een bocht doorgaat.



Links: Op een rechtdoor rijdende tweewieler werken alleen de zwaartekracht (F_Z) en de veerkracht (F_N) van het wegdek op het voertuig.

Rechts: Om een bocht te kunnen nemen, moet op de tweewieler een extra, naar binnen gerichte, middelpuntzoekende kracht uitgeoefend worden (F_W). Die kracht wordt opgewekt doordat de schuin hangende tweewieler (naast de zwaartekracht) ook een naar buiten gerichte glijkracht F_G op de weg uitoefent. Deze wordt tegengewerkt door de wrijvingskracht van de weg; dit is de middelpuntzoekende kracht. De totale kracht van het wegdek op de tweewieler bestaat dus uit de veerkracht (F_N) van het wegdek en de naar binnen gerichte wrijvingskracht (F_W). Hoe schuin de tweewieler moet hangen wordt bepaald door de snelheid van het voertuig en de boogstraal van de bocht.

In aanvulling op de eisen voor veilige bermen voor het autoverkeer (zie *Paragraaf 4.2.2*), is voor tweewielers ook van belang dat bermen niet alleen berijdbaar en vrij van obstakels zijn, maar ook dat het hoogteverschil tussen berm en wegverharding minimaal is. Ook een effen wegdek, zonder scheuren, sleuven en randjes (zoals losliggende tegels of tramrails) kunnen voor tweewielers al snel aanleiding zijn voor een val, wat ook bij lage snelheden tot ernstig letsel kan leiden (Davidse et al., 2014; Ormel, Klein Wolt & den Hertog, 2008; Wijlhuizen et al., 2016). Overigens dient het wegdek wel zo effen mogelijk te zijn, maar tegelijkertijd ook stroef: gladheid door sneeuw, ijs maar ook zand en putdeksels kunnen met name voor tweewielers de balans verstoren en tot ongevallen leiden.

Dat brengt ons bij een volgend punt: voor het autoverkeer mag fysieke vergevingsgezindheid van de infrastructuur minder belangrijk zijn bij lage snelheden, mede vanwege de fysieke bescherming die het voertuig zelf al biedt, dit laatste is niet of nauwelijks het geval bij tweewielers. Ook bij lage snelheden is het voor tweewielers dus van belang dat de fysieke omgeving vergevingsgezind is ingericht, zo veel mogelijk zonder obstakels.

De veiligheidskenmerken van en voor tweewielers kunnen als volgt worden samengevat:

- Lage snelheden (30 km/uur) beschermen vooral tegen ernstig letsel door botsingen met snelverkeer (Rosén, Stigson & Sandera, 2011);
- Bescherming van de tweewieler zelf (bijvoorbeeld een helm en beschermende kleding) voorkomt vooral letsel bij een val op de grond (dit is veelal de secundaire botsing bij een ongeval met een tweewieler: eerst tegen een object, dan tegen de grond; Olivier & Creighton, 2016).
- Bescherming door de infrastructuur: obstakels (waaronder ook de paaltjes van geleiderails), randjes en richeltjes dienen rondom infrastructuur waarop ook tweewielers rijden zo veel mogelijk te worden verwijderd en de infrastructuur dient voldoende schoon en stroef te zijn en voldoende ruimte te bieden voor vetergang en uitwijkmanoeuvres, juist bij lage snelheden (Wijlhuizen et al., 2016).

Het dilemma van landbouwverkeer op de openbare weg

Landbouwverkeer is in principe niet ontworpen om op de openbare weg te rijden. Het kán wel, en het gebeurt dan ook, mede onder invloed van ontwikkelingen zoals schaalvergroting van agrarische bedrijven. Dat leidt tot een compatibiliteitsvraagstuk dat enigszins vergelijkbaar is met de afweging die speelde bij de maatregel 'bromfiets op de rijbaan' (zie *Paragraaf 4.2*). Landbouwvoertuigen gelden als 'langzaam gemotoriseerd verkeer' en zijn daarom niet wenselijk op stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom: de snelheidsverschillen met het autoverkeer zijn te groot. Echter, landbouwvoertuigen zijn vanwege hun grote omvang en nogal eens aanwezige tentakels eigenlijk ook niet geschikt om te mengen met kwetsbare verkeersdeelnemers (zie ook SWOV, 2017a). Op basis van onderzoek in de jaren 80 (Michels & Meijer, 1989) werd de conclusie getrokken dat landbouwverkeer het beste alleen op parallelwegen zou mogen rijden. Daar mengen ze echter nogal eens met fietsers. Uit later onderzoek blijkt dat deze menging ook nog steeds tot compatibiliteitsproblemen leidt: naast verschillen in massa en bescherming blijken er ook nog behoorlijke snelheidsverschillen te zijn tussen verkeersdeelnemers (zie ook SWOV, 2017a; Weijermars et al., 2013). Conclusie: mengen van fietsers en landbouwverkeer is geen duurzaam veilige combinatie en dus niet wenselijk. Een oplossing is echter niet direct voorhanden. In de praktijk worden oplossingen gezocht door ruilverkaveling (zie Jaarsma, Rienks & Hermans, 2010), de aanleg van logistieke landbouwroutes (zie bijvoorbeeld Louwerse, 2011) of bijvoorbeeld door aan de ene kant van de rijbaan een (tweerichtings)fietspad aan te leggen en aan de andere kant een parallelweg.

Steeds heterogener verkeer en toegenomen massaverschillen

Door ontwikkelingen in vervoermiddelen is het wagenpark in de loop der tijd steeds heterogener geworden. Dit is enerzijds ontstaan doordat er nieuwe vervoermiddelen zijn bijgekomen (zie bijvoorbeeld Schoon & Hendriksen, 2000), en anderzijds doordat bestaande voertuigtypen zich in

gevarieerdere gewichtsklassen hebben ontwikkeld (zie bijvoorbeeld Van Kampen, 2004): er zijn zowel lichtere als zwaardere voertuigen bijgekomen waardoor minder sprake is van homogene groepen voertuigcategorieën (zie ook *Bijlage B2.7*). Deze ontwikkeling leidt in ieder geval tot de volgende vraag: zouden we voor meer verschillende soorten vervoerswijzen dan voor voetgangers, fietsers en snel gemotoriseerde verkeer gescheiden infrastructuur moeten hebben? Of is het realistischer om oplossingen veel meer te zoeken in de condities waaronder de verschillende verkeerssoorten mengen (zie *Paragraaf 4.4.1*).

4.3.3 Ontwikkel dilemma's: wie is aan zet?

De (bio)mechanische werkingsprincipes om ongevallen te voorkomen en consequenties van ongevallen te beperken, hebben in het verleden vooral hun uitwerking gehad in de infrastructuur, voertuigveiligheid en fysieke bescherming aan verkeersdeelnemers zelf. Dat leidt tot de vraag hoe deze ontwikkelingen zich tot elkaar verhouden, of ontwikkelingen op het ene gebied tekortkomingen of problemen op een ander gebied kunnen of zouden moeten opvangen en in hoeverre daarop actief gestuurd zou moeten worden. Deze vraag is vooral ook een vraag die relevant is voor de toekomst (zie ook de volgende paragraaf). Hieronder twee voorbeelden.

Weginrichting versus voertuigtechnologie

Technologische ontwikkelingen in met name de voertuigindustrie leiden in toenemende mate tot de vraag in hoeverre het nog nodig is om in veilige infrastructuur te investeren die voldoet aan de (bio)mechanische principes van Duurzaam Veilig¹². Voorbeeld: in het geval dat het hele wagenpark met een (al dan niet communicerend) automatisch remsysteem (AEB) zouden zijn toegerust, zou het dan nog nodig zijn om verkeersdeelnemers die verschillen in snelheid, massa of richting van elkaar te scheiden? Zouden lage snelheden minder nodig zijn of verhoogd kunnen worden als autofronten botsvriendelijker worden voor voetgangers en fietsers?

Als we naar de ontwikkelde principes en maatregelen daarbinnen kijken, dan blijkt dat ze elkaar vooral aanvullen: een veilige weginrichting helpt om verkeersdeelnemers zo min mogelijk in gevaar te brengen; primaire veiligheidssystemen in voertuigen helpen bij kritieke situaties om alsnog een ongeval te voorkomen. Mocht het toch tot een ongeval komen, dan helpt het als de infrastructuur vergevingsgezind is ingericht, maar daar waar dat niet het geval is, dragen secundaire veiligheidssystemen aan voertuigen en beschermingsmaatregelen aan de verkeersdeelnemer zelf bij aan reductie van de letselernst in een aantal situaties. Daarbij geldt wel dat het veiligheidsresultaat beter is (dus tot minder ongevallen en ernstig letsel leidt) als alles zo veel mogelijk ideaal is vormgegeven.

Elkaar aanvullende maatregelen die deels ook als achtervang voor elkaar dienen, is een in de procesindustrie en commerciële transportwereld veel gebruikt veiligheidsprincipe: het faalveilig ('fail-safe') principe (zie ook *Paragraaf 5.1.2*). Bij de uitwerking is het van belang dat systemen goed op elkaar aansluiten (zie ook *Hoofdstuk 6*). Daarom is het voor een optimale werking dan ook wenselijk dat wegbeheerders en markt goed van elkaars ontwikkelingen op de hoogte blijven en zo nodig afstemming plegen. Dergelijke ontwikkelingen zie je onder meer terug in programma's zoals 'Roads that cars can read' (EuroRap & Euro NCAP, 2011).

Weginrichting versus eigen verantwoordelijkheid van de verkeersdeelnemer

Vanuit een hele andere invalshoek is ook de vraag te horen in hoeverre de infrastructuur verkeersveilig gemaakt moet worden in situaties waar (ook) gevaarlijk verkeersgedrag blijkt bij te dragen aan het aantal en de ernst van ongevallen: bijvoorbeeld hoge snelheid en rijden onder invloed en de consequenties in bochten of op wegen met bomen dicht langs de weg. Waarom zouden wegbeheerders zich moeten inspannen – voor zover ze sowieso iets aan de genoemde problematiek kunnen doen – daar waar verkeersdeelnemers niet 'hun eigen verantwoordelijkheid'



¹² www.verkeerinbeeld.nl/artikel/010317/smart-mobility-wow-sessies.

nemen (zie ook *Hoofdstuk 6*)? Wat nemen we als uitgangssituatie als ‘normmens’ en waar ligt de grens wat ‘het verkeerssysteem’ zou moeten opvangen (zie ook *Hoofdstuk 5*)? Deze discussies komen in de aangegeven hoofdstukken aan bod.

Deze vragen zijn niet alleen legitiem voor extreme situaties waar verkeersdeelnemers zich niet aan gestelde regels houden, maar ook voor het alledaagse verkeer waarin het daadwerkelijk gaat om fysiek of mentaal beperkte verkeersdeelnemers voor wie het verkeerssysteem in principe toegankelijk en veilig moet zijn (denk aan kinderen, ouderen, maar ook mensen met een beperking). Ook in dit geval komt voor een veilig maar ook acceptabel verkeerssysteem de oplossing van twee kanten (zie ook *Hoofdstuk 5* en *Hoofdstuk 6*): aan de ene kant blijft het belangrijk om toelatingseisen te stellen aan potentiële verkeersdeelnemers, zowel daar waar het gaat om basiseisen in termen van competenties (bijvoorbeeld: kunnen verkeersdeelnemers wel bij het stuur? Weten ze hoe ze het voertuig moeten berijden? Kunnen ze zien waar ze rijden?), maar ook bij een situatie-afhankelijke toestand (bijvoorbeeld: zijn ze niet onder invloed, vermoeid, hebben ze hun aandacht bij het verkeer). Aan de andere kant is het voor een veilig verkeerssysteem wel degelijk van belang dat wegen zo veilig mogelijk zijn ingericht. Daarmee kan niet iedere gevaarlijke situatie voorkomen worden, maar kan wel een substantiële bijdrage worden geleverd aan het voorkomen van fouten en minder ernstig aflopen van een ongeval, mocht dat uiteindelijk niet meer te vermijden zijn.

4.4 Recente ontwikkelingen

Ook recent zien we verschillende ontwikkelingen die verband houden met de (bio)mechanische componenten van verkeer en verkeersveiligheid. Deze liggen veelal in het verlengde van wat hiervóór beschreven is, soms gaat het om nieuwe zienswijzen. Hieronder noemen we enkele in het oog springende voorbeelden. Daarbij gaan we na hoe deze ontwikkelingen zich verhouden tot de bestaande principes en in welk opzicht deze kunnen inspireren tot nieuwe zienswijzen en oplossingsrichtingen.

4.4.1 Homogeniseren van verkeersstromen: fietsstraten, de snorfiets en ‘Verkeer in de Stad’

Doordat het verkeer steeds heterogener wordt (zie ook de vorige paragraaf), is de homogenisering van verkeersstromen steeds complexer geworden: steeds meer vervoerswijzen vragen om een aparte plaats of aparte aandacht of aanpak in het verkeer. Hieronder bespreken we twee recente voorbeeld van deze discussie.

De fietsstraat en (bio)mechanische veiligheidsprincipes

In *Paragraaf 3.4.3* zagen we dat in de fietsstraat de ‘stromende’ fietser centraal staat en dat het ‘uitwisselende’ autoverkeer er ongeschikt is. Voetgangers zijn over het algemeen van deze verkeersstromen gescheiden, behalve bij het oversteken. De verkeerskundige functionaliteiten die hier mengen hebben, ook consequenties voor de (bio)mechanische aspecten van een veilig verkeer. Aan het autoverkeer worden hier vooral eisen gesteld: om de fietser veilig de ruimte te geven, moeten snelheden laag te zijn. Het is echter de vraag in hoeverre de inrichting van de fietsstraat lage snelheden voor het gemotoriseerde verkeer daadwerkelijk bekrachtigt (zie ook *Hoofdstuk 5*). Als de omvorming van ertoe toegangsweg tot fietsstraat ertoe leidt dat snelheidsremmers voor het gemotoriseerde verkeer verwijderd worden en dat kruispunten een voorrangregeling hebben gekregen (ten gunste van de fietsstraat), is het – afgezien van snelheidsremming door grote fietsintensiteiten – de vraag of deze lage snelheden daadwerkelijk gerealiseerd worden.

Doordat hogere snelheden voor het stromende fietsverkeer door de inrichting gefaciliteerd worden, komt de fysieke kwetsbaarheid van de fietser zelf ook verder in gevaar. In het huidige Nederlandse verkeer dragen fietsers zelf vrijwel geen beschermende maatregelen en dit kan

bijdragen aan een toename van ernstige ongevallen met fietsers. Daar komt nog bij dat het maar de vraag is of bij de verschillende inrichtingsvormen van fietsstraten voldoende rekening wordt gehouden met consequenties voor de stabiliteitsaspecten van fietsers, bijvoorbeeld bij gebruik van oneffen wegverharding in het midden of langs de kant van de fietsstraat (Afbeelding 4.18). Het verdient aanbeveling hier nader onderzoek naar te doen en tot veilige randvoorwaarden te komen in aanvulling op die beschreven in *Hoofdstuk 3*.

Afbeelding 4.18.
Verschillende
inrichtingsvormen van
fietsstraten waarvan het de
vraag is in hoeverre deze
bijdragen aan homogeniteit
in snelheid en voldoende
stabiliteitsveiligheid voor
fietsers (bron: Fietsberaad).



Ook de snorfiets op de rijbaan?

In aansluiting op de maatregel 'bromfiets op de rijbaan' (zie *Paragraaf 4.2*) is er een vergelijkbare discussie geweest ten aanzien van de snorfiets (meestal een 'snorscooter'). Aanleiding hiervoor is onder meer de grote drukte die wordt ervaren op de fietspaden in onder andere de gemeente Amsterdam en overlast door (te) hard rijdende snorfietzen. Uit een analyse van SWOV (Wijlhuizen et al., 2016) blijkt dat zou het – net als bij bromfietzen – netto veiliger zijn als de snorfiets op straten met een fietspad naar de rijbaan zou gaan. Los van het drukteprobleem ontstaat zo meer homogeniteit in snelheid (de snorfiets gaat tussen het autoverkeer rijden en niet meer tussen de fietsers) en dat weegt op tegen verschillen in massa tussen snorfietzers en auto's. Een extra positief effect ontstaat doordat veel snorfietzers helemaal niet meer op een snorfiets of -scooter willen rijden. De bescherming van de snorfietzers tegen met name hoofdletsel vormt wel een probleem en daarom is helmgebruik een veiligheidsvoorwaarde. Dit betekent wel dat de categorie 'snorfiets' (gemotoriseerde tweewieler zonder helm en een lagere snelheidslimiet) de facto zou worden afgeschaft, omdat de regelgeving voor snelheden, plaats op de weg en bescherming voor de snorfiets gelijk wordt aan die voor de bromfiets. Sinds begin 2017 geldt deze 'bromfietsregelgeving' ook voor berijders van de speed-pedelec: vanwege de relatief hoge snelheid moeten berijders daarvan een helm dragen en in principe op de rijbaan rijden. Onlangs heeft de Tweede Kamer het besluit van de minister tot verplaatsing van de snorfiets naar de rijbaan ondersteund.

Brom- en snorfietzen in steden

Gemotoriseerde tweewielers, zoals motoren, brom- en snorfietzen, behoren tot de meest onveilige vervoermiddelen omdat ze hoge snelheid, minder balans en geen of beperkte bescherming van de berijder combineren.

Uit onderzoek blijkt dat in de grote steden circa de helft van de bevolking problemen ervaart ten aanzien van brom- en snorfietzers. Met name de hoge snelheden worden als onveilig en onprettig ervaren en ze zouden leiden tot geluidsoverlast en stank (Kanne, Meurs & Klein Kranenburg, 2015). Deze signalen zijn voor de politiek en de gemeente Amsterdam aanleiding geweest om de snorfietser naar de rijbaan te verplaatsen.

Verkeer in de Stad

Bij de visie van 'Verkeer in de Stad' (VidS, zie *Paragraaf 3.4.4*) zijn vervoerswijzen ingedeeld in families: lopen, fietsachtigen, licht gemotoriseerden, auto-achtigen, vrachtauto-achtigen en tram-achtigen. Na afwegingen op structuurniveau moet de verkeerssituatie (het verkeersmilieu) volgens de visie idealiter zijn afgestemd op de meest belangrijk geachte (maatgevende of dominante) voertuigfamilie. Dit leidt tot vier stedelijke verkeersmilieus met dominante snelheden van respectievelijk 10 km/uur (lopen), 20 km/uur (fietsachtigen), 30 km/uur (licht gemotoriseerden) en 50 km/uur (auto-achtigen). VidS laat zich niet uit over de inrichting van de milieus. Maar de beoogde snelheden lijken vooral bewerkstelligd te moeten gaan worden door wat we een 'geloofwaardige inrichting van weg en omgeving' zouden noemen (zie ook *Hoofdstuk 5*). Volgens VidS mogen voertuigfamilies die maximaal één categorie lichter zijn dan de maatgevende familie, gemengd worden; is het verschil groter, dan moeten ze van elkaar gescheiden worden. De zwaarste voertuigfamilies zijn nooit maatgevend maar in de stad altijd 'te gast': zij mengen met de maatgevende voertuigfamilie. Voor kruispunten zouden strengere veiligheidseisen moeten gelden, vooral gericht op de veiligheid van voetgangers en fietsachtigen.

Verkeer in de Stad heeft parallellen met de (bio)mechanische principes van Duurzaam Veilig als het gaat om compatibele, veilige snelheden, zoals die ook benut zijn in het vinden van praktische oplossingen voor problemen zoals die van de 'grijze wegen' (zie *Paragraaf 4.3.1*). Uit praktijkproeven blijkt dat een insteek vanuit VidS kan leiden tot meer samenwerking op het gebied van inrichting en regelgeving tussen stedenbouwers en verkeerskundigen (zie ook *Hoofdstuk 3*).

Ook zijn in beginsel de voertuigfamilies op compatibele groepen gericht. Wel worden meer snelheidslimieten onderscheiden dan momenteel gebruikelijk is in het verkeer (10, 20, 30 en 50 km/uur) en het is de vraag of deze voldoende passen bij de maatgevende verkeersfamilies (als voetganger haal je alleen 10 km/uur als je gaat rennen) en bij wat mensen logischerwijs nog kunnen onderscheiden en herkennen (zie ook *Hoofdstuk 5*). Binnen voertuigfamilies bestaan ook nog behoorlijke verschillen in snelheid, afmetingen en massa: zo wordt de speed-pedelec bij de fietsachtigen geplaatst, bevat de categorie 'licht gemotoriseerd verkeer' zowel de snorfiets als de motor en hoort een brommobiel bij de 'auto-achtigen'. Ook komt de wijze waarop de voertuigfamilies gedefinieerd zijn niet in alle opzichten overeen met de wijze waarop in het huidige verkeer met verschillende vervoerswijzen wordt omgegaan. VidS heeft dus op punten overeenkomsten met Duurzaam Veilig, maar loopt net zo goed aan tegen incompatibiliteit door de heterogeniteit van het huidige verkeer. Het idee van voertuigfamilies is in te passen in Duurzaam Veilig. Er is dan waarschijnlijk echter wel sprake van een kleiner aantal groepen die relatief gedefinieerd worden in relatie tot het veilige snelheidsregime. Te denken valt aan 'snelverkeer' of 'auto-achtigen' (met als voornaamste vervoerswijzen: auto's, vracht- en bestelverkeer maar ook motoren; bij lage snelheidsregimes vallen hier ook andere gemotoriseerde tweewielers onder), 'fietsachtigen' (in ieder geval fietsers; bij hoge snelheidsregimes vallen hier ook de langzame gemotoriseerde tweewielers onder zoals de bromfiets, de snorfiets en de speed-pedelec) en 'voetganger-achtigen' (in ieder geval voetgangers, maar denk ook aan andere langzame vervoerswijzen zoals een Segway in lage snelheidsmodus). Voertuigcategorieën worden op basis van snelheid, omvang en wijze van voortbewegen met elkaar gecombineerd of juist van elkaar gescheiden. Hierbij gaat het steeds om een goede afstemming van de genoemde (bio)mechanische elementen om tot een veilig resultaat te leiden.

4.4.2 Ontwikkelingen in relatie tot snelheid als verkeersveiligheidscomponent

Op het gebied van snelheid zijn er de laatste jaren eigenlijk vrijwel geen ontwikkelingen die in het kader van veiligheidsverbetering genomen zijn. Wel is op de meeste autosnelwegen de limiet verder verhoogd naar 130 km/uur met een strengere handhaving, maar hierbij hebben verkeersveiligheidsoverwegingen vrijwel geen rol gespeeld. Onder verkeersveiligheidsprofessionals is er juist steeds meer onderkenning gekomen van de centrale rol die snelheid speelt bij het bereiken van een 'safe system' (OECD/ITF, 2008; 2016; PIARC, 2015; Tingvall & Haworth, 1999; Wegman & Aarts, 2005; Woolley et al., 2018).

30 km/uur in de bebouwde kom

Een algemene 30km/uur-limiet binnen de bebouwde kom kan aanzienlijke veiligheidswinst opleveren (zie *Paragraaf 3.4.1*). Naast partijen als VVN, de Fietsersbond en GroenLinks heeft ook SWOV een plan hiervoor gesteund (Buitelaar, 2016; Radar, 2018) en daarbij een pleidooi gehouden voor een aantal veilige randvoorwaarden:

- straten met een limiet van 30 km/uur moeten ook volgens die limiet zijn ingericht;
- er moeten voldoende gebiedsontsluitingswegen zijn met een snelheidslimiet van 50 (of 70) km/uur om voldoende autobereikbaarheid te realiseren;
- de gebiedsontsluitingswegen moeten ten minste voorzien zijn van fietspaden (zie ook Van Minnen, 1997).

Invoering van 30 km/uur als norm binnen de bebouwde kom impliceert een aanzienlijke verandering voor alle verkeersdeelnemers. Voor een goede autobereikbaarheid blijven echter wel wegen en straten nodig waar 50 of 70 km/uur mag worden gereden. Bij een goede invoering van deze maatregel (zie de drie punten hierboven) is naar verwachting belangrijke veiligheidswinst te behalen zonder al te veel in te boeten aan bereikbaarheid. Een maximumsnelheid van 30 km/uur biedt een veilige snelheid van het gemotoriseerde verkeer voor interactie met fietsers en voetgangers. Uiteraard gaat het er daarbij niet alleen om dat de limiet 30 km/uur wordt, maar dat er daadwerkelijk niet harder wordt gereden dan deze veilige snelheid. Dat vraagt om een goede, geloofwaardige weginrichting en uitritconstructies (zie *Hoofdstuk 5*) voor in principe de hele bebouwde kom. Voor een nog beter resultaat wordt dit aangevuld met de invoering van een

gebiedsafhankelijke intelligente snelheidsassistent (ISA, zie *Paragraaf 4.2.1*) in gemotoriseerde voertuigen die ervoor zorgt dat voertuigen altijd maximaal de veilige snelheid aanhouden. Voor de gebiedsontsluitingswegen (die dus een hogere limiet hebben) gelden aparte inrichtingseisen zoals een aparte infrastructuur voor fietsers en voetgangers (fietspaden en trottoirs). Aanvullende inrichtingseisen voor een veilige en geloofwaardige inrichting zijn te vinden in CROW (2012b). Aandachtspunt is verder de grootte van een gebied waar 30 km/uur de limiet is. Bij een groot gebied zullen de omliggende gebiedsontsluitingswegen veel verkeer moeten verwerken. Dit zal met name het oversteken van die wegen door voetgangers en fietsers bemoeilijken.

4.4.3 Groeiende aandacht voor de veiligheidskwaliteit van wegen

De laatste decennia is er een groeiend bewustzijn ontstaan bij verkeersprofessionals over het belang van een veilig systeemwegontwerp voor de verkeersveiligheid (zie ook Wegman, 2001). Dit is onder meer te zien aan de sterrensysteem voor veiligheid (Euro NCAP, EuroRAP; zie *Paragraaf 4.3.3*) maar ook aan de ontwikkeling van audits en inspecties van Rijkswaterstaat (zie bijvoorbeeld WVL, 2013). Daarmee is de laatste jaren – mede onder invloed van de verslechterde ongevallenregistratie – de focus steeds meer verschoven van een reactieve aanpak gebaseerd op ongevallen naar een proactieve aanpak, waarin aan de veiligheidskwaliteit van wegen en voertuigen afgemeten kan worden waar zich nog risicosituaties in het verkeer bevinden. Zo maakt de ANWB de laatste jaren duidelijk werk van de verdere uitrol van EuroRAP, inclusief de ontwikkeling van een op fietsveiligheid gericht instrument (CycleRAP; Wijlhuizen, Dijkstra & Van Petegem, 2014; Wijlhuizen et al., 2016). Maar ook provincies tonen zich actief met de ontwikkeling van een proactief veiligheidsinstrument gericht op wegen en snelheid (ProMeV; zie Aarts, Dijkstra & Bax, 2014; Bax et al., 2017; IPO, 2014) en beginnen ook gemeenten dit pad te verkennen met als voorbeeld de gemeente Amsterdam (Amsterdam, 2016). Daarnaast werkt een kernteam van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en decentrale overheden aan de uitrol van een nieuwe manier van werken aan verkeersveiligheid: de ‘risicogestuurde aanpak’. Dit houdt in dat overheden niet meer wachten met maatregelen treffen totdat er ongevallen zijn gebeurd, maar maatregelen treffen op basis van algemene inzichten over waar zich gevaar bevindt (zie ook Aarts, 2016).

4.5 Uitdagingen voor de toekomst: verschuivende of anders uitgewerkte compatibiliteit?

Het homogeniseren of compatibel maken van verkeersstromen, en die tevens afstemmen op een botsvriendelijke omgeving, is in de loop van de tijd vooral ingegeven door behoeften op het gebied van comfort, doorstroming, leefbaarheid, veiligheid en later ook milieu. Tegelijkertijd hebben we geconstateerd dat door het uitbreiden van vervoerswijzen het verkeer drukker en heterogener is geworden, met name in steden. Dit heeft voor nieuwe uitdagingen en vraagstukken gezorgd. Vergrijzing, verstedelijking, technologische innovaties, economische en andere maatschappelijke ontwikkelingen zullen de actualiteit en oplossingsrichtingen van deze vraagstukken verder beïnvloeden (zie Van Schagen & Aarts, 2018). Het is daarbij de vraag wat we aan ontwikkelingen op ons af zien komen die om mitigatie, minimalisatie of zelfs eliminatie vragen, afhankelijk van hoe reëel, bedreigend of juist kansrijk ze zijn voor de verkeersveiligheid (zie *Paragraaf 5.5*).

Schoolkinderen en jongeren

Schoolkinderen zijn fysiek een relatief kwetsbare groep, zowel door hun leeftijdsgebonden eigenschappen als door hun vervoerswijzen. Bij toenemende leeftijd maken ze ook kennis met steeds grotere snelheden, overigens niet per se met meer incompatibele situaties.

Voor een veilig verkeerssysteem is het van belang dat de fysieke uitwerking van het verkeerssysteem optimaal op de eigenschappen van deze verkeersdeelnemers is afgestemd. Daarbij moet er ook aandacht zijn voor de psychologische aspecten van deze nog niet volgroeide groep (zie *Hoofdstuk 5*).

Compatibele verkeerscondities in drukte, vergrijzing en heterogene doelen

De toenemende verstedelijking, toenemende drukte en vergrijzing zullen naar verwachting leiden tot een steeds complexer verkeersbeeld in steden, terwijl in rurale gebieden het voorzieningenniveau mogelijk juist daalt omdat door de groei in steden de maatschappelijke aandacht vooral daar komt te liggen. Redenerend vanuit een ethisch perspectief heeft iedereen recht op net zoveel veiligheid en moet een hoogwaardige maatschappij deze veiligheid ook zo veel mogelijk aanbieden of faciliteren. De huidige initiatieven om aan de hand van veiligheidskenmerken voor veilige infrastructuur en voertuigen tot kwaliteitsverbetering te komen, bieden prima instrumentarium voor deze ontwikkeling. Wel zal hierbij ook in toenemende mate de vraag moeten worden gesteld in hoeverre de veiligheidskenmerken en condities zoals 'veilige snelheden' compatibel zijn voor de fysiek meest kwetsbare verkeersdeelnemer. Gezien de verwachte vergrijzing ligt het in de rede om daar actieve ouderen, voetgangers en fietsers als uitgangspunt te nemen en uit te gaan van hun biomechanica. Voor steden, waar heterogene doelen, drukte en heterogene vervoerswijzen samenkomen, zal in toenemende mate naar veilige oplossingen moeten worden gezocht die er mogelijk uiteindelijk toe leiden dat de meest incompatibele vervoerswijzen (te grote massa en grootte) geweerd worden uit binnensteden en dat de rol van ketenvervoer toeneemt. De veilige verkeerscondities (vooral gelegen in veilige snelheden) kunnen hier dan verder op worden aangepast.

Een andere mogelijkheid die verkend kan worden is of er – naast een statische vorm van (bio)mechanische afstemming van massa, snelheid en richting – met behulp van techniek ook dynamische oplossingen gevonden kunnen worden. Dat betekent dat situaties die nu statisch worden opgelost – zoals bij hoge snelheidslimieten snel en kwetsbaar verkeer scheiden en daar waar verkeer mengt altijd lage snelheden bewerkstelligen – meer situatie-afhankelijk zouden kunnen worden opgelost. Gegeven de inrichting van de weg, zouden technische systemen er bijvoorbeeld voor kunnen zorgen dat de toegestane snelheden afhankelijk worden gemaakt van de aanwezigheid van bepaalde typen verkeersdeelnemers. Dit vergt echter goede afstemming tussen wegbeheerders en de markt, en goed onderzoek naar de randvoorwaarden waaronder technologie een veilige oplossing kan bieden

Forensen en zakelijk verkeer

Voor deze groep, die veelal onder grote tijdsdruk aan het verkeer deelneemt, zal het een uitdaging worden om verschillende andere belangen (zoals snel op de plaats van bestemming willen zijn en (reis tijd efficiënt willen benutten) op verkeersveiligheidsbelangen afgestemd te krijgen. Met name de factor snelheid speelt hierin een cruciale rol. De uitdaging ligt hier om belangen zoals 'vlot en veilig' te laten samenvallen. Naar verwachting zullen ketenmobiliteit en de aanbidding van meer uiteenlopende diensten hierbij een belangrijkere rol spelen. Daarnaast is het aan te bevelen om meer aandacht te besteden aan de belangen die bedrijven hebben als hun werknemers veilig aankomen.

Technologische ontwikkeling: redding of waanbeeld?

In aanvulling op het voorgaande is het vervolgens de vraag wat met name technologische ontwikkelingen ons kunnen gaan bieden. Zoals we al eerder zagen, vragen wegbeheerders zich nu al af of technologie het belang van compatibiliteit zal doen verminderen (het voertuig dat toch wel automatisch remt), terwijl critici waarschuwen voor al te rooskleurige verwachtingen dat de techniek alle problemen wel zal oplossen en bovendien niet onfeilbaar zal zijn (zie bijvoorbeeld Hagenzieker, 2015; SWOV, 2010c). Zoals eerder uiteengezet, is de genuanceerde verwachting dat technologische ontwikkelingen zeker kunnen helpen, vooral in het verder ‘faalveilig’ maken van het verkeerssysteem (zie *Paragraaf 4.3*). De condities waaronder dit kan, ook rekening houdend met de verkeersdeelnemers (zie *Hoofdstuk 5*), moet daarin wel goed worden meegenomen. Het ligt niet in de verwachting dat we binnen nu en 2030 al een zo vergevorderde technologische ontwikkeling hebben doorgemaakt dat het verkeerssysteem er heel anders uit zal zien, bijvoorbeeld met honderd procent automatisch rijdende voertuigen. Wel zullen we moeten nadenken over de hoe een transitie naar een toekomstig verkeerssysteem eruit zal zien. Zal daarin technologie echt voor een radicale verandering zorgen? Of zullen technologisch innovaties toch vooral kunnen zorgen dat de falende componenten van het verkeerssysteem beter worden ondervangen? Het laatste lijkt realistischer.

Actieve ouderen en oudere forenzen

Ook dit is een fysiek kwetsbare groep, die in de toekomst naar verwachting ook nog eens in aandeel zal toenemen. Het is bovendien een actieve groep die veel uitstapjes maakt en daarbij allerhande vervoerswijzen gebruikt. Voor zo min mogelijk verkeersslachtoffers is het dus verstandig om de (bio)mechanische uitwerking van het verkeer op deze groep af te stemmen. Door hierbij ook rekening te houden met hun behoeften (bijvoorbeeld ook in vervoerswijzen en tijdstippen van vervoer), kan een optimaal gebruik verwezenlijkt worden. Hiervan profiteren naar verwachting ook de andere verkeersdeelnemers.

4.6 De (bio)mechanische uitgangspunten in DV3

Op basis van de ervaringen, geconstateerde problemen, kritieken en nieuwe initiatieven wordt in een duurzaam veilig verkeerssysteem dat toekomstbestendig is tot ten minste 2030 de volgende bredere invulling voor de (bio)mechanische principes van homogeniteit en fysieke vergevingsgezindheid voorgesteld:

4.6.1 Hoofdvorm van de (bio)mechanische veiligheidsprincipes: fysieke compatibiliteit

Verkeersstromen en vervoerswijzen zijn idealiter op elkaar afgestemd (compatibel) in snelheid, rijrichting, massa, afmetingen en mate van bescherming. Die compatibiliteit wordt ondersteund door de inrichting van de weg en de wegomgeving, het voertuig en aanvullende beschermingsmiddelen. Dit leidt tot de volgende uitgangspunten:

Verkeersstromen en voertuigen met hoge snelheid dienen fysiek of in tijd gescheiden te zijn van langzaam verkeer, van verkeer met andere rijrichting, van verkeer met een substantieel andere massa en breedte en van gevaarlijke obstakels. De weg waarop deze verkeerstromen voortbewegen en de directe wegomgeving moeten vergevingsgezind zijn, wat wil zeggen dat deze zo moeten zijn ontworpen en ingericht (in het bijzonder de stroefheid van het wegdek, voldoende grote redresseerruimte en obstakelvrije zone of afscherming van obstakels) dat de weg en wegomgeving veilig de beoogde hoge snelheid kan faciliteren. Daarnaast moeten verkeersdeelnemers in dat geval voldoende fysiek beschermd zijn door het voertuig of beschermingsmiddelen, afgestemd op de snelheid van het voertuig. Voldoet de vervoerswijze niet aan de snelheid, afmetingen en bescherming van de verkeersdeelnemer die nodig zijn voor

een veilige fysieke afstemming met het overige verkeer met hoge snelheid, dan wordt deze vervoerswijze niet toegelaten maar heeft deze een eigen infrastructuur voor verkeer met lagere snelheid, kleinere afmetingen en massa.

Langzaam en uitwisselend verkeer en verkeer met weinig of geen fysieke bescherming, kunnen alleen veilig mengen met snelverkeer bij lage snelheid om de kans op en de gevolgen van een ongeval te minimaliseren. De weginrichting en het voertuig helpen deze lage snelheden te realiseren. De weg moet daarnaast voldoende ruimte bieden voor passeren en inhalen.

Tweewielers moeten voldoende ruimte krijgen voor manoeuvres bij lage snelheid, een voldoende schoon en stroef wegdek onder de wielen, een wegomgeving zonder balans-verstorende elementen (hoogteverschillen, obstakels) en moeten daarnaast zelf adequaat fysiek beschermd zijn tegen letsel bij een val als de weg en wegomgeving hiervoor nog onvoldoende vergevingsgezindheid bieden. Dit helpt vooral ongevallen zonder betrokkenheid van gemotoriseerd verkeer en enkelvoudige ongevallen voorkomen.

4.6.2 Maatwerk en faseringsoplossingen: minimale en minimumcompatibiliteit

In gevallen waarbij (bio)mechanische afstemming tussen verkeersdeelnemers, hun vervoerswijzen en de weginrichting nog onvoldoende kan worden gewaarborgd, moet de rijsnelheid van al het verkeer zijn afgestemd op de meest kwetsbare vervoerswijze (met name voetgangers en fietsers) en verkeersdeelnemers (met name kinderen en ouderen).

In incompatibele situaties moeten er aanvullende veiligheidssystemen aanwezig zijn – liefst meer dan één – om ongevallen te voorkomen (scheiding, lage snelheden, veilige bermen, automatische remsystemen) en de kans op ernstig letsel te minimaliseren (verwijderen of afschermen van obstakels, bescherming via het voertuig of via beschermingsmiddelen aan of op het lichaam).

5 PSYCHOLOGICA van een veilig verkeerssysteem

Samenvatting: PSYCHOLOGICA, over afstemming van de inrichting van het verkeerssysteem en competenties van verkeersdeelnemers

Om fouten van verkeersdeelnemers te voorkomen, is de inrichting van het verkeerssysteem goed afgestemd op de gangbare competenties en verwachtingen van vooral oudere verkeersdeelnemers. Dit betekent dat informatie vanuit de weginrichting, wegomgeving, verkeersborden en regelgeving, en vanuit het voertuig waarneembaar, begrijpelijk, geloofwaardig, relevant en uitvoerbaar is voor (vrijwel) alle verkeersdeelnemers. Idealiter is het verkeerssysteem zo ingericht dat veilige gedragskeuzen zo min mogelijk afhankelijk zijn van individuele keuzen van verkeersdeelnemers of hun omgeving.

Verder zijn verkeersdeelnemers taakbekwaam en in staat een veilige afweging te maken tussen hun eigen bekwaamheid en de eisen die de verkeerstaak stelt. Ook zijn zij in staat hun (gedrags)keuzen op zowel strategisch als tactisch niveau af te stemmen op de eigen taakbekwaamheid en taakeisen. Om dit te bereiken, zijn verkeersdeelnemers adequaat geïnformeerd, opgeleid en getraind. Verkeersdeelnemers bij wie de taakbekwaamheid nog in ontwikkeling is – bijvoorbeeld kinderen en jongeren – of mensen die (tijdelijk) niet meer taakbekwaam zijn, nemen onder begeleiding of onder minder eisende condities aan het verkeer deel.

Idealiter is veilig gedrag zo min mogelijk afhankelijk van de individuele keuzen van verkeersdeelnemers of van hun omgeving. Verkeersdeelnemers die (al dan niet tijdelijk) niet meer taakbekwaam zijn worden in hun gedragskeuzen ondersteund door technologische hulpmiddelen of uit het verkeer geweerd.

Zolang het verkeerssysteem veilige gedragskeuzen (vooral veilige snelheden) nog onvoldoende ondersteunt, zorgen adequate regelgeving, voldoende controle, opsporing en sancties en informatie hierover zo veel mogelijk voor ontmoediging van bewust onveilige handelingen. Na opsporing wordt de taakbekwaamheid en gevaarherkenning van deze verkeersdeelnemers zo veel mogelijk op een acceptabel niveau gebracht. Nieuwe mogelijkheden die zich aandienen om verkeersdeelnemers tot veilig gedrag aan te zetten worden goed geëvalueerd alvorens tot bredere implementatie wordt overgegaan. Deze maatregelen vullen de andere principes aan en brengen deze niet in gevaar.

Dit hoofdstuk gaat in op de derde invalshoek voor veilig systeemontwerp. Deze is gebaseerd op de psychologie. In voorgaande versies van Duurzaam Veilig omvatte dit het principe van *'herkenbare vormgeving van wegen, voorspelbaar wegverloop en rijgedrag'* en vanaf 2005 ook *'sociale vergevingsgezindheid'* en *'statusonderkenning'*. Ook in dit hoofdstuk gaan we aan de hand van het ontstaan van deze principes (met name het eerste), aandacht voor psychologische aspecten in het algemeen, inzichten uit onderzoek, problemen in de praktijk, kritieken en verwachte toekomstige ontwikkelingen na hoe we tot een herziene invulling komen van de psychologische invalshoek.

5.1 Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen

De drie psychologisch georiënteerde principes van de vorige Duurzaam Veilig-visie (zie Wegman & Aarts, 2005) gaan over de relatie tussen de verkeersdeelnemer en zijn fysieke en sociale omgeving (respectievelijk herkenbaarheid/voorspelbaarheid en sociale vergevingsgezindheid) en zijn eigen vermogen om in te schatten hoe goed (of: hoe veilig) hij de situatie in het verkeer aankan (statusonderkenning).

5.1.1 Bekwaamheid voor een veilige verkeersdeelname: statusonderkenning

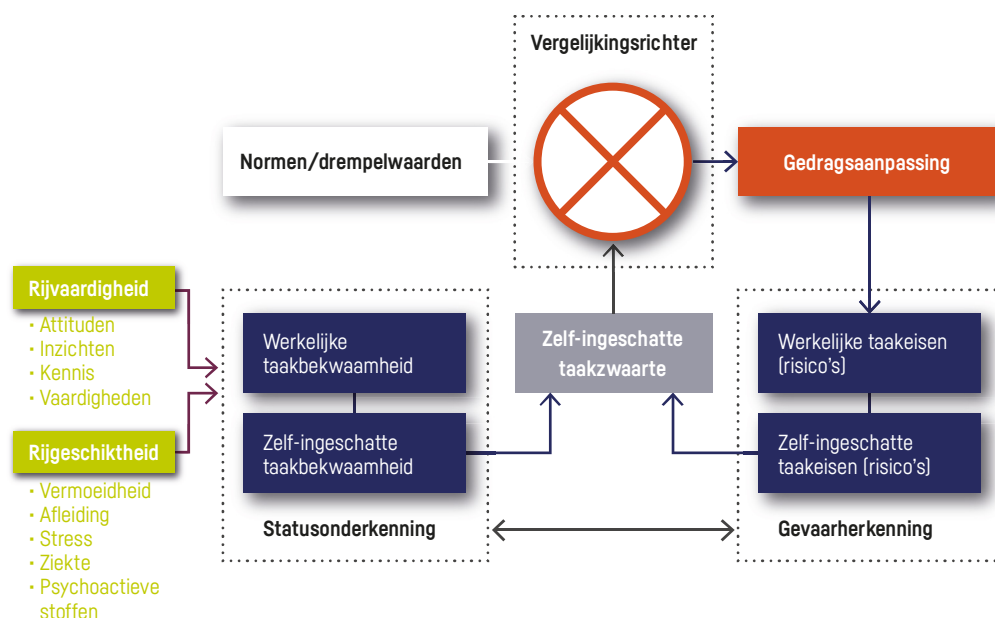
Hoe veilig de verkeersdeelnemer de verkeerstaak kan uitvoeren, hangt mede af van de mate waarin zijn bekwaamheid om de verkeerstaak uit te voeren – de ‘taakbekwaamheid’ – voldoende is afgestemd op de eisen die de verkeerstaak aan de verkeersdeelnemer stelt (de ‘taakeisen; Fuller, 2005; zie *Afbeelding 5.1*). Het principe van *statusonderkenning* (Wegman & Aarts, 2005) is in essentie ‘weten wat je kunt’ of: de mate van overeenstemming tussen de zelf-ingeschatte en de werkelijke taakbekwaamheid (naar Davidse et al., 2010).

De taakbekwaamheid wordt uiteindelijk gevormd door een combinatie van:

- rijvaardigheid: kennis, attituden, inzichten en vaardigheden die in de loop der tijd gevormd zijn door persoonskenmerken, opleiding, training en ervaring;
- rijgeschiktheid: fysieke en psychologische omstandigheden van de verkeersdeelnemer, bijvoorbeeld door vermoeidheid, stress, afleiding, ziekte of het gebruik van stoffen die de rijvaardigheid beïnvloeden (alcohol, drugs en rijgevaarlijke medicijnen). Het kan hierbij zowel om een tijdelijke als om een chronische geschiktheid gaan.

Rijvaardigheid en rijgeschiktheid hebben doorgaans betrekking op gemotoriseerde verkeersdeelnemers. Taakbekwaamheid heeft echter betrekking op alle vervoerswijzen. De elementen ‘rijvaardigheid’ en ‘rijgeschiktheid’ zouden daarom ook algemener omschreven kunnen worden als respectievelijk ‘verkeersvaardigheid’ en ‘verkeersgeschiktheid’.

Afbeelding 5.1.
Schematische weergave van de elementen die een rol spelen bij statusonderkenning en aanverwante begrippen, ook wel in de literatuur beschreven als ‘kalibratie’ (naar Davidse et al., 2010).



Naast een goede inschatting van de eigen taakbekwaamheid is het goed kunnen inschatten van de taakeisen, ofwel de risico's die zich in het verkeer aandienen, van belang: risico-onderschening of gevaarherkenning (zie ook *Bijlage B3.1*). Het proces van afstemming tussen de werkelijke taakeisen en taakbekwaamheid en de eigen inschattingen van beide (ofwel de inschatting van de taakzwaarte), wordt ook wel 'kalibratie' genoemd (Kuiken & Twisk, 2001). Als de taakzwaarte groter is dan wat de verkeersdeelnemer (impliciet) acceptabel vindt, dan past hij zijn gedrag aan (zie bijvoorbeeld Fuller, 2005; Summala & Näätänen, 1988; Wilde, 1982). Een verkeersdeelnemer die bijvoorbeeld wordt afgeleid tijdens het rijden, kan zijn taakzwaarte aanpassen door zijn snelheid te minderen. Ook theorieën over gedragsaanpassing op basis van ervaren risico's (theorieën over 'risicohomeostase', 'risicoadaptatie' of gedragsadaptatie (OECD/ECMT, 1990; Peltzman, 1975; Wilde, 1982) houden hiermee verband. Door psychoactieve stoffen zoals alcohol, drugs of rijgevaarlijke geneesmiddelen kan het vermogen om het gedrag (voldoende) aan te passen verstoord raken.

Het kalibratie- of afstemmingsproces tussen taakbekwaamheid en taakeisen is relevant voor verschillende gedragsniveaus (Davidse et al., 2010; Michon, 1989):

- Strategisch niveau: algemene vervoersbeslissingen zoals wel of niet op pad gaan, welk vervoermiddel of route te nemen. Gedrag op niveau vindt vooral bewust plaats.
- Tactisch niveau: manoeuvres zoals welke afstand aan te houden en wel of niet inhalen. Gedrag op dit niveau vindt aanvankelijk grotendeels bewust plaats, als gewoonten worden het grotendeels onbewuste processen
- Operationeel niveau: verkeershandelingen zoals remmen, versnellen, sturen. Gedrag op dit niveau vindt grotendeels onbewust plaats.

De beginjaren van het verkeersveiligheidsbeleid: toelating tot het verkeer en verbeteren van de rijvaardigheid

Statusonderkenning gaat over de eigen inschatting van de verkeersdeelnemer om veilig aan het verkeer deel te kunnen nemen. De factoren die hierbij een rol spelen, kunnen via diverse soorten maatregelen ondersteund worden, zowel via het informeren en trainen van verkeersdeelnemers als meer formeel, bijvoorbeeld via wet- en regelgeving (zie ook *Hoofdstuk 6* voor de relatie met 'verantwoordelijkheid'). Alhoewel statusonderkenning pas tot een principe werd benoemd in de geactualiseerde Duurzaam Veilig-visie (Wegman & Aarts, 2005), zijn de elementen die hierbij een rol spelen (met name rijvaardigheid, rijgeschiktheid, zie *Afbeelding 5.1*) al veel langer onderwerp van onderzoek en maatregelen in het verkeer.

Sinds de groei van het wegverkeer eind 19^e eeuw (zie ook *Hoofdstuk 3* en *Hoofdstuk 4*) is ook de aandacht voor de rol van de verkeersdeelnemer gegroeid (zie ook Bax, 2012; Hagenzieker, Commandeur & Bijleveld, 2014)¹³. Aanvankelijk was dit nog vanuit de visie dat ongevallen vooral voortkomen uit gebrek aan motivatie, discipline en kennis (zie *Tabel 5.1*). In deze visie passen ook veel van maatregelen die in verband kunnen worden gebracht met factoren die de taakbekwaamheid beïnvloeden als voorwaarden voor veilige verkeersdeelname.



¹³ Historische uitingen hierna zijn gebaseerd op een combinatie van bronnen van ANWB (www.anwb.nl/over-anwb/vereniging-en-bedrijf/geschiedenis/verkeersveiligheid), de maatregelindex van SWOV (www.swov.nl/tools/maatregelenindex), en de geschiedenispagina's <https://rijbewijs.nl/historie/1906-tot-1984/> en www.isgeschiedenis.nl/historische-foto/eerste-auto-in-nederland/.

Tabel 5.1. Schematische weergave van de ontwikkeling in de kijk op oorzaken van ongevallen in de wetenschappelijke literatuur (blauw; gebaseerd op Hagenzieker, Commandeur & Bijleveld, 2014) en de kijk op de oorzaak van menselijke fouten daarbinnen (rood; gebaseerd op Embrey, 1994 in Davidse, 2003a). De lichtere kleuren bij de oudere visies geven aan dat deze visies in de praktijk nog steeds bestaan

Kijk op menselijk falen	...	TIJDLIJN	2020
Ongeval als 'domme pech'	...		
Ongeval komt door 'brokkenmakers' → gebrek aan motivatie, discipline of kennis		1920 →	
Monocausaliteit: ongeval komt door mens, voertuig of weg		1950 →	
Menselijke fouten → <i>ergonomische benadering</i> : taak aanpassen aan menselijke competenties; mens als black box			
Multicausale visie op ongevallen		1960 →	
Menselijke fouten → <i>cognitieve benadering</i> : informatieverwerking betrekken in analyse waarom het fout is gegaan			
Ongeval als resultaat van integraal systeemontwerp			1990 →
Menselijke fouten → <i>socio-technische systeembenadering</i> : hoe speelt organisatie een rol bij het ontstaan van fouten?			

De eerste maatregelen die in Nederland voor verkeersdeelnemers werden getroffen, hadden vooral te maken met veilige verkeersdeelname en toelating tot het verkeer (rijvaardigheid). Zo hielp de ANWB begin 1890 fietsers met gevaarherkenning door het plaatsen van waarschuwing-borden bij steile afdalingen. Begin 1920 nam de ANWB het initiatief om al op jonge leeftijd te starten met voorlichting over veilige verkeersdeelname. Vanaf 1906 zag het landelijke rijbewijs voor mechanisch voortbewogen voertuigen het levenslicht als vervanging van de vele lokale regelingen die er op dat moment waren. Dit rijbewijs was destijds nog niet gekoppeld aan een rijvaardigheidstest of medische keuring; dat werd pas in 1927 ingevoerd. Het rijbewijs wordt begin 1950 ook gekoppeld aan een minimumleeftijd van 18 jaar.

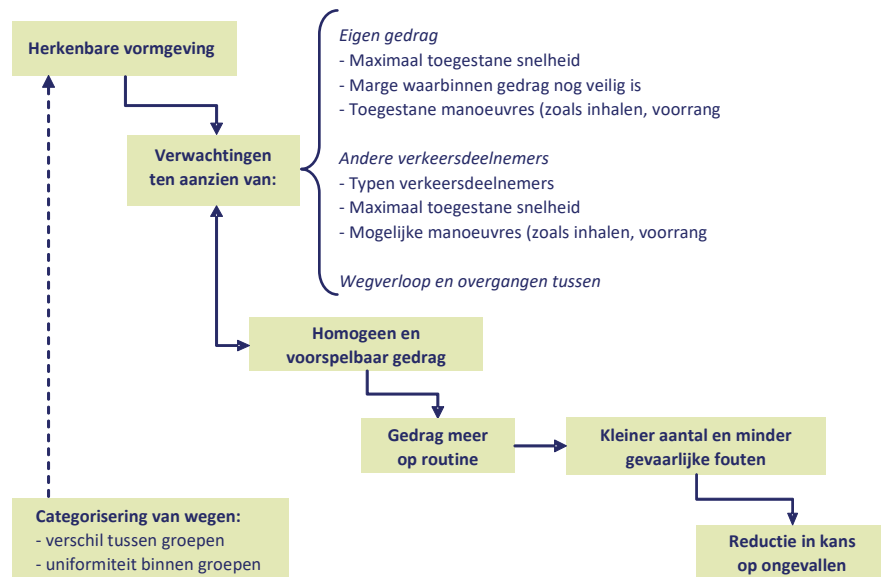
Ook rijgeschiktheid krijgt in de beginjaren van de opkomst van het gemotoriseerde wegverkeer aandacht, vooral voor wat betreft vermoeidheid en rijden onder invloed. Zo wordt in 1936 de rijtijdenwet aangenomen om oververmoeidheid bij bestuurders van motorvoertuigen tegen te gaan, zowel vanuit het oogpunt van arbeidsbescherming als verkeersveiligheid (zie bijvoorbeeld SER, 1995). Deze wet is medio jaren 70 verder ingevuld via het rijtijdenbesluit, waarbij onder meer het gebruik van een tachograaf voor vracht- en busvervoer verplicht werd. In 1974 werd ook voor het eerst een limiet ingesteld voor het bloedalcoholgehalte (BAG) voor bestuurders van gemotoriseerde voertuigen: 0,5 g/l (rijgeschiktheid).

5.1.2 De verkeersdeelnemer en zijn fysieke omgeving: herkenbaarheid en voorspelbaarheid

Zodra iemand zich daadwerkelijk in het verkeer begeeft, krijgt hij te maken met de fysieke omgeving die gevormd wordt door onder andere de weginrichting en wegomgeving. Een inrichting en omgeving die herkenbare elementen bevat voor verkeersdeelnemers en bij hun verwachtingen aansluit, kan eraan bijdragen dat verkeersdeelnemers meer op routine kunnen handelen en dus minder bewuste beslissingen hoeven te nemen. Hierdoor maken ze minder fouten en kunnen ze sneller reageren op verkeerssituaties (Rasmussen, 1983; Reason, 1990; Theeuwes & Hagenzieker, 1993). Daar waar die herkenbare en voorspelbare omgeving niet kan

worden geboden, is meer tijd en ruimte nodig om de situatie in te schatten en de juiste veilige beslissingen te nemen (zie ook Houtenbos, 2008; Martens, 2007; Stelling, Houtenbos & Nägele, 2010). Dit is dan ook het uitgangspunt bij het principe van 'herkenbare vormgeving van wegen en voorspelbaar wegverloop' (Koornstra et al., 1992; Wegman & Aarts, 2005; Afbeelding 5.2). Als de weginrichting en verkeersomgeving aansluit bij de verwachtingen, dan leidt het meer op routine handelen van verkeersdeelnemers ook tot voorspelbaarder gedrag voor andere verkeersdeelnemers en tot een zo zichzelf versterkend effect.

Afbeelding 5.2.
Schematische weergave van het principe van herkenbaarheid en voorspelbaarheid (bron: Aarts et al., 2006).



Opkomst van inzichten over oorzaken van menselijk falen

Het principe van *herkenbaarheid en voorspelbaarheid* bouwt voort op ergonomische en cognitief-psychologische inzichten die niet zozeer de motivationele en kennisaspecten van het menselijk functioneren als uitgangspunt nemen, maar veel meer de wijze waarop de omgeving het handelen van mensen beïnvloedt: welke rol speelt het ontwerp bij het ontstaan of voorkomen van fouten die tot ongevallen kunnen leiden? De eerste onderzoeken naar menselijk falen vinden reeds aan het einde van de 19^e eeuw plaats, min of meer tegelijkertijd met de ontwikkeling van de psychologie als zelfstandige wetenschap (Barjonet & Tortosa, 2001; Reason, 1990; Sully, 1882). Toch zullen de inzichten die uit deze studies voortkomen, pas vanaf de jaren 50 en 60 hun invloed krijgen op beleid (Embrey, 1994 in Davidse, 2003a; Hagenzieker, Commandeur & Bijleveld, 2014; SWOV, 2002; Tabel 5.1; zie ook Bijlage B3.2). Als bijdrage aan de *Nota Verkeersveiligheid 1965* van het ministerie van Verkeer en Waterstaat wijst ook SWOV er in die tijd al op om de invloed van het hele systeem (mens-voertuig-weg) te bezien als het gaat om het voorkomen van menselijke fouten (in SWOV, 2002).

Enkele decennia na de opkomst van het gemotoriseerde verkeer zijn wel enkele eerste maatregelen aan te wijzen die bijdragen aan het voorkomen van menselijke fouten door de inrichting van het verkeerssysteem. Ze werden en worden alleen niet als zodanig gepresenteerd. Voorbeelden zijn:

- zichtbaarheidsmaatregelen (1927 verplichte lichtvoering door fietsers bij duisternis; 1935 verplicht wit achterspatbord en rood achterlicht bij fietsers);
- bewegwijzering (sinds medio jaren 50 in blauw met witte letters omdat dit beter leesbaar bleek);
- markeringen op wegen (ter aanduiding van rijstroken en voorsorteervakken).

De verplichting van een rood achterlicht voor fietsers is te zien als een voorbeeld van een maatregel die de verkeersomgeving afstemt op menselijke eigenschappen¹⁴: door voor alle voertuigen rode achterlichten te gebruiken en witte koplampen, wordt de herkenbaarheid van de rijrichting van voertuigen voor verkeersdeelnemers vergroot. Herkenbaarheid door uniformiteit in de bewegwijzering is aanvankelijk als vanzelf geregeld doordat dit in handen was van één organisatie (ANWB). Later komen ook andere spelers op de markt en verschijnen er richtlijnen voor bewegwijzering (zie onder meer CROW, 2005; CROW, 2014c; Rijkswaterstaat, 1975; 1993).

Later dragen ook een aantal spraakmakende rampen – zoals de luchtvaartramp op Tenerife (1977), de nucleaire rampen op Three Miles Island (1979) en bij Tsjernobyl (1986) en de giframp bij Bhopal (1984) – bij aan intensievere aandacht voor de rol die de omgeving speelt bij menselijk falen: de fysieke omgeving maar ook de invloed van organisaties op het menselijk functioneren en de mentale processen die deze omgevings-elementen bij mensen oproepen (zie *Tabel 5.1* en het kader hieronder).

Kijk op menselijk falen als oorzaak van ongevallen in andere domeinen

Gebaseerd op een analyse van Davidse (2003a).

Brokkenmakersvisie: buiten de verkeersveiligheid is deze visie vooral in gebruik in domeinen waarbij de gevaren voor de omgeving nihil zijn en vooral de veiligheid van de betrokkene in het geding is, zoals bij bedrijfs- en arboveiligheid.

Ergonomische visie: deze visie – waarbij de taak zo veel als mogelijk aan de menselijke eigenschappen wordt aangepast – is vooral in gebruik bij militaire organisaties, in de luchtvaart en in krachtcentrales en gericht op het voorkómen van fouten. Later is deze ergonomische visie voor wat betreft de ‘hogere-ordevaardigheden’ aangevuld met de *cognitieve visie* waarbij ook de intenties (impliciete en expliciete doelen) van mensen worden meegenomen.

Socio-technische visie: deze benadering, waarbij ‘latente fouten’ (systeemfouten) in de organisatie worden opgespoord om ongevallen te voorkomen, staat vooral centraal bij bedrijven die een ‘veiligheidscultuur’ hoog in het vaandel hebben (bijvoorbeeld de petrochemie met bedrijven zoals Shell; zie ook *Hoofdstuk 7*).

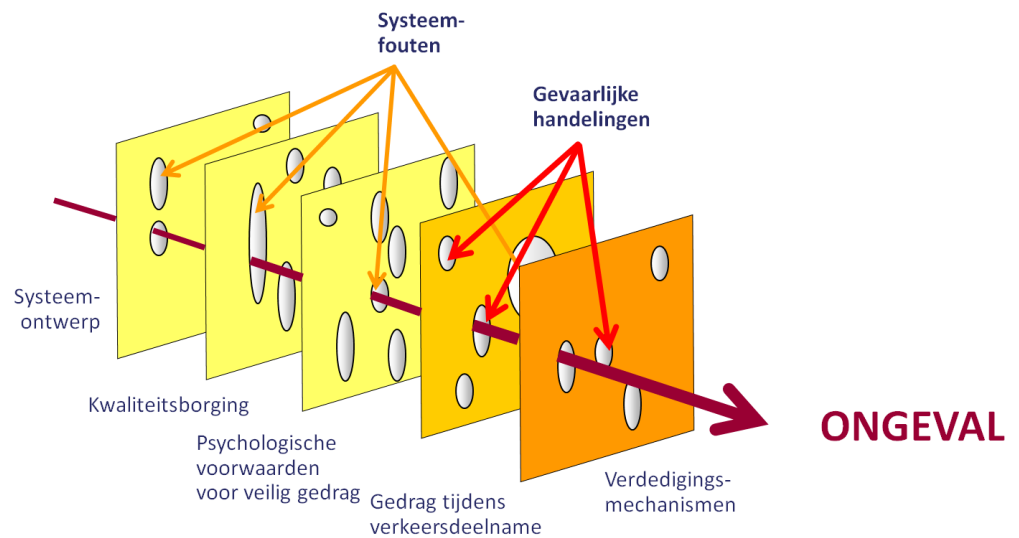
Reason (1990) beschrijft dit aan de hand van het bekend geworden ‘gatenkaasmodel’ (zie *Afbeelding 5.3*, vergelijk ook het fasemodel van Asmussen (1983; Asmussen & Kranenburg, 1985): waar het systeem, de omgeving of de organisatie onvoldoende op de ‘menselijke maat’ (zie *Paragraaf 1.2.2* en *Paragraaf 2.2*) en de interactie daartussen is afgestemd en onvoldoende rekening houdt met datgene wat mis kan gaan, kan dat als ‘latente fout’ of systeemfout worden beschouwd. Indien systeemfouten van het verkeerssysteem en onveilige handelingen van verkeersdeelnemers in tijd en plaats bij elkaar komen, zijn ongevallen het gevolg. Het is daarom zaak om zowel systeemfouten als onveilige handelingen zo veel als mogelijk te voorkomen door een veilig ontwerp dat voldoende rekening houdt met de competenties van mensen. Daarnaast moet een veilig systeem defensiemechanismen hebben voor het geval gedragingen uiteindelijk toch tot een ongeval dreigen te leiden. Defensiemechanismen voorkomen vooral ernstige consequenties van ongewenste, gevaarlijke handelingen die in een eerdere fase niet kunnen worden voorkomen.



14 Dit wordt in de psychologie ‘congruentie’ genoemd en is belangrijk om het ontwerp op een natuurlijke wijze te laten aansluiten bij (opgebouwde) verwachtingen van mensen.

Dit model laat ook zien dat als op meerdere plaatsen in het systeem veiligheidsmechanismen zijn ingebouwd, een ongeval ook voorkomen wordt doordat bij het falen van één van deze mechanismen, een ander de fout nog kan opvangen. Dit wordt ook wel het ‘redundantieprincipe’ of ‘faalveiligprincipe’ genoemd, dat onder meer wordt gebruikt in de procesindustrie, rail, luchtvaart en diverse technologische systemen (zie ook *Hoofdstuk 7*).

*Afbeelding 5.3.
Het gatenkaasmodel dat aangeeft hoe een ongeval kan gebeuren als systeemfouten en onveilige handelingen van verkeersdeelnemers in tijd en plaats samenvallen (naar Reason, 1990).*



Deze visie, waarbij het ontwerp van het (verkeers)stelsel, de omgeving en/of organisaties en hun afstemming op de ‘menselijke maat’ centraal staat, zijn de primaire inspiratie voor de veilige systeembenaderingen (‘safe system approaches’; zie *Paragraaf 2.3.1*) in het wegverkeer vanaf de jaren 90. Vision Zero (Zweden) en Duurzaam Veilig (Nederland) zijn hiervan de eerste en bekendste voorbeelden (zie OECD/ITF, 2008; 2016).

5.1.3 De sociale omgeving van de verkeersdeelnemer: sociale vergevingsgezindheid

Zodra iemand zich op weg begeeft, is niet alleen de fysieke omgeving een gegeven; veelal zal de verkeersdeelnemer ook andere verkeersdeelnemers op zijn pad tegenkomen. Naast het feit dat ook deze verkeersdeelnemers als fysiek element in de omgeving van de verkeersdeelnemer zijn te beschouwen, brengen ze ook een sociaal element met zich mee. Geïnspireerd op de fysieke vergevingsgezinde omgeving (zie *Hoofdstuk 4*), kan ook *sociale vergevingsgezindheid* bijdragen aan meer veiligheid (Wegman & Aarts, 2005). Hiermee heeft de Duurzaam Veilig-visie naast een bekwaamheids- en prestatiegerichte benadering ook een sociale benadering van de menselijke factor in het verkeer belicht. Dit principe komt neer op *de bereidheid te anticiperen op een potentieel onveilige handeling van een andere verkeersdeelnemer en zo te handelen dat negatieve consequenties van deze potentieel onveilige handeling worden voorkomen of ten minste beperkt* (Houtenbos, 2009).

In hoeverre verkeersdeelnemers sociaal vergevingsgezind gedrag vertonen, hangt mede af van hun vaardigheden om gevaarlijke situaties in te kunnen schatten (zie ook 'gevaarherkenning' in *Paragraaf 5.1.1* en *Bijlage B3.1*) en hun motivatie om anderen de ruimte te geven. Ook het type verkeersdilemma speelt een rol bij de mate waarin verkeersdeelnemers vergevingsgezind gedrag vertonen. Uit onderzoek blijkt dat dit zich zowel kan openbaren in waarneembaar gedrag (bijvoorbeeld snelheid reduceren) maar ook in attentieverhoging (alerter zijn op veranderingen in de omgeving; Houtenbos & Stelling, 2011; Stelling, Houtenbos & Nägele, 2010). Het principe heeft, net als de andere op de menselijke factor gerichte principes, vooral tot doel om ongevallen te voorkomen en zo nodig de consequenties van een ongeval te verminderen. Sociaal vergevingsgezind optreden zou vooral van belang zijn voor minder vaardige verkeersdeelnemers, zodat zij in een realistische maar vergevingsgezinde omgeving kunnen oefenen en noodzakelijke ervaringen op kunnen doen. Overigens zou sociaal vergevingsgezind gedrag ook voor meer ervaren verkeersdeelnemers meer veiligheid kunnen opleveren, omdat hun gevaarlijke gedragingen minder snel door een ongeval worden afgestraft, zo is het idee.

Sociale vergevingsgezindheid in de praktijk






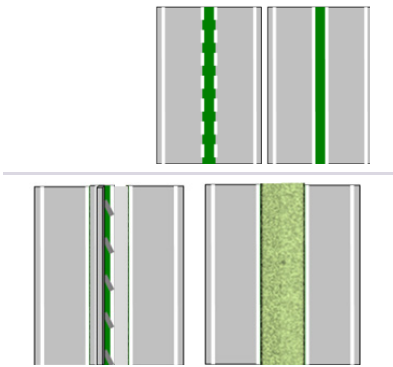
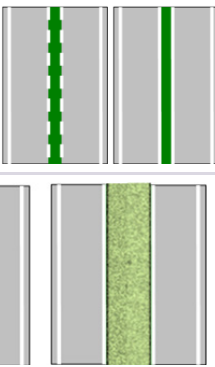

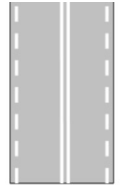

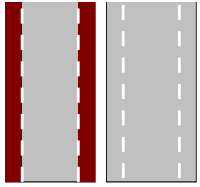

Van alle Duurzaam Veilig-principes heeft het principe van sociale vergevingsgezindheid tot nu toe de minste aandacht in uitwerkingen gekregen. Wel dient opgemerkt te worden dat mensen zich waarschijnlijk al sinds jaar en dag vergevingsgezind gedragen en er alles aan doen om een ongeval te voorkomen; niet iedere onveilige situatie leidt immers daadwerkelijk tot een ongeval. Wel zijn in de geschiedenis enkele maatregelen aan te wijzen die in verband kunnen worden gebracht met sociale vergevingsgezindheid 'avant la lettre', zoals de aanbeveling die de ANWB in de eerste versie van haar blad de *Kampioen* schreef aan fietsers om geen mensen ondersteboven te rijden en met name oudere verkeersdeelnemers niet zenuwachtig te maken. Ook de leuze 'Wees een heer in het verkeer', die met enige regelmaat opduikt, zou als een voorbeeld van een oproep tot sociaal vergevingsgezind gedrag kunnen worden opgevat.

5.1.4 Verdere concretisering

Zoals we in het vorige hoofdstuk ook al zagen, is de concretisering van de Duurzaam Veilig-principes voor wegen terug te vinden in CROW (1997), later aangevuld door Dijkstra (2003; 2010). Van de principes met een psychologische basis betreft de verdere concretisering alleen het principe van herkenbare wegen. Naast de operationalisering van Duurzaam Veilig-kenmerken zijn ten behoeven van de herkenbaarheid van wegen zogenoemde 'Essentiële Herkenbaarheids-kenmerken' geformuleerd (CROW, 2004c). Men kwam hierbij uit op een variatie van as- en kantmarkering per wegcategorie (zie *Hoofdstuk 3*; zie *Tabel 5.2*) waaraan verkeersdeelnemers voortaan continu zouden kunnen zien op wat voor weg ze rijden en wat ze kunnen verwachten.

De andere twee principes hebben vooral aandacht gekregen in onderzoek (zie bijvoorbeeld Davidse et al., 2010; Houtenbos & Stelling, 2011; Stelling, Houtenbos & Nägele, 2010), maar hebben niet of nauwelijks geleid tot concrete uitwerkingen voor de praktijk.

Tabel 5.2. Uitwerking van 'Essentiële Herkenbaarheidskenmerken' (CROW, 2004c). De uitwerking van fysieke rijrichtingscheiding voor stroomwegen is zowel op regionale (SW100) als nationale stroomwegen (SW120) van toepassing. Voor regionale stroomwegen kan volgens de richtlijn ook voor een groene middenmarkering worden gekozen.

Essentiële herkenbaarheidskenmerken (EHK)	Stroomweg		Gebiedsontsluitingsweg			Erftoegangsweg	
	SW120	SW100	GOW80	GOW70	GOW50	ETW60	ETW30
Zone-aanduiding			n.v.t. (algemene limiet RVV)		n.v.t. (algemene limiet RVV)		
Markering en rijrichtingscheiding							

5.2 Verdere ontwikkelingen en resultaten

In deze paragraaf bespreken we de belangrijkste verdere maatregelen en ontwikkelingen op het gebied van psychologische mechanismen in het verkeer.

5.2.1 Verdere maatregelen ter bevordering van taakbekwaamheid en toelating tot het verkeer

De maatregelen die vanaf circa 1950 zijn getroffen om de het gedrag van de verkeersdeelnemer te beïnvloeden, hebben vooral tot doel om de taakbekwaamheid te verbeteren en op basis daarvan de toelating tot het verkeer veiliger te regelen.

Toelatingsmaatregelen

Maatregelen die zijn gericht op het toetsen en toelaten tot het verkeer op basis van rijvaardigheid en rijgeschiktheid (zie *Bijlage B3.3* voor effecten), betreffen vooral de rijbewijswetgeving, maatregelen over rijden met functiebeperkingen en wetgeving over rijden onder invloed van alcohol.

Na de invoering van het rijbewijs voor snelverkeer met een minimumleeftijd van 18 jaar (1952), is er de jaren daarna vooral aanvullende regelgeving gekomen voor specifieke vervoerswijzen: in 1984 verscheen de eerste Europese rijbewijsrichtlijn die aparte examens en rijbewijzen aanbeveelt voor vrachtwagens (C), bussen (D) en toegevoegde aanhangers (E). In latere jaren volgen ook diverse (Europese en nationale) examen- en rijbewijsmaatregelen voor andere vervoerswijzen (bromfietzers, snorfietser en trekkers op de openbare weg). Ook met betrekking tot leeftijd (minimumleeftijd en maximumleeftijd verbonden aan een medische keuring), ervaring en functiebeperkingen worden vanaf de jaren 80 grenzen verkend en/of (bij)gesteld.

Toelating tot het verkeer en de relatie met andere beleidsdomeinen

Bezit van een rijbewijs voorziet voor veel mensen in een levensbehoefte: het maakt ze mobiel (zeker daar waar voorzieningen verder weg liggen), zelfstandig (niet of minder afhankelijk van anderen die komen halen of brengen) en sommigen zijn er voor het uitvoeren van hun werk van afhankelijk. Bij verscherping van de toelatingseisen tot het verkeer vanuit verkeersveiligheids-perspectief heeft dit ook op andere maatschappelijke terreinen gevolgen.

In 2002 verschijnt het beginnersrijbewijs dat is gekoppeld aan een extra strenge gedragscontrole: worden binnen vijf jaar na behalen van het examen drie zware overtredingen begaan, dan vindt er een rijvaardigheidsonderzoek plaats. In 2006 wordt hier een aangescherpte alcohollimiet van 0,2 promille voor beginnende bestuurders aan toegevoegd. Om zware overtreeders in de toekomst uit het verkeer te weren, wordt bij een geconstateerde overtreding vanaf 2011 een alcoholslotprogramma opgelegd (voor de duur van twee jaar) dat de bestuurder zelf moet bekostigen. Dit programma is in 2015 wegens diverse juridische bezwaren weer stopgezet. Wel bekijkt men nog of als alternatief de grens voor de rijgeschiktheidstest naar beneden kan en of het alcoholslotprogramma in het strafrecht kan terugkeren.

Vanaf juli 2017 zijn er ook wettelijke limieten voor rijden onder invloed van drugs in het verkeer. Het gaat daar bij om amfetamines, cocaïne, THC en GHB en gebruikswaarden die een vergelijkbare invloed hebben op de rijvaardigheid als de alcohollimiet. Voor gecombineerd gebruik van alcohol en drugs geldt vanaf dan ook een nul-limiet.

Alcoholgebruik en consequenties voor verschillende beleidsdomeinen

Alcoholgebruik heeft niet alleen een negatieve invloed op veilige verkeersdeelname en de kans op ernstiger letsel (SWOV, 2016b). Alcoholgebruik draagt ook bij aan agressie, overlast, ordeverstoring, antisociaal gedrag en geweld: 52%-86% van het uitgaansgeweld vindt bijvoorbeeld plaats onder invloed van alcohol (Van Hest & Sannen, 2014). Ook is aangetoond dat alcoholgebruik een negatieve invloed heeft op de volksgezondheid, zoals een verhoogd risico op kanker, hoge bloeddruk, hersenbloeding, leveraandoeningen, orgaan-beschadigingen en verslaving (Trimbos-instituut).

In 2008 worden ook inhoudelijke vernieuwingen aan het rijexamen toegevoegd en wordt getoetst op gevaarherkenning en geheel zelfstandig naar een bestemming kunnen rijden. In 2011 wordt een proef gehouden met begeleid rijden (2toDriver) waarbij al op 17-jarige leeftijd het rijbewijs kan worden behaald maar tot 18 jaar alleen onder begeleiding van een ervaren chauffeur mag worden gereden. In 2017 wordt dit definitief als mogelijkheid ingevoerd.

Voorlichting ter bevordering van risico-inschatting en veilig gedrag

Voorlichting aan verkeersdeelnemers over onveilige gedragingen, regels en consequenties van regelovertreding werden in het recente verleden vooral op ad-hocbasis uitgevoerd (in SWOV, 2017e). Tegenwoordig coördineert en faciliteert de overheid de campagnethema's onder het motto 'Daar kun je mee thuiskomen' (zie *Afbeelding 5.4*). In de *Bijlage B3.4* is een overzicht van effecten te vinden.

Onderwerpen die in campagnes belicht worden zijn¹⁵:

- bewustwording van gevaren in het verkeer (dode hoek van vrachtwagens, schoolgaande kinderen en auto's te water);
- gedrag en verkeersregels (rijden onder invloed (BOB-campagnes), afleiding en handenvrij bellen, vermoeid rijden, afstand houden, inhalen, snelheid en het gebruik van spitsstroken);
- bevordering van de eigen bescherming (afstelling van neksteunen in auto's) en gebruik van beschermingsmiddelen (gordel, kinderzitjes, bromfietshelmen, fietshelmen voor kinderen);
- bevordering van de eigen zichtbaarheid (lichtvoering);
- veilige voertuigkeuzen en veilig voertuiggebruik (veilig laden van vrachtwagens, het nieuwe rijden, bevordering van intelligente, veiliger en schonere auto's).

Afbeelding 5.4. Voorbeelden van voorlichting en campagnes.



Educatie en training van taakbekwaamheid

Nadat vanaf de eerste decennia van de vorige eeuw verkeerseducatie de scholen binnenkwam, werd het in 1958 een verplicht onderdeel van de lessen aardrijkskunde, in 1964 gevolgd door verzelfstandiging van het vak. Bij de herzieningen in het basisonderwijs in 1985 werd verkeerseducatie ondergebracht in het domein 'sociale redzaamheid' en in 1997 bij het leergebied 'gezond en redzaam gedrag'. Er was wel geregeld discussie of verkeerseducatie niet vooral onderdeel van de opvoeding thuis was of ook meer formeel onderdeel moest zijn van educatie op scholen (Vermeulen, 2009).

In 1996 werd voor het eerst een educatieve maatregel van kracht voor autobestuurders die worden gepakt met te veel alcohol op (EMA), in 2008 gevolgd door eenzelfde soort maatregel bij asociaal gedragende verkeersdeelnemers (EMG), en de lichte variant van de EMA (LEMA). Deze cursussen hebben tot doel zelfreflectie, gevaarinschatting en een juiste inschatting van het eigen gedrag te bevorderen.



¹⁵ Bron: maatregelindex SWOV (www.swov.nl/tools/maatregelenindex)

Vanaf 2003 kan gebruik gemaakt worden van een rij simulator in de rijopleiding en vanaf 2004 kan de Rijopleiding In Stappen (RIS) gevolgd worden. Dit past in een ontwikkeling waarbij het accent op vaardigheidstraining in de loop van de tijd langzaam verschuift naar training van verkeers- en zelfinzicht (SWOV, 2009).

Daarnaast worden er voor verschillende doelgroepen verkeerseducatiepakketten aangeboden door decentrale overheden en maatschappelijke organisaties. Sinds 1998 gaan deze onder de term 'permanente verkeerseducatie' (zie ook *Paragraaf 5.2.4*). Het gaat daarbij om vrijwillige cursussen of lespakketten die tijdens schooltijd worden aangeboden.

In de *Bijlage B3.5* is een overzicht van de gevonden effecten van bovenstaande programma's weergegeven.

Bevordering van veilige condities voor verkeersdeelnemer

Naast toelatingsmaatregelen in het verkeer en maatregelen ter bevordering van de taakbekwaamheid voorafgaand aan de verkeersdeelnemer, zijn er in de periode van 1950 tot het begin van deze eeuw vooral ook een aantal maatregelen getroffen die bijdragen aan risicoreductie in gevaarlijke verkeerssituaties die ontstaan door gedrag van de verkeersdeelnemer. Het accent heeft daarbij vooral gelegen op verkeersgerelateerde gedragingen zoals wetgeving met betrekking tot het dragen van beschermingsmiddelen (helm voor gemotoriseerde tweewielers en autogordel) en snelheidsbeperkende en homogeniserende maatregelen (zoals snelheidslimieten voor bepaalde typen wegen en inhaalverboden voor vrachtwagens op autosnelwegen; zie ook zie *Hoofdstuk 4*). Deze maatregelen gingen gepaard met handhaving.

Rond de jaren 90 wordt het lik-op-stukbeleid en later de Wet Mulder ingevoerd om lichtere overtredingen sneller af te handelen. Begin deze eeuw wordt het politietoezicht in het kader van het *Startprogramma Duurzaam Veilig* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat et al., 1997) geïntensiveerd door instelling van de regionale verkeershandhavingsteams die specifiek op een aantal speerpunten handhaving pleegde (zoals snelheid, rijden onder invloed, roodlichtnegatie en gebruik van beschermingsmiddelen). Ook vinden er een aantal boeteverhogingen plaats. In de *Bijlage B3.6* is ook voor de effectiviteit van deze maatregelen een overzicht te vinden.

5.2.2 Maatregelen in de fysieke omgeving van de verkeersdeelnemer

De fysieke maatregelen die invloed hebben op het voorkomen van menselijke fouten, vertonen ook na de jaren 50 nog geen duidelijke tekenen van een systeemgerichte aanpak. De maatregelen richten zich vooral op zichtbaarheidsverbetering (lichtvoering in specifieke omstandigheden, reflectiemaatregelen, waarschuwingen in specifieke situaties door waarschuwingsmarkeringen; zie *Bijlage B3.7* voor effecten). Vanaf begin deze eeuw is er ook aandacht voor de invoering van maatregelen voor zichtveldverbetering ter preventie van dodehoekongevallen met vrachtwagens, vooral aangewakkerd door een burgerinitiatief. Vanuit de markt sluit ook het voertuigontwerp steeds beter aan bij wat voor mensen logisch is.

De expliciete implementatie van systeemmaatregelen in de fysieke omgeving vanuit een verkeerspsychologisch perspectief, ontstaat eigenlijk pas grootschalig en gecoördineerd naar aanleiding van de publicatie van *Duurzaam Veilig* (Koorstra et al., 1992; zie *Paragraaf 5.2.4*). Het gaat daarbij voor wat betreft psychologische maatregelen vooral om de implementatie van 'Essentiële Herkenbaarheidskenmerken' op wegen (CROW, 2004c).

5.2.3 Maatregelen ter bevordering van de sociale interactie in het verkeer

Zoals eerder vermeld, hebben maatregelen gericht op de sociale interactie van verkeersdeelnemers slechts beperkt de aandacht gehad. Wel kunnen een aantal campagnes begin deze eeuw worden aangeduid als maatregelen die tot doel hadden om mensen meer rekening met elkaar te laten houden zoals: 'Rij met je hart' (2006), 'Sorry, kleine moeite, groot gebaar' (2007). Ook campagnes

die gericht zijn op afstand houden (2002-2006), gevaarlijk inhaalgedrag (2003) en zichtbaarheid voor anderen zouden hieronder geschaard kunnen worden. Ook cursussen defensief rijden zouden onder ‘sociale vergevingsgezindheid’ kunnen worden gerekend, al hebben deze cursussen over het algemeen vooral tot doel om de bestuurder zelf te beschermen door meer anticiperend te rijden. Het effect kan dus ook voor de sociale omgeving goed uitpakken, maar de intentie achter de maatregel is meer gerelateerd aan rijvaardigheid (gevaarherkenning).

5.2.4 De uitrol van Duurzaam Veilig in relatie tot psychologisch georiënteerde maatregelen

De grootschalige uitrol van psychologisch georiënteerde maatregelen die passen in Duurzaam Veilig, startte eind vorig eeuw in het kader van het *Startprogramma Duurzaam Veilig* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat et al., 1997). De maatregelen die daarbij aansloten op de psychologische eigenschappen van mensen, betroffen (zie *Bijlage B3.8* voor effecten):

- implementatie van Essentiële Herkenbaarheidskenmerken op wegen (vanaf 2004);
- voorrang voor alle verkeer van rechts (2001);
- impuls aan verkeershandhaving op de belangrijke verkeersgedragingen (snelheid, rijden onder invloed, roodlichtnegatie en gebruik van beschermingsmiddelen; 2001);
- ontwikkeling en uitrol van educatieve activiteiten voor alle leeftijdsgroepen onder de vlag van ‘permanente verkeerseducatie’.

5.3 Problemen en kritieken

Net als bij het functionaliteitsprincipe (*Hoofdstuk 3*) en de principes van homogeniteit en fysieke vergevingsgezindheid (*Hoofdstuk 4*), zijn er ook kanttekeningen te plaatsen bij de psychologisch georiënteerde principes van Duurzaam Veilig. We bespreken er hier een aantal op hoofdlijnen.

5.3.1 Voor wie is het verkeer ontworpen en toegankelijk: discussie over de ‘normmens’

Bij het aanpassen van het verkeerssysteem aan ‘de menselijke maat’ komt al snel de vraag op voor welke mens dit ontwerp zou moeten gelden. Verkeersdeelnemers verschillen namelijk aanzienlijk in competenties en kwetsbaarheid. Ook de wijze waarop ze aan het verkeer deelnemen, hangt hiermee samen. Geïnspireerd door zijn eigen verminderde gezichtsvermogen komt hoogleraar verkeersveiligheid en oud-directeur van SWOV prof. ir. Erik Asmussen tot de conclusie dat het belangrijk is de normmens die centraal staat bij het ontwerp van de openbare ruimte te herdefiniëren (Asmussen, 1996). Dit pleidooi is overigens vooral gebaseerd op het argument dat ook mensen met functiebeperkingen zich goed moeten kunnen verplaatsen in de openbare ruimte (zie ook Bakker, 2018). Er zou te veel van een gezonde, snel reagerende verkeersdeelnemer worden uitgegaan, en dan ook nog eens rijdend in een auto. Het ontwerp zou meer rekening moeten houden met wat Asmussen de ‘nieuwe normmens’ noemt: mensen met een functiebeperking. Hieronder vallen zowel ouderen als mensen met een niet-leeftijdsgelinkte en/of tijdelijke functiebeperking. Ook kinderen zouden hier baat bij kunnen hebben. Deze groepen nemen veelal als voetganger aan het verkeer deel en behoeven ook om die reden andere ontwerpcriteria. De ‘nieuwe normmens’ is dus een pleidooi voor een inrichting die is afgestemd op een veel minder snelle en competente verkeersdeelnemer dan voorheen het geval was.

Duurzaam Veilig speelt hier al (impliciet) op in (Koornstra, 1996): de interactie van snel en langzaam verkeer is een belangrijk uitgangspunt, evenals de mens die nu eenmaal fouten maakt en niet onfeilbaar is. Tegelijkertijd blijkt het ‘nieuwe normmens’-concept van Asmussen ook onderwerpen te agenderen die niet rechtstreeks uit de Duurzaam Veilig-visie voortvloeien, zoals

vallende voetgangers zonder betrokkenheid van ander verkeer¹⁶, details van de verkeersinrichting en de leefbaarheid van de inrichting van de openbare ruimte in het algemeen.

De nieuwe normmens en de relatie met andere beleidsterreinen

De nieuwe normmens biedt niet alleen aanknopingspunten voor ontwerp van de openbare ruimte om tot een betere verkeersveiligheid van met name zwakkere verkeersdeelnemers te komen. Het concept bevat ook een pleidooi voor de leefbaarheid van met name verblijfsgebieden.

Het idee van de normmens – en ook het normvoertuig – is in richtlijnen uitgewerkt (zie bijvoorbeeld CROW, 2010). Voor de normmens zijn verschillende groepen gedefinieerd (leeftijdsgroepen, naar geslacht) waarvan op basis van algemene statistieken die waarden worden genomen van fysieke kenmerken, visuele en informatieverwerkingsvermogen waar 95% of 97% van de bevolking in die groep aan voldoet. De gehanteerde maten blijken nog altijd de bevolking in Nederland goed te beschrijven maar blijken lang niet altijd te worden toegepast in richtlijnen, en vermoedelijk daarom ook niet in wegontwerp (Schermers, Stelling & Duivenvoorden, 2014). Ook de op oudere verkeersdeelnemers gerichte ontwerprichtlijnen (CROW, 2011b; Davidse, 2002) sluiten aan op deze ideeën: maak het verkeersontwerp eenvoudig, zodat het verkeer voor vrijwel iedereen behapbaar wordt. Met het oog op de vergrijzing is een meer op ouderen gericht systeemontwerp aan te bevelen. Dit betekent zowel aanpassing van de huidige richtlijnen aan de kenmerken van de bevolking en de implementatie van deze richtlijnen, als periodiek onderzoek naar wijzigende kenmerken van de bevolking en wat dit voor richtlijnen betekent. Overigens geldt het niet alleen voor infrastructuur, maar zeker ook voor technologie en de ontwikkelingen daarin (zie bijvoorbeeld Davidse, 2003b).

In het verlengde van de discussie over de normmens ligt de vraag of het verkeer inderdaad voor iedereen toegankelijk zou moeten zijn of dat we hiervoor toch ondergrenzen (moeten) hanteren. En zo ja, waar ligt die ondergrens, zowel voor wat betreft rijvaardigheid (hoeveel kennis en ervaring moet je hebben?) als wat betreft rijgeschiktheid (zou het verkeerssysteem ook berekend moeten zijn op beschonken of vermoeide bestuurders?).

5.3.2 Routine, uniformiteit en sobere inrichtingen: veilig of juist gevaarlijk?

Een van de uitgangspunten van het herkenbaarheidsprincipe is dat door wegen herkenbaar te maken, verkeersdeelnemers meer op routine aan het verkeer kunnen deelnemen en daardoor minder fouten maken. Herkenbaarheid wordt vergroot als de verschillen tussen (weg)categorieën voldoende groot zijn en verschillen binnen (weg)categorieën juist niet al te groot. Uniforme vormgeving van wegen kan dus in principe bijdragen aan de herkenbaarheid van wegen (zie ook Aarts et al., 2006; Theeuwes & Diks, 1995).

Verkeersveiligheidsprofessionals vragen zich echter nog wel eens af of het niet juist gevaarlijk is om orde te scheppen (zie ook verderop in deze paragraaf bij het concept van Shared Space), alles uniform aan te leggen en op routine te varen. Orde zou ook kunnen aanzetten tot minder oplettendheid dan een chaotische omgeving. En door routinematig en zonder aandacht aan het verkeer deel te nemen, zouden gemakkelijk gevaren over het hoofd kunnen worden gezien.

Nog een ander discussiepunt betreft de kwaliteit van de inrichting in meer algemene zin: is de grootschalige uitrol van Duurzaam Veilig-maatregelen een goede zet gebleken gezien de sobere inrichtingsvarianten die dat op plaatsen heeft opgeleverd? En hoe onwenselijk is het dat wegbeheerders soms zijn afgeweken van de opgestelde richtlijnen (zie bijvoorbeeld Aarts et al.,



¹⁶ Volgens de toenmalige en ook nog huidige definitie van 'verkeersslachtoffer' wordt een voetganger die zich in het verkeer bezeert zonder betrokkenheid van ander verkeer, niet gerekend tot de verkeersslachtoffers.

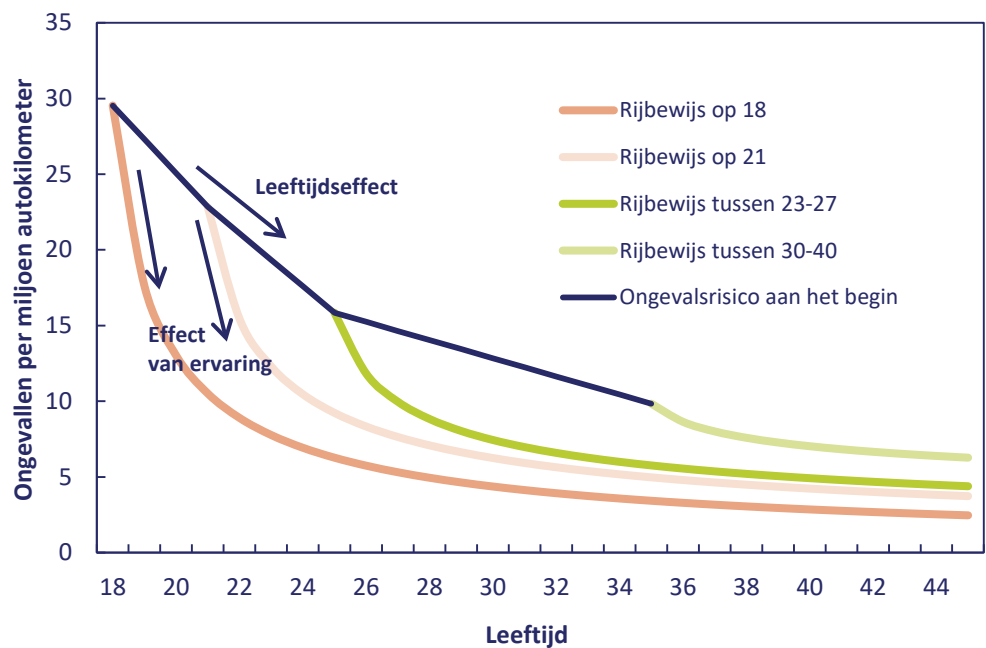
2006)? Zitten we nu vooral met het erfgoed van een implementatietraject waarbij de goed bedoelde ideeën (nog) niet overal het verkeersgedrag oproepen dat past in een duurzaam veilig wegverkeer?

Routine en verkeersveiligheid

Als we vaardigheden aanleren – zoals traplopen, fietsen of autorijden – dan hoeven we steeds minder bij iedere handeling na te denken en gaan we geleidelijk steeds meer handelingen routinematig uitvoeren (zie Herslund & Jørgensen, 2003; Rasmussen, 1983). Dat geldt ook voor de route die we dagelijks rijden op weg naar school, werk of huis. Dit is een van de efficiëntieprincipes van het menselijke brein: het bespaart energie zodat we onze kostbare aandacht op die zaken kunnen richten die voor ons belangrijk zijn. Bovendien blijken we in een routinemodus minder fouten en minder ernstige fouten te maken (Reason, 1990), althans: zolang de omgeving aansluit bij de verwachtingen van mensen.

Ook uit statistische informatie kan afgeleid worden dat handelen op routine veiligheidsbevorderend is: uit onderzoek naar het ongevalrisico op basis van ervaring en leeftijd constateert Vlakveld (2005; zie *Afbeelding 5.5*) dat de veiligheid toeneemt na het behalen van het rijbewijs en mensen verder ervaring opdoen in het verkeer.

Afbeelding 5.5. Ontwikkeling van het ongevalsrisico naar leeftijd en ervaring (bron: Vlakveld, 2005).



Een eigenschap van routinematig handelen is echter ook dat het proces van selectie van handelingen weinig flexibel is en dat er weinig aandacht is voor nieuwe of onverwachte zaken in de omgeving (zie ook Martens, 2007). Martens (2007) vraagt zich in haar proefschrift dan ook af of het versterken van verwachtingen door bijvoorbeeld herkenbare wegen niet juist gevaarlijk kan zijn. Dit versterkt immers de mogelijkheid om routinematig te handelen en sterke verwachtingen op te bouwen terwijl onverwachte situaties – die kunnen duiden op een gevaarlijke situatie – daarmee minder snel herkend worden omdat ze simpelweg niet, te laat of niet adequaat worden opgemerkt. Ze constateert echter dat het een natuurlijk principe is dat mensen ervaringen opdoen en op basis daarvan verwachtingen opbouwen. Het aanbieden van een omgeving die telkens anders is (en dan ook echt iedere keer anders) en die verkeersdeelnemers niet in de gelegenheid stelt om op routine en verwachtingen aan het verkeer deel te nemen, zal leiden tot tragere reacties en meer fouten (bijvoorbeeld het niet tijdig opmerken van een gevaarlijke situatie), zoals dat bij beginners het geval is. En die hebben, zo weten we, een veel hoger ongevalrisico. Bovendien zou het een nog veel verdergaande coördinatie tussen wegbeheerders vergen om wegen ook binnen eenzelfde categorie totaal niet op elkaar te laten

lijken. Om te voorkomen dat mensen routine opbouwen, moeten dergelijke verschillen namelijk behoorlijk groot zijn. Mensen zijn namelijk erg goed in het ontdekken van patronen en overeenkomsten in de informatie die ze tot zich nemen. Kortom, er is meer evidentie dat het ondersteunen van routinematig handelen tot meer veiligheid leidt dan het voorkómen van routinematig handelen. Wel is het belangrijk om afwijkingen in het patroon extra duidelijk te benadrukken om erin te slagen in die gevallen het routinepatroon te doorbreken.

De veiligheid van orde versus chaos

Bewijs voor de stelling dat juist chaos in plaats van orde tot meer veiligheid zou leiden, halen verkeersprofessionals nog wel eens anekdotisch uit het feit dat ze – als ze bijvoorbeeld in minder ontwikkelde landen zijn – chaotische verkeerstaferelen zien zonder dat er ongevallen lijken te gebeuren. De statistieken van dergelijke landen leren echter dat deze tot de minst veilige landen van de wereld te behoren (zie bijvoorbeeld WHO, 2013).

Een ander concept dat deels op de chaostheorie voortbouwt is Shared Space (zie bijvoorbeeld Monderman, 2004; zie ook *Paragraaf 3.2* en *Paragraaf 4.2*). In dit concept staat de inrichting van openbare (verblijfs)ruimte centraal waardoor zich ook verkeer begeeft. Een van de ideeën binnen dit concept is dat een te ordelijke inrichting zou leiden tot minder contact tussen mensen. Juist door situaties minder uniform en duidelijk te maken, zouden verkeersdeelnemers gedwongen worden tot het maken van oogcontact en zo samen een oplossing zoeken om een potentieel verkeersconflict te voorkomen. Dit concept is dan ook beschouwd ten opzichte van de psychologische Duurzaam Veilig-principes zoals herkenbaarheid (herkenbaar maken van een verblijfsruimte waar het verkeer te gast is door middel van een geloofwaardige inrichting; SWOV, 2013b), maar ook met sociale vergevingsgezindheid (een Shared Space-weginrichting zou mogelijk meer uit kunnen nodigen tot vergevingsgezind gedrag; Houtenbos & Stelling, 2011; SWOV, 2010d). Voor dit laatste is geen eenduidig bewijs gevonden en een goede verkeersveiligheidsevaluatie van het Shared Space-concept ontbreekt tot op heden. Wel zou een Shared Space-omgeving – mits deze inderdaad effectief lage snelheden van het wegverkeer uitlokt – kunnen passen in een herkenbaar wegontwerp zoals in essentie bedoeld in de Duurzaam Veilig-visie: herkenbaar makend dat het om een weg gaat waar lage snelheden gepast zijn vanwege de uitwisseling/ontmoetingen met kwetsbare verkeersdeelnemers (zie ook CROW, 2011a). Overigens toont onderzoek ook aan dat toepassing van het herkenbaarheidsprincipe door middel van alleen belijning niet zaligmakend is voor veilig weggedrag. Er blijken meer aspecten een rol te spelen, zoals de geloofwaardigheid van het hele wegontwerp en de omgeving (Aarts, Davidse & Christoph, 2007). Voor sommige organisaties is dit een grondslag om te twifelen aan de basisgedachten van Duurzaam Veilig (zie bijvoorbeeld Van Keulegom, Groot & Groot, 2017).

Uniforme vormgeving van wegen

Uniformiteit in de vormgeving van wegen van eenzelfde categorie en daarnaast voldoende onderscheidbaarheid van wegen uit een andere categorie, zijn een belangrijke voorwaarde voor herkenbaarheid (Aarts et al., 2006; Theeuwes & Diks, 1995). Met de oude belijning uit de RONA (CROW, 2002; RONA, 1992) waren wegcategorieën niet of nauwelijks voor verkeersdeelnemers van elkaar te onderscheiden (Davidse et al., 2007). Uitzondering hierop vormden de autosnelwegen, die al een heel herkenbaar profiel bleken te hebben dankzij portalen, geleiderails en vluchtstroken (Theeuwes, 1994). Met de formulering en implementatie van de essentiële herkenbaarheidskenmerken (EHK; CROW, 2004c) kwam daarin verandering: iedere wegcategorie (vooral buiten de bebouwde kom) was voortaan aan de hand van een unieke combinatie van as- en kantmarkering te onderscheiden (zie *Afbeelding 5.6*).

Afbeelding 5.6. Verschillende wegtypen buiten de bebouwde kom met de traditionele RONA-belijning en dezelfde weg herkenbaarder gemaakt door middel van EHK-belijning (bron: SWOV).



Nog los van de transitieperiode waarin de oude RONA-belijning – overigens nog steeds – bestaat naast de EHK-belijning, zien we ook dat de EHK-belijning allerm minst uniform wordt toegepast (zie ook Weijermars & Aarts, 2010). Wegbeheerders hebben veelal hun eigen regionale variant van de richtlijn gemaakt en daarnaast moeten we ook constateren dat de belijning veelal vooral de wegcategorie aangeeft zonder dat dit altijd consequent correspondeert met de lokaal geldende regelgeving zoals de snelheidslimiet en fietsers wel of niet op de rijbaan (Aarts et al., 2006). Dit laatste is met name het geval bij erftoegangswegen waar soms toch vrijliggende fietspaden langs liggen en een ‘geslotenverklaring’ geldt voor fietsers; ook snelheidslimieten zijn niet consistent en kunnen zowel 60 km/uur als 80 km/uur¹⁷ zijn. Het lijkt erop dat de EHK meer zijn aangebracht vanuit het perspectief van de wegbeheerder (en dus vanuit de wegcategorie) en minder vanuit het perspectief van de verkeersdeelnemer (meer beredeneerd vanuit het gewenste gedrag en regels die er gelden). Ook zijn er voorbeelden waarbij – rijdend op een weg die niet van categorie of regelgeving verandert – bij het overschrijden van wegbeheerdersgrenzen plots de belijning verandert (Bax et al., 2008). Dit zou nog tot overgangsproblematiek gerekend kunnen worden, maar duidelijk is wel dat de uniformiteit van de weginrichting binnen categorieën te wensen over laat.

Zolang de verschillen klein zijn, hoeft dat overigens niet per se grote problemen op te leveren. Maar de mogelijkheid om af te wijken van de gezamenlijk afgesproken richtlijnen geeft wel een vrijbrief voor wegbeheerders om naar eigen inzichten invulling te geven aan de communicatie met de verkeersdeelnemer en brengt daarmee – veelal onbedoeld wellicht – belangrijke uitgangspunten in gevaar. Een goede communicatie met de verkeersdeelnemer vraagt juist om



¹⁷ Dit geldt met name voor de zeer rustige plattelandsweggetjes waarbij geen aanvullende inrichtingsmaatregelen zijn getroffen en dus de standaard snelheidslimiet voor wegen buiten de bebouwde kom geldt.

coördinatie. Afwijkingen zouden idealiter alleen moeten worden toegestaan als er bewijs is dat dit geen nadelige gevolgen heeft.

Dat bij het herkenbaar maken van wegen de nadruk wordt gelegd op uniformiteit, heeft ook te maken met de onderscheidbaarheid *tussen* wegcategorieën. Immers, als wegcategorieën zeer van elkaar zouden verschillen, zou het minder noodzakelijk zijn om wegen binnen een categorie identiek aan elkaar te maken. Enige variatie zou dan – natuurlijk wel binnen zekere marges – geen probleem hoeven zijn zolang de algemene uitstraling van de weg blijft overeenkomen met wat vanuit verkeersveiligheidsoogpunt beoogd wordt. Dit kan ook ruimte bieden voor meer stedenbouwkundige of landschapsarchitecturale perspectieven op de inrichting van wegen waarbij ook ruimte ontstaat om de omgeving van de weg mee te nemen (zie bijvoorbeeld Aarts et al., 2014; Aben et al., 2013). Als de te bereiken doelen of subdoelen als uitgangspunt worden genomen, zou dit een brug kunnen slaan tussen vakgebieden en uiteindelijk ook de herkenbaarheid voor verkeersdeelnemers kunnen vergroten. Dit vraagt echter wel een goede coördinatie.

Door bij de Essentiële Herkenbaarheidskenmerken vooral te focussen op een combinatie van voor verkeersdeelnemers niet al te opvallende of betekenisvolle belijning, en door daarbij ook nog variaties toe te staan, is weliswaar een begin gemaakt met het herkenbaar maken van wegen, maar mist nog de integratie met het gehele wegbeeld, het beoogde gedrag waartoe de weg zou moeten verleiden en ook de fysieke aspecten van een duurzaam veilig wegverkeer (Aarts, Davidse & Christoph, 2007; zie ook *Hoofdstuk 4*). Wegman & Aarts (2005) hebben daarom ook gepleit voor formulering van ‘essentiële kenmerken’ en niet alleen te focussen op herkenbaarheid (zie ook *Paragraaf 5.4.1*). *Afbeelding 5.7* laat zien hoe dat er voor een gebiedsontsluitingsweg uit zou kunnen zien.

Afbeelding 5.7. Voorbeelden van een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom (GOW80).

Bron: Aarts, Davidse & Christoph (2007).

1) RONA-belijning
(doorgetrokken kantmarkering en doorgetrokken of onderbroken asmarkering)



2) EHK-belijning
(onderbroken kantmarkering en dubbele doorgetrokken of onderbroken asmarkering).



3) Een integratie van kenmerken die passen in Duurzaam Veilig (EHK-markering maar met fysiek gescheiden rijrichtingen; overigens is ook een veilige berm belangrijk; zie criteria voor veilige snelheden in Hoofdstuk 4).



Sobere vormgeving van wegen

De uitwerking van het herkenbaarheidsprincipe beziend, maar ook andere Duurzaam Veiligmaatregelen zoals 30km/uur-gebieden en 60km/uur-wegen, moeten we constateren dat er op veel plaatsen sprake is van een sobere uitvoering (zie ook Weijermars & Aarts, 2010; Weijermars & Van Schagen, 2009): ofwel water bij de wijn, en dat zouden we niet moeten willen (Wegman, 2010). Doordat de implementatie-ambities voor Duurzaam Veilig ten tijde van het Startprogramma groter waren dan het beschikbare budget (Goudappel Coffeng & AVV, 2005), is ervoor gekozen de visie zo grootschalig mogelijk uit te rollen in plaats van deze op maar enkele plaatsen volledig

en met maximale kwaliteit uit te voeren. Ook laat de formulering van de EHK zien dat het (te) lastig is gebleken tot zowel effectieve als in de praktijk haalbare uitwerkingen te komen (zie ook Weijermars & Aarts, 2010) en daarbij ook tot integratie van Duurzaam Veilig-principes te komen (zie ook de systeemkritiek van Hughes, Anund & Falkmer, 2015). Kennis en uitwerkingen en de verschillende principes zijn zo los van elkaar komen te staan.

We zouden echter ook kunnen redeneren dat de keuze voor een Nederland-brede (maar dus soms sobere) implementatie van een aantal Duurzaam Veilig-maatregelen in plaats van één of enkele locaties helemaal tot in detail duurzaam veilig inrichten, mogelijk juist heeft bijgedragen aan bredere bekendheid van het gedachtegoed. Deze implementatie-strategie heeft er zeer waarschijnlijk aan bijgedragen dat ook in het buitenland Nederland als belangrijk voorbeeld dient voor hoe een 'systeemaanpak' geïmplementeerd kan worden en is Nederland – samen met Zweden – een van de toonaangevende voorbeelden geworden (zie bijvoorbeeld OECD/ITF, 2016). In *Paragraaf 6.1.3* gaan we nader in op deze 'safe system approach' in relatie tot het verantwoordelijkheidsprincipe.

We moeten echter ook constateren dat de sobere aanpak minder goed voor de verkeersveiligheid is geweest als het gaat om het verleiden tot het gewenste, veilige verkeersgedrag. Er is in feite te weinig rekening gehouden met de psychologie van de verkeersdeelnemer (zie ook Wildervanck, 2005). Die laat zich over het algemeen niet (alleen) door een limietbord vertellen hoe snel ergens te rijden, maar baseert zich ook op de geloofwaardigheid van die limiet vanuit het beeld van de hele omgeving (zie ook *Paragraaf 5.4.1*). In afgelopen 10 jaar vielen er jaarlijks nog tussen de 25 en 46 doden op 30km/uur-wegen (bron: BRON).

5.3.3 Hoe goed dekken de Duurzaam Veilig-principes de psychologie van de verkeersdeelnemer?

Een volgende vraag luidt of de huidige psychologische principes van Duurzaam Veilig wel de hele lading dekken. Worden met 'statusonderkenning van de verkeersdeelnemer', 'herkenbaarheid van wegen' en 'sociale vergevingsgezindheid' alle relevante niet-fysieke menselijke factoren een plaats gegeven in de visie en omvatten ze goed genoeg wat belangrijk is? Hieronder gaan we daar per principe nader op in.

Statusonderkenning

Het principe van 'statusonderkenning' neemt als uitgangspunt dat het belangrijk is dat de verkeersdeelnemer een goed beeld heeft van zijn of haar taakbekwaamheid. In de vorige paragrafen over dit principe (*Paragraaf 5.1.1*) en resultaten uit onderzoek gerelateerd hieraan (*Paragraaf 5.2.1*) valt op dat het niet zozeer de statusonderkenning van de verkeersdeelnemer is die relevant is, maar in eerste instantie veel meer de objectieve taakbekwaamheid van de verkeersdeelnemer: in hoeverre zijn de rijvaardigheid en rijgeschiktheid van de verkeersdeelnemer voldoende op orde en opgewassen tegen de objectieve taakeisen? Door bekwaamheid als uitgangspunt te nemen, wordt een duidelijkere kapstok geboden om – onderkenning of niet – onbekwame verkeersdeelnemers uit het verkeer te weren en verkeersdeelnemers voorafgaand aan verkeersdeelname zo bekwaam mogelijk te maken. Dit kan onder meer door ze te trainen op gevaarherkenning, ze voldoende en op relevante momenten te informeren over risico's, regels en consequenties van gevaarlijke gedragskeuzen (rijvaardigheid) en ze met enige regelmaat te testen op (chronische) fysieke beperkingen (rijgeschiktheid).

Moedwillige overtreders van verkeers(veiligheids)regels kunnen in feite worden beschouwd als onvoldoende taakbekwaam: zij hebben geen goed besef van de consequenties van hun acties (zie ook Dupuis, 2005). Zij willen immers echt niet ernstig gewond raken of doodgaan en schatten de kans daarop kennelijk impliciet kleiner in dan de directe voordelen die het biedt om de regels te overtreden. Om te beginnen betekent dit dat er voldoende geïnvesteerd moet worden in opleiding en toetsing van taakbekwaamheid en kalibratie (goede inschatting in hoeverre de eigen

taakbekwaamheid is afgestemd op de taakeisen). Vervolgens wordt idealiter in een duurzaam veilig verkeerssysteem gevaarlijk gedrag – moedwillig of niet – op voorhand voorkomen door mensen die onvoldoende capabel zijn niet toe te laten en hen ook tijdens de verkeersdeelname te helpen binnen veilige marges te opereren. Bij gemotoriseerde verkeersdeelnemers kan dat door middel van ‘slimme sloten’. Een alcoholslot helpt om wegen vrij te maken van gemotoriseerde verkeersdeelnemers die onder invloed zijn van alcohol, een intelligente snelheidsassistent (ISA) helpt gemotoriseerde verkeersdeelnemers om een veilige snelheid te kiezen. Ook is het mogelijk om een slim slot te koppelen aan rijbewijsbezit (zie ook *Paragraaf 5.4.2*). Zolang de mens zelf nog aan het stuur zit en voor die vervoerswijzen waarbij altijd sprake zal zijn van actieve verkeersdeelname (zoals fietsers en voetgangers), zijn een geloofwaardige weginrichting en handhaving gecombineerd met voorlichting het middel om verkeersdeelnemers voldoende te motiveren om zich wel veilig te gedragen¹⁸.

Voor (moedwillige) overtredingen of overtreders lijkt in de principes van Duurzaam Veilig tot nu toe eigenlijk geen aandacht. Sterker nog, in de oorspronkelijke Duurzaam Veilig-visie (Koorstra et al., 1992) wordt expliciet uitgegaan van een systeemaanpak die gericht is op het verbeteren van de verkeersveiligheid voor de verkeersdeelnemers die wel willen maar – als inherente eigenschap – nu eenmaal niet altijd veilig kunnen handelen. In de eerste actualisatie van Duurzaam Veilig – *Door met Duurzaam Veilig* (Wegman & Aarts, 2005) – wordt wel aandacht besteed aan oorzaken van overtredingen (zowel bewuste als onbewuste overtredingen) als bron van onveiligheid en wijzen om dit aan te pakken, maar dit wordt niet systematisch verbonden met het bouwwerk van principes dat de visie kenmerkt.

Overigens willen we hier nogmaals benadrukken dat ‘verkeersdeelnemers optimaal voorbereiden voor de verkeerstaak’ geenszins betekent dat hiermee de belangrijkste oorzaak van ongevallen kan worden weggenomen: voldoende taakbekwaamheid en kalibratie blijken waardevol in het reduceren van het risico; het kan echter niet verhinderen dat mensen toch af en toe een fout zullen maken (wat zich overigens ook kan uiten als een onbedoelde overtreding), en dit blijkt een andere grote bron van onveiligheid. De inrichting van een duurzaam veilig verkeerssysteem dient beide soorten gevaren te voorkomen. Op de kortere termijn kunnen door middel van goed op de menselijke maat afgestemde weginrichting (geloofwaardig, informatief, herkenbaar et cetera) en voldoende handhaving gecombineerd met voorlichting, beide soorten gevaarlijk gedrag tot een minimum worden beperkt. In de toekomst kunnen slimme sloten daarin nog een stap verder bijdragen om gevaarlijke gedragingen te helpen voorkomen.

Herkenbaarheid

Het herkenbaarheidsprincipe vertrekt vooral vanuit het feit dat verkeersdeelnemers tijdens hun reis informatie moeten verwerken om veilige beslissingen te nemen en daarbij onbedoeld problemen kunnen ondervinden. Zo beschouwd, en ook de ontwikkeling van maatregelen en kennis daarover beziend, blijken hierin veel meer zaken relevant dan alleen de herkenbaarheid van wegen. Zo is bijvoorbeeld zichtbaarheid (of waarneembaarheid) een belangrijke basisvoorwaarde om sowieso informatie in het verkeer te herkennen, en dit onderwerp heeft vóór Duurzaam Veilig dan ook al op behoorlijk wat verbetermaatregelen kunnen rekenen (zie *Paragraaf 5.1.2* en *Paragraaf 5.2.2*). Maar er blijken meer zaken relevant, zoals niet alleen de herkenbaarheid van het wegontwerp maar ook tot welk gedrag het gehele wegontwerp en de wegomgeving de verkeersdeelnemer verleiden (zie ook *Paragraaf 5.4.1*). En als we kijken naar verkeersdeelnemers met functiestoornissen en -beperkingen, zoals ouderen, maar ook naar ontwikkelingen van informatievoorziening in voertuigen, dan moeten we daarnaast constateren dat zaken zoals te grote complexiteit, het in tijd correct kunnen bevatten van de getoonde



18 Vergelijk de beschouwing van handhaving in *Door met Duurzaam Veilig* (Wegman & Aarts, 2005) waarbij deze maatregel in verband wordt gebracht met verschillende manieren om bij te dragen aan regel naleving: vanuit normatieve overtuiging, subjectieve kosten-batenanalyse of de angst voor straf.

informatie en op basis daarvan veilige handelingen uitvoeren, van belang is voor een veilige verkeersdeelname (denk aan wegontwerp geschikt voor ouderen en het voorkomen van te hoge mentale werkbelasting door een woud aan verkeersborden of in-voertuig-informatie).

Voor een daadwerkelijk 'maximaal veilig' verkeerssysteem (zie *Paragraaf 2.1*) is het dus relevant om meer factoren met betrekking tot informatieverwerking van de verkeersdeelnemer in ogenschouw te nemen. Een inspiratiebron hiervoor kan bijvoorbeeld gevonden worden in de diverse overzichten die hiervoor al eens zijn opgesteld¹⁹ (zie *Bijlage B3.9*). Op basis hiervan blijken de volgende factoren relevant om te benadrukken:

- > waarneembaar (vooral zichtbaar)
- > begrijpelijk (waaronder herkenbaar);
- > geloofwaardig (overtuigend);
- > relevant (in tijd en situatie, en zodanig dat de verkeersdeelnemer zich aangesproken voelt);
- > uitvoerbaar (in relatie tot complexiteit, werkdruk en tijdigheid).

Sociale vergevingsgezindheid

Het is de vraag of sociale vergevingsgezindheid eigenlijk wel een apart veiligheidsprincipe verdient. Het principe heeft betrekking op de bereidheid om te anticiperen op potentieel onveilige handelingen van andere verkeersdeelnemers en de negatieve consequenties van deze handelingen te voorkomen. Het perspectief is hierbij in de definitie op 'de ander' gericht en vooral onervaren verkeersdeelnemers zouden daarbij gebaat zijn: zij krijgen zo immers ruimte om fouten te maken zonder dat de consequenties daarvan ernstig zijn. Maar voor de sociaal vergevingsgezind opererende verkeersdeelnemer zelf heeft het ook voordelen: het voorkomt dat hij of zij in een ongeval verzeild raakt. Het principe lijkt dan ook veel op 'defensief rijden', een begrip dat in de literatuur vaak in één adem wordt genoemd met gevaarherkenning, en daarom als een onderdeel van taakbekwaamheid kan worden beschouwd. Andere aspecten van sociaal handelen, zoals iemand de ruimte geven, lijken – los van het gevaarherkenningsaspect – vooral in de sfeer te liggen van 'hoffelijk zijn voor elkaar', rekening houden met de ander en comfort bieden. Dat heeft weinig met verkeersveiligheid te maken. Op basis van deze korte analyse komen we tot de conclusie dat sociale vergevingsgezindheid voor zover dit betrekking heeft op verkeersveiligheid, al gedekt wordt door taakbekwaamheid en goede afstemming hiervan op de taakeisen. Het is daarbinnen vooral onderdeel van gevaarherkenning.

5.4 Recente ontwikkelingen

Er zijn de afgelopen jaren een aantal ontwikkelingen gaande die verband houden met de psychologische principes van Duurzaam Veilig. Hieronder noemen we een aantal in het oog springende voorbeelden. Daarbij gaan we na hoe deze ontwikkelingen zich verhouden tot de bestaande principes en in welk opzicht deze kunnen inspireren tot nieuwe zienswijzen en oplossingsrichtingen.

5.4.1 Verleiding (nudging) tot veilig gedrag: geloofwaardigheid naast herkenbaarheid

Ten tijde van de formulering van het herkenbaarheidsprincipes zien we ook de opkomst van gerelateerde concepten zoals 'positive guidance' (Alexander & Lunefeld, 1986), 'self-explaining roads' (Theeuwes & Godthelp, 1993), 'realistische limieten' (Fildes & Lee, 1993) en 'acceptabele limieten' (Risser & Lehner, 1998). In Nederland duiken deze concepten later op onder de term 'geloofwaardige limieten' (Van Schagen, Wegman & Roszbach, 2004), al dan niet gebruikmakend van natuurlijke elementen van en rond de weg (zie ook het concept 'natuurlijk sturen');



¹⁹ 10 Gouden regels om rekening te houden met de weggebruiker (Wildervanck, 2008); PIARC verkeersveiligheidshandboek voor veilige inrichting van wegen (PIARC, 2015); Ontwerprichtlijnen voor veilig ontwerp van voertuiginformatie voor weggebruikers (Kroon et al., 2016).

bijvoorbeeld Van Blerck, Boer & Hauptmeijer, 2011; CROW, 2008; Simons & Jaarsma, 2010) (en ‘natural traffic calming’ in de buitenlandse literatuur; Elliott, McColl & Kennedy, 2003). Deze concepten maken gebruik van verleidingstactiek: richt de omgeving (overigens ook op netwerk-niveau) zodanig is dan de meeste verkeersdeelnemers min of meer vanzelf op natuurlijke wijze het gewenste gedrag gaan vertonen. Later is deze verleidingstactiek ook wel bekend geworden als ‘nudging’ (Thaler & Sunstein, 2008). Het is een aanvulling op andere gedragsbeïnvloedings-technieken zoals wet- en regelgeving, voorlichting en educatie en financiële prikkels (belonen of straffen), die veel meer uitgaan van bewuste gedragskeuzen. Veel verkeersgedrag is echter niet bewust maar routinematig en vraagt weinig of geen aandacht (zie ook *Paragraaf 5.3.2*).

Trick en Enns (2009) hebben een raamwerk ontwikkeld om aandachtsprocessen tijdens het rijden te begrijpen (zie *Afbeelding 5.8*). Het proces van informatieselectie loopt langs de dimensie exogeen (aangeboren reactie op prikkels van buiten) – endogeen (aangeleerde reacties vanuit geïnternaliseerde processen) en dat van informatieverwerking van automatisch naar gecontroleerd.

Afbeelding 5.8.
Schematische weergave van
verschillende typen
informatieselectie en
-verwerking (naar Trick &
Enns, 2009).

		Type selectieproces	
		Exogeen (aangeboren)	Endogeen (aangeleerd)
Type verwerkingsproces	Automatisch	Reflex	Gewoonte
	Gecontroleerd	Verkenning	Bewuste keuze

De combinatie van deze dimensies levert de volgende selectieve aandachtsprocessen op:

- **Reflex:** aangeboren of ‘natuurlijke’ reactie op informatie van buiten die bijvoorbeeld een gevaar aanduiden voor de verkeersdeelnemer (bijvoorbeeld: uitwijken of vaart minderen voor een plotseling obstakel op of langs de weg).
- **Verkenning:** reactie op informatie van buiten die de verkeersdeelnemer niet direct kan duiden en die tot verhoogde aandacht leidt; interpretatie vindt plaats op basis van wat de meest aannemelijke verklaring lijkt te zijn (dit kan bijvoorbeeld ook een reactie zijn op opvallende informatie langs de weg, zoals reclameborden).
- **Bewuste keuze:** dit is een door de verkeersdeelnemer zelf gestuurd proces van aandacht waarbij er een bewuste interpretatie plaatsvindt van informatie uit de buitenwereld, vooral als deze informatie nog tamelijk nieuw is (bijvoorbeeld interpretatie van wegbelijning en wat deze zegt over het type weg en wat de verkeersdeelnemer er kan verwachten van verkeersdeelnemers die hier nog niet zo mee bekend zijn).
- **Gewoonte:** bij herhaalde blootstelling aan dezelfde informatie gaat er gewenning optreden en vergt de reactie op de informatie steeds minder bewuste aandacht; er ontstaan ingesleten gewoontes (vergelijk ook de routine uit *Paragraaf 5.3.2*).

Dit raamwerk biedt interessante aanknopingspunten om de verschillende gedragsbeïnvloedings-technieken en informatieverwerkingsconcepten aan te relateren. Het herkenbaarheidsconcept maakt bijvoorbeeld vooral gebruik van later *aangeleerde* in plaats van bestaande en meer van nature aanwezige associaties en processen. Zeker in eerste instantie vraagt dit om bewuste aandacht en toelichting over de betekenis van bijvoorbeeld de belijning. Ook de logische verbinding met eerder aangeleerde associaties spelen hierbij een rol: bijvoorbeeld onderbroken

markering als signaal dat deze overschreden mag worden (bijvoorbeeld inhalen) en fiets- of suggestiestroken om de verwachting van mogelijke fietsers op te roepen (zie Davidse et al., 2007). Voor ouderen is het daarnaast extra belangrijk om aan te sluiten bij bestaande kennis (zoals: groen is goed of veilig, rood is fout of gevaarlijk; zie ook (Davidse, 2003b).

De uitwerking van het herkenbaarheidsconcept via aangeleerde informatie roept bij de meeste verkeersdeelnemers bovendien niet automatisch het gewenste gedrag op (Aarts, Davidse & Christoph, 2007). Hiervoor blijkt het vooral belangrijk gebruik te maken van elementen die op het reflexproces inspelen: fysieke kenmerken zoals wegbreedte en obstakels op of nabij de verkeersruimte beïnvloeden bij de meeste mensen een groot deel van het (onbewuste) rijgedrag (zie bijvoorbeeld Goldenbeld, Van Schagen & Drupsteen, 2006; Houtenbos et al., 2011; Van Nes et al., 2007a; Van Nes et al., 2007b). Overigens speelt hierbij ook sociale informatie een rol, zoals de aanwezigheid van minder beschermde verkeersdeelnemers of andere verkeersdeelnemers die met hun gedrag ook een impliciete norm kunnen bevestigen (imitatieprincipe; zie bijvoorbeeld Cialdini & Goldstein, 2004; Pol, Swankhuisen & Van Vendeloo, 2007).

Kortom, een geloofwaardige en veilige inrichting van de verschillende wegtypen bieden, lijkt beter bij te dragen aan een meer integraal duurzaam veilig wegverkeer dan alleen wegen met belijning herkenbaar te maken. Idealiter zijn wegen in een duurzaam veilig wegverkeer zo ontworpen dat ze zowel (bio)mechanisch zijn afgestemd op de kenmerken van verkeersdeelnemers en de verkeerssituatie (zie *Hoofdstuk 4*), als aansluiten bij de 'psychologica' van de verkeersdeelnemers. Eerder noemden Wegman en Aarts (2005) dit al 'essentiële kenmerken': kenmerken die zich niet alleen beperken tot herkenbaarheid van wegen, maar die in al zijn facetten een veilige inrichting biedt (zie ook *Paragraaf 5.3.2*). Hier is het CROW (2012b) in het handboek *Basiskkenmerken wegontwerp* al in enige mate op ingespeeld door ook geloofwaardigheidskenmerken explicieter mee te nemen. Goede onderbouwing van de uiteindelijk opgenomen basiskkenmerken en de daarbij gehanteerde minimummaten blijven wel een aandachtspunt.

Sinds het verleidingsprincipe (nudging) aan bekendheid gewonnen heeft, is er ook in het verkeer meer interesse en aandacht voor gekomen. Zo is er interesse ontstaan voor de vraag of verleiding per se via het reflex-systeem zou moeten worden opgewekt, en dus via het gehele fysieke ontwerp van de openbare ruimte, of dat eventueel ook via een meer endogeen (eventueel in een andere context aangeleerd) pad gebruik van het verleidingsprincipe kan worden gemaakt. Een voorbeeld hiervan is snelheidsreductie door middel van het plaatsen van beelden langs de weg die een associatie oproepen met lagere snelheden (zoals Nijntje-borden en een overstekende eend met kuikens geschilderd op het asfalt; zie *Afbeelding 5.9*). Onderzoeken hiernaar tonen aan dat ook dit enigszins kan werken, maar effecten blijken over het algemeen van korte duur en kunnen na een week al weer verdwenen zijn (Goldenbeld, De Groot-Mesken & Temürhan, 2017).

Het zou interessant kunnen zijn om het verleidingsprincipe voor meer gedragingen in het verkeer toe te passen en ook voor vervoerswijzen anders dan de auto. Geloofwaardigheid kan bijvoorbeeld niet alleen betrekking hebben op snelheidslimieten, maar op alle regelgeving op de weg en bijbehorende handhaving, en niet alleen op auto's maar ook op het aantrekkelijker maken van de meest veilige gedragsopties en routes voor fietsers (zie ook *Hoofdstuk 3*). Denk bijvoorbeeld aan geloofwaardig afgestelde verkeersregelininstallaties: als het rood is, komt er ook echt wat aan, en bij geen verkeer staan de lichten op groen. Overigens moet dan wel weer gekeken worden naar de consequenties voor snelheid van het gemotoriseerde verkeer. Een ander voorbeeld is om de veiligste route ook de aantrekkelijkste route te maken door minder stoppunten in te bouwen. Beide voorbeelden zouden ook voor fietsers en in een aantal gevallen ook voetgangers relevant kunnen zijn.

Afbeelding 5.9. Voorbeelden van pogingen om automobilisten tot lagere snelheid te verleiden.

Boven via associaties die zijn aangeleerd buiten de verkeerscontext: met Dick Bruna-borden in enkele gemeenten van de Metropoolregio Rotterdam-Den Haag (bron: Leerinhetsverkeer.nl, Tjinco bv.).



Onder via bestaande associaties die op de verkeerscontext betrekking hebben: wegbeschilderingen in het kader van de campagne 'Bedankt dat je langzamer rijdt' (bron: Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Zeeland).



5.4.2 Van beslissondersteuning tot slimme sloten en automatisch rijdende voertuigen

Zolang de mens tijdens zijn verkeersdeelname achter het stuur nog individuele beslissingen mag en kan nemen, blijft dit ook de mate van verkeersveiligheid beïnvloeden. In een duurzaam veilig wegverkeer streven we er immers naar om de verkeersveiligheid minder afhankelijk te maken van handelingen van individuele verkeersdeelnemers; mensen maken – ook goed getraind en welwillend om het goede te doen – immers zo nu en dan fouten en dit is de meest voorkomende reden voor ongevallen in het verkeer (zie bijvoorbeeld NHTSA, 2015; Salmon, Regan & Johnston, 2005; Treat et al., 1977; Wegman & Aarts, 2005).

Dat leidt, naast het zo goed mogelijk voorkómen van fouten door training, verleiding en andere prikkels, tot de vraag tot hoe ver we de mens in een maximaal veilig systeem als actieve verkeersdeelnemer zouden moeten toelaten. Deze vraag past in de ontwikkeling waarin met name vanuit de voertuigindustrie steeds meer hulpmiddelen worden ingebouwd in vooral auto's om bestuurders te ondersteunen bij de rijtaak (van parkeersensoren, elektronische stabiliteitscontrole (ESC), automatische rembekrachtiging en noodstopsystemen (ABS en AEB), rijbaangeleidingsystemen (LDWA) etc.; zie bijvoorbeeld Christoph, 2010; Van Nes & Duivenvoorden, 2017; Vissers et al., 2016). Deze systemen zorgen ervoor dat de zwakke plekken in de beoordelingsvaardigheden van verkeersdeelnemers kunnen worden opgevangen, gecompenseerd of ondersteuning wordt geboden om tot een veiliger resultaat te komen.

De werkzaamheid van deze systemen wordt over het algemeen niet betwist, maar dat laat onverlet dat zich nog steeds situaties kunnen voordoen waarin eigenschappen van de mens tot gevaarlijke situaties leiden. Zo staan mensen nog altijd bloot aan verleidingen en zijn ze niet altijd goed op de hoogte van consequenties van keuzen, al dan niet verkeersgerelateerd, die de

verkeersveiligheid kunnen schaden. Voorbeelden zijn het gebruik van psychoactieve middelen (alcohol, drugs maar ook rijgevaarlijke geneesmiddelen), afleidende bezigheden (gebruik van de telefoon tijdens het rijden) en gedragingen als te hard rijden, door rood rijden, geen gordel dragen of geen licht voeren.

Zoals we eerder zagen, zouden deze gedragingen opgevat kunnen worden als onvoldoende taakbekwaamheid (zie *Paragraaf 5.3.3*). Methoden om hieraan preventief wat te doen, zijn meer en betere training, informatie en handhaving voor een voldoende dreiging van straf. Daarnaast kan verleiding door de inrichting van het fysieke systeem in een aantal gevallen bijdragen aan veilig gedrag. Dit alles biedt echter nog geen garantie dat echt iedereen zich veilig gedraagt. Aanvullende technologische hulpmiddelen kunnen bijdragen aan meer garantie hierop. Zolang de mens nog aan het stuur zit kan dit bijvoorbeeld door middel van slimme sloten: niet meer de weg op indien een bestuurder gedronken heeft (alcoholslot), geen rijbewijs heeft (slim slot) of het onmogelijk maken de snelheidslimiet te overschrijden (intelligente snelheidsassistent). Uitgaande van goed werkende systemen kan hiermee in principe meer veiligheid worden bereikt. Een systeem dat alle vormen van te lange afleiding voorkomt is er nog niet, maar technisch is het mogelijk om bijvoorbeeld een telefoon in een rijdend voertuig te blokkeren (zie bijvoorbeeld SWOV, 2017b; zie ook *Paragraaf 5.3.3*)²⁰.

Met een aantal van deze systemen zijn in het buitenland maar ook in Nederland reeds ervaringen opgedaan (alcoholslot (2011-2015; SWOV, 2016a) en een proef met intelligente snelheidsassistentie (1999-2001; AVV, 2001). Dat het in de praktijk lastig blijkt dergelijke systemen zonder problemen in te voeren, heeft verschillende oorzaken. Daarbij gaat het om beperkt draagvlak vanuit het gevoel in de eigen vrijheid beknot te worden (zie bijvoorbeeld AVV, 2001; Goldenbeld, 2002; 2004) tot technische en ook juridische struikelblokken (zie bijvoorbeeld SWOV, 2016a).

Voor de langere termijn zouden automatisch rijdende voertuigen een oplossing kunnen bieden die beter past in een duurzaam veilig wegverkeer: automatische voertuigen laten de mobiliteitswensen en behoeften van mensen zo veel mogelijk in stand, zonder dat dit een gevaar wordt voor de verkeersveiligheid; althans, zolang het systeem goed functioneert en mensen inderdaad bereid blijken het stuur 'uit handen' te geven (zie ook Hagenzieker, 2015). Overigens zijn ook hierbij de technologische mogelijkheden al ver ontwikkeld, maar blijkt een veilige implementatie in de praktijk lastig. Vraagstukken zoals een veilige interactie met de bestuurder maar ook met de nog deels niet geautomatiseerde buitenwereld (denk aan voetgangers en fietsers), vragen om verder onderzoek (zie ook Hagenzieker, 2015; Van Nes & Duivenvoorden, 2017; Vissers et al., 2016) en een zorgvuldig implementatietraject. Ook hierbij is het zaak de menselijke maat en in het bijzonder de psychologische kanten van de mens goed in ogenschouw te nemen en niet voorbij te gaan aan voor alle soorten verkeersdeelnemers (naar leeftijd, vervoerswijze, reisdoelen en dergelijke) relevante factoren. Bovendien zijn er ook onderzoekers die erop wijzen dat een verschuiving van door de mens bestuurde voertuigen naar automatisch rijdende voertuigen waarschijnlijk ook een verschuiving zal betekenen van bestuurdersfouten naar ontwerpersfouten. Een onderwerp dat zowel bij rijtaakondersteunende systemen als automatisch rijdende voertuigen om speciale aandacht vraagt, is hoe voldoende verkeersveiligheid te garanderen als het systeem faalt. Hoe snel is een inzittende van het voertuig dan van een passieve passagier tot een actieve bestuurder te maken (transitie van controle) die de ontstane problemen kan oplossen of in ieder geval de situatie veilig kan afhandelen (zie bijvoorbeeld Vlakveld et al., 2015)? Ook daarin laat zich 'de menselijke maat' dan gelden. Kortom: de invloed van menselijke eigenschappen op de verkeersveiligheid laten zich ook op andere terreinen dan alleen die van verkeersdeelnemers gelden.



²⁰ Zie ook initiatieven zoals: www.anwb.nl/verkeer/nieuws/nederland/2017/september/afleiding-door-gebruik-smartphone-in-verkeer-moet-stoppen

5.5 Uitdagingen voor de toekomst: completer begrip en bediening van ‘de menselijke maat’

De psychologische eigenschappen van de mens in het verkeer hebben lange tijd vooral ad hoc en vanuit een opvoedend perspectief de aandacht gehad. Al was er al decennia daarvóór kennis aanwezig over hoe de menselijke maat beter bediend kon worden, toch duurde het in feite tot de implementatie van het *Startprogramma Duurzaam Veilig* dat hiervoor een systematische aanpak voor beschikbaar kwam.

Zelfs na de afronding van dit *Startprogramma Duurzaam Veilig* moeten we constateren dat er nog flinke verbeterlagen te maken zijn om echt goed aan te sluiten bij de psychologie van de verkeersdeelnemer en zo ook effectiever invloed te hebben op diens gedrag en het beperken van fouten en overtredingen. Vergrijzing, verstedelijking, technologische en andere maatschappelijke ontwikkelingen beïnvloeden de actualiteit en oplossingsrichtingen hiervan (zie ook Van Schagen & Aarts, 2018). Welke van die ontwikkelingen vormen een kans voor een duurzaam veilig wegverkeer en welke vragen eerder om mitigatie (verzachten van de consequenties van blootstelling aan risicofactoren), minimalisatie (zo min mogelijk blootstelling aan risicofactoren) of zelfs eliminatie (uitsluiten van blootstelling aan risicofactoren)? Hieronder gaan we in op de naar verwachting belangrijkste van die voor de verkeersveiligheid relevante maatschappelijke ontwikkelingen.

Actieve ouderen en oudere forensen

Dit is een fysiek kwetsbare groep die bij vorderende leeftijd bovendien meer last krijgt van ziekten en aandoeningen. Door met deze kenmerken rekening te houden in het verkeerssysteem, kan het voor hen en veel andere mobiliteitsgroepen veiliger worden. Hierbij is ten eerste extra aandacht nodig voor afnemende taakbekwaamheid en hoe op basis hiervan veiligere afwegingen voorafgaand aan en in het verkeer kunnen worden gemaakt (wat kan ik nog wel goed en wat minder en hoe kan ik daarvoor compenseren?). Daarnaast moet de inrichting van wegen, voertuigen, technologische systemen die interactie vergen met de verkeersdeelnemer, vooral niet te complex zijn en eenvoudig te verleiden tot het juiste gedrag. Nieuwe informatie dient met name voor deze groep met extra zorg te worden voorbereid en aangeboden.

Ouderen worden belangrijker voor de ‘normmens’

Een van de meest zekere ontwikkelingen waar we reeds middenin zitten en die de komende decennia nog verder door zal gaan, is die van de vergrijzing. Het aandeel ouderen in het verkeer zal steeds groter worden, hetgeen voor een veilig(er) resultaat ook andere eisen stelt aan het verkeerssysteem. De toenemende kans op ziekten en aandoeningen bij ouderen (SWOV, 2015c) vraagt om extra aandacht voor hun taakbekwaamheid en informatie-aanbieding van het verkeerssysteem. Wat betreft bekwaamheid is het de vraag of ouderen nog zoveel te leren valt en in hoeverre ze daarvoor open staan. Desalniettemin is het belangrijk om werk te maken van zelfinzicht en gevaarherkenning en van de vaag of en hoe met toenemende leeftijd zullen afnemen, overigens zonder dat hier duidelijke leeftijdsgrenzen aan te koppelen zijn.

Daarnaast vraagt ook de informatievoorziening in en aan het verkeerssysteem extra aandacht, niet alleen de expliciete informatievoorziening maar ook de impliciete informatie die van het verkeerssysteem uitgaat. Ouderen zijn met name minder goed in complexe situaties (situaties met veel informatie die verwerkt moet worden) en verkiezen nogal eens minder veilige routes (onderliggend wegennet in plaats van autosnelweg) of tijdstippen (daluren in plaats van spits) omdat ze zich dan veiliger wanen. Deze situaties dienen zo veel mogelijk vermeden te worden. Wel zal hierbij goed gekeken moeten worden of het vereenvoudigen van het verkeerssysteem bij met name jongere verkeersdeelnemers niet zal aanzetten tot meer gevaarlijk gedrag,

bijvoorbeeld omdat de situaties zo overzichtelijk zijn geworden dat ze aanzetten tot harder rijden. Zoals we eerder hebben gezien, vraagt dit ook bij deze groep verkeersdeelnemers extra inzet op gevaarherkenning en zelfinzicht (bekwaamheid). Het aanpassen van het verkeerssysteem om maximaal aan te sluiten bij de mogelijkheden van de steeds groter wordende groep oudere verkeersdeelnemers, biedt mogelijk ook kansen om andere 'weeffouten' uit het verkeerssysteem te halen. Te denken valt daarbij aan het opheffen van een (te) sobere inrichting en betere integratie van planmatige, fysieke en psychologische principes (zoals herkenbaarheid). Hierdoor zou een transitiestap zijn te maken naar een 'maximaal veilig' wegverkeer.

Schoolkinderen en jongeren

Net als ouderen zijn ook kinderen en jongeren psychologisch gezien een groep die extra aandacht vraagt. In deze leeftijd zijn het echte 'leermachines' die optimaal open staan om – mits gedoseerd en aangesloten op hun leeftijdsgebonden competenties – geschikt zijn om taakbekwaamheid te trainen. Maar hiervoor is wel veel training nodig, want ze zijn nog onervaren. En zeker als ze de leeftijd hebben waarop ze zelfstandig aan het verkeer kunnen en mogen deelnemen, beginnen ook de wilde haren een rol te spelen. Met name om ervaringen op te doen, is een niet te complexe omgeving nodig die goed informeert over en verleidt tot veilig gedrag. Wel is het belangrijk ervoor te zorgen dat een dergelijke omgeving niet juist eerder tot overmoedig gedrag leidt. Dit vergt een goede afstemming met het trainen van taakbekwaamheid.

Verschillende aanpakken voor drukke stedelijke gebieden en rustig buitengebied?

Een andere ontwikkeling die naar verwachting verder zal doorzetten – afhankelijk ook van de verdere economische ontwikkeling – is de verstedelijking, toenemende drukte en een toenemend aandeel kwetsbare verkeersdeelnemers in steden. Daar tegenover staan steeds verder leeglopende rurale gebieden met een steeds afnemende voorzieningendichtheid, waardoor mensen onder andere meer afhankelijk worden van de auto. Indien deze ontwikkeling zich doorzet, is het de vraag of we niet een verschillende aanpak moeten ontwikkelen en verschillende accenten of prioriteiten moeten leggen in steden versus rurale gebieden. In steden zou bijvoorbeeld vooral ingezet kunnen worden op het verder autoluw maken van gebieden waar fietsers en voetgangers verkeren, waarbij goede alternatieven geboden moeten worden die in de behoeften van de verschillende mobiliteitsgroepen voorzien en die past in een duurzaam veilig wegverkeer voor steden. Vanuit psychologisch gezichtspunt is het belangrijk om bij het ontwikkelen van deze alternatieven oog te hebben voor wat mensen beweegt en welke informatiebehoefte ze hebben om tot een goede en veilige keuze te komen en dit uitvoerbaar vorm te geven.

Vanwege de afnemende voorzieningendichtheid is in rurale gebieden de verwachting dat de behoefte aan individuele gemotoriseerde mobiliteit zal toenemen. Voor met name jongere verkeersdeelnemers zal dat overigens vooral ongemotoriseerde mobiliteit blijven. Omdat de mens eigenlijk niet goed is toegerust op het veilig besturen van een voertuig waarmee grote snelheden kunnen worden bereikt in een verkeersomgeving die vol met gevaren zit (zie ook Wildervanck, 2005), dient er extra aandacht te komen voor de rol die de omgeving kan spelen bij verkeersgedrag. Hierbij moet het zo veel mogelijk elimineren van gevaren (zie *Hoofdstuk 4*) samengaan met een verkeersomgeving die op een veilige wijze verleidt tot veilig gedrag. Zo kunnen bomen weliswaar helpen om snelheden te reduceren, maar ze zijn in de eerste plaats gevaarlijke obstakels die botsvriendelijk afgeschermd moeten worden of waarvoor alternatieve snelheidsremmers gevonden moeten worden (zie ook Schermers & Van Petegem, 2013; Vlakveld et al., 2013).

Forensen en zakelijk verkeer

Voor deze groepen is vooral bereikbaarheid belangrijk: het bepaalt hun arbeidswaarde, maar ook of de zorg voor kinderen of ouders gesmeerd verloopt en al die taken gecombineerd kunnen worden in een steeds veeleisender wordende maatschappij. Met verkeersveiligheid lijkt deze mobiliteitsgroep niet zo bezig, maar toch is het voor hen van zeer groot functioneringsbelang. Immers, ongevallen kunnen – direct of indirect – een belangrijke bron van oponthoud zijn. In de motieven en verleidingen die voor deze groep van belang zijn, spelen ook de werkgever en de rest van de sociale omgeving een rol. Zij kunnen helpen onveilige druk te verlagen en de verleiding om af te leiden te weerstaan. Dit vergt ook voor die omgeving goed inzicht in factoren die betrekking hebben op taakbekwaamheid zodat daarin verantwoordelijkheid kan worden genomen (zie ook *Hoofdstuk 6*). Een soepele en veilige verkeersafwikkeling is voor deze groep van groot belang en daarom zal met name ook deze groep profiteren van een veilig ingerichte wegomgeving, voertuigen en ondersteunende (informatie)technologie.

Technologie en de verbinding met de menselijke maat

Als we aan toekomstige ontwikkelingen denken, dan is technologie zo ongeveer het eerste wat in ons opkomt. Die technologie biedt zowel uitdagingen als kansen voor verkeersveiligheid: van de sensorische maar vooral ook mentale afleiding door tablet of smartphone tot bestuurders-ondersteunende systemen die de veiligheid kunnen bevorderen; van de mogelijkheden om thuis te werken en via internetaankopen niet meer voor iedere boodschap de deur uit te hoeven tot automatische voertuigen die ons – in welke conditie dan ook – kunnen brengen daar waar we maar willen. De uitdaging ligt hier vooral in het samenbrengen van technologie en (onder meer) de psychologie van de verkeersdeelnemer. Technisch kan er al veel, maar er moet rekening gehouden worden met behoeften en acceptatie van burgers – behoeften en acceptatie die overigens niet in beton gegoten zijn in de tijd. Daarnaast verdienen ook onderwerpen zoals transitie van controle (van automatische modus naar mens-gestuurde modus bij falen van het systeem) de aandacht. Geen enkel systeem is feilloos en met die omstandigheden dienen we rekening te houden als we ook in dergelijke gevallen slachtoffers willen besparen. Ook de buitenwereld is niet onbelangrijk, want hoe gaan andere verkeersdeelnemers, zoals voetgangers en fietsers, reageren op die automatische voertuigen? En wie bepaalt wat een automatisch voertuig doet bij een noodzakelijke keuze het ene of het andere obstakel te omzeilen? Zeker in een stedelijke omgeving komt daar het doorstromingsvraagstuk nog bij, want bij druk verkeer zal een automatisch voertuig niet meer vooruitkomen omdat het is geprogrammeerd niemand aan te rijden en ook geen ruimte voor zichzelf op te eisen. Het zijn allemaal vraagstukken die de komende tijd om een antwoord vragen en die goede samenwerking vergen tussen technici, psychologen, juristen, planologen en andere betrokken partijen.

5.6 De psychologische uitgangspunten van DV3

Op basis van de ervaringen, geconstateerde problemen, kritieken en nieuwe initiatieven, wordt in een duurzaam veilig verkeerssysteem dat toekomstbestendig is tot ten minste 2030, de volgende invulling voor de psychologische principes van Duurzaam Veilig voorgesteld:

5.6.1 Hoofdvorm van de psychologische veiligheidsprincipes: afstemming tussen verkeersomgeving en verkeersdeelnemer

Om fouten van verkeersdeelnemers tijdens verkeersdeelname te voorkomen, is de inrichting van het verkeerssysteem goed afgestemd op de competenties van met name oudere verkeersdeelnemers. Daarnaast zijn veilige gedragskeuzen zo min mogelijk afhankelijk van de individuele keuzen van verkeersdeelnemers of hun omgeving. Verder zijn verkeersdeelnemers taakbekwaam en in staat om een veilige afweging te maken tussen hun bekwaamheid en de eisen die de verkeerstaak aan hen stelt. Daarnaast zijn ze in staat hun (gedrags)keuzen daarop zo veilig mogelijk af te stemmen.

Dit betekent in de eerste plaats dat het verkeerssysteem niet alleen fysiek veilig is (zie *Hoofdstuk 4*), maar dat informatie uit het verkeerssysteem ook waarneembaar, begrijpelijk, geloofwaardig, relevant en uitvoerbaar is (zo veel mogelijk 'self-explaining'). Het gaat hierbij om informatie vanuit de weginrichting, wegomgeving, verkeersborden en regelgeving, het voertuig en in deze onderdelen verwerkte technologie. Ook gaat het om zowel expliciete als impliciete informatie. Wat gangbare competenties van verkeersdeelnemers zijn, wordt bepaald door de eigenschappen van de overgrote meerderheid van verkeersdeelnemers. In de toekomst zal door de vergrijzing het accent meer en meer komen te liggen op de competenties van oudere verkeersdeelnemers.

Daarnaast zijn verkeersdeelnemers adequaat geïnformeerd, opgeleid en getraind. Ze zijn in staat zich voldoende bewust te zijn van de gevaren in het verkeer en daarnaar te handelen (rij- of verkeersgedrag). Dit geldt met name op strategisch (verplaatsings-, vervoermiddel- en routekeuzen) en tactisch (manoeuvres) niveau van verkeersgedrag. Verkeersdeelnemers bij wie de taakbekwaamheid nog in ontwikkeling is – bijvoorbeeld kinderen en jongeren – of mensen die (tijdelijk) niet meer taakbekwaam zijn, nemen deel aan het verkeer onder begeleiding van taakbekwame volwassenen of onder condities die minder van de verkeersdeelnemers vergen (getrapte toelating). Niet alleen bestuurders van motorvoertuigen zijn taakbekwaam (zowel rijvaardig als rijgeschikt), maar ook niet-gemotoriseerde verkeersdeelnemers zoals fietsers en voetgangers (verkeersvaardig en verkeersgeschikt). De taakbekwaamheidseisen zijn hoger naarmate het voertuig, bijvoorbeeld door zijn massa of snelheid, een groter gevaar vormt voor anderen.

Ten slotte is het verkeerssysteem zo ingericht dat verkeersdeelnemers worden beschermd tegen de consequenties van onveilige handelingen van andere, onbekwame verkeersdeelnemers. Dat gebeurt door onbekwame verkeersdeelnemers te ondersteunen bij het maken van veilige gedragskeuzen (bijvoorbeeld met ISA) of door ze (tijdelijk) uit het verkeer te weren (bijvoorbeeld met het alcoholslot of andere slimme sloten).

5.6.2 Maatwerk en faseringsoplossingen: verleiding, handhaving en evaluatie

Zolang het verkeerssysteem veilige gedragskeuzen nog onvoldoende ondersteunt, zorgen adequate regelgeving, voldoende controle, opsporing, sancties en informatie hierover in het verkeer voor ontmoediging van bewust onveilige handelingen. Bewust onveilige handelingen zijn te beschouwen als een signaal van onbekwaamheid: verkeersdeelnemers die zich bewust onveilig gedragen, hebben immers onvoldoende besef van de gevaren hiervan voor henzelf en voor anderen. Deze verkeersdeelnemers worden opgespoord en zo nodig (tijdelijk) uit het verkeer verwijderd door middel van een goed op de menselijke maat afgestemd handhavingssysteem. Vervolgens worden maatregelen genomen die de taakbekwaamheid en gevaarherkenning van deze verkeersdeelnemers op voldoende niveau beogen te brengen.

Andere maatwerkoplossingen of nieuwe, theoretisch interessante uitwerkingen die inspelen op de psychologische kanten van de menselijke maat, moeten eerst worden geëvalueerd voordat ze – bij goede resultaten – (bredere) toepassing verdienen (zie ook *Hoofdstuk 7*). Evaluaties dienen niet alleen inzicht te geven in de (gedrags)resultaten in de betreffende conditie. Ook brengen zij idealiter de consequenties voor en samenhang met de andere ontwerpprincipes in beeld: de functionaliteit van wegen (zie *Hoofdstuk 3*) en (bio)mechanische eigenschappen (zie *Hoofdstuk 4*). Een wegomgeving die bijvoorbeeld verleidt tot veilige snelheden, past bij de functie van de weg en zorgt er tevens voor dat de inrichting van weg en omgeving niet tot onveiligheid leidt vanuit (bio)mechanisch perspectief (bijvoorbeeld gevaarlijke obstakels die te dicht langs de weg staan).

BLOK 2: ORGANISATIEPRINCIPES

In dit tweede blok gaan we in op de – voor Duurzaam Veilig nieuwe – *organisatieprincipes* om een duurzaam veilig wegverkeer te realiseren, te onderhouden en te verbeteren:

- effectief belegde verantwoordelijkheid (*Hoofdstuk 6*) en
- leren en innoveren van het verkeerssysteem (*Hoofdstuk 7*).

De hoofdstukken laten zien op basis van welke inzichten en maatschappelijke discussies de principes tot stand zijn gekomen, waar de principes binnen en buiten de verkeersveiligheid toe hebben geleid en welke inspiratie voor de toekomst we daaruit kunnen halen. Hierbij staan we ook stil bij de wijze waarop de principes in kunnen spelen op de verwachte ontwikkelingen en wensbeelden uit het DV3-rapport van Van Schagen en Aarts (2018).

6 Effectief belegde VERANTWOORDELIJKHEID

Samenvatting: effectief belegde VERANTWOORDELIJKHEID van alle relevante partijen

Verantwoordelijkheden zijn zodanig belegd en institutioneel verankerd dat deze een maximaal verkeersveiligheidsresultaat garanderen voor alle verkeersdeelnemers. Volwassen verkeersdeelnemers houden zich in principe aan de regels en geven het goede voorbeeld aan kinderen en jongeren. Tegelijkertijd zorgt een vergevingsgezinde inrichting van het systeem ervoor dat ze niet met ernstig letsel worden afgestraft voor hun fouten en zwakheden.

In een duurzaam veilig verkeerssysteem is de centrale overheid systeemverantwoordelijke, en daarmee eindverantwoordelijk. Zij stelt doelen, randvoorwaarden, goede uitvoeringscondities, controleert resultaten en stuurt zo nodig bij. De operationele verantwoordelijkheid ligt bij de vele organisaties die een rol (kunnen) vervullen in de realisatie en onderhoud van een duurzaam veilig verkeerssysteem. De overheid heeft deze rol vooral als wegbeheerder, wetgever, handhaver en voorlichter. Vanuit die rollen zorgt zij ervoor dat alle inspanningen gestoeld zijn op 'de menselijke maat'. De markt heeft bijvoorbeeld een rol via de voertuigindustrie, maar ook met andere producten die invloed kunnen hebben op de verkeersveiligheid. Hier wordt de operationele verantwoordelijkheid idealiter gestoeld op een bijdrage vanuit maatschappelijk verantwoord ondernemen of vanuit intrinsieke interesse voor marktvoordeel. Werkgevers bieden idealiter veilige werkomstandigheden en dragen bij aan een veiligheidscultuur. Maatschappelijke organisaties fungeren als luis in de pels en prikkelen partijen om voldoende initiatieven te ontplooiën om de verkeersveiligheid van hun achterban te beschermen of te verbeteren.

Maatwerk binnen effectief belegde verantwoordelijkheid is er vooral op gericht om de kwetsbare verkeersdeelnemers te beschermen. Idealiter worden onveilige handelingen van verkeersdeelnemers en actoren zo veel mogelijk vooraf voorkomen (eliminatie). Daar waar eliminatie van gevaren (nog) niet mogelijk is, worden financiële prikkels, voorlichting en verleiders ingezet om zo veel mogelijk het gewenste gedrag op te roepen.

In de voorgaande hoofdstukken (*Blok 1: Ontwerpprincipes*) hebben we vooral geschetst hoe een veilig verkeerssysteem eruitziet en van welke principes de visie zich daarbij bedient. Een effectieve *organisatie* van het verkeerssysteem is echter minstens zo relevant, en dan in het bijzonder de vraag welke betrokken partijen waarvoor verantwoordelijk zouden moeten zijn om tot een maximaal veilig resultaat te komen. Dit hoofdstuk gaat daar verder op in.

6.1 Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen

Effectief belegde verantwoordelijkheid houdt in essentie in dat verantwoordelijkheden zodanig zijn belegd dat dit op een effectieve en efficiënte wijze tot een gewenst maatschappelijk resultaat leidt, in dit geval verkeersveiligheid.

‘Verantwoordelijkheid’ is als zodanig een nieuw principe binnen de Duurzaam Veilig-visie op wegverkeer. Wel kan gesteld worden dat het als principe al langer impliciet aanwezig is geweest in de algemene ontwikkeling van verkeersveiligheidsbeleid (*Paragraaf 6.1.1*) en in het principe van statusonderkenning van de verkeersdeelnemer, een van de Duurzaam Veilig-principes sinds 2005 (*Paragraaf 6.1.2*). In het internationale verkeersveiligheidsdenken over de veilige systeembenadering – de safe system approach – is verantwoordelijkheid al wel langer een expliciet onderwerp (*Paragraaf 6.1.3*).

6.1.1 Verantwoordelijkheid ten aanzien van verkeersveiligheid door de tijd heen

Zoals we in *Hoofdstuk 5* al zagen, was het bij de opkomst van de automobiel aanvankelijk vooral de verkeersdeelnemer die verantwoordelijk werd gehouden voor het ontstaan van ongevallen: hij werd als de brokkenmaker gezien (Hagenzieker, Commandeur & Bijleveld, 2014). Het was het maatschappelijk middenveld dat hier in de beginjaren (1900-1945) als eerste op inspeelde, met name de ANWB (Bax, 2012). Zij staken energie in het adviseren en opvoeden van verkeersdeelnemers en op hun aandringen werd er regelgeving voor het verkeer opgesteld en gecoördineerd. Medio jaren 30 werden het maatschappelijke belang van verkeersveiligheid en de coördinatie van beleid ter verbetering daarvan steeds duidelijker. Dit blijkt bijvoorbeeld ook uit de eerste Internationale Veiligheidsconferentie (1937), voorgezeten door het ministerie van Verkeer en Waterstaat.

De jaren 50 tot en met 70 kenmerken zich door een toenemende ongerustheid ten aanzien van het steeds maar stijgende aantal verkeersdoden. Het onderwerp komt daardoor op de agenda in de Tweede Kamer en ook het staatshoofd besteedt in de jaren 60 en 70 in de troonrede diverse keren aandacht aan verkeersveiligheid en daartoe te starten activiteiten (zie o.a. Bax, 2012). We zien in deze periode geleidelijk een verschuiving van de visie over de oorzaak van ongevallen van schuldvraag naar het besef dat een integrale kijk en aanpak nodig is om een effectief weerwoord te bieden aan de verkeersonveiligheid in ons land (zie ook *Hoofdstuk 5*).

In deze eerste historische ontwikkeling zien we dus al snel dat naast de verantwoordelijkheid van de verkeersdeelnemer, ook andere partijen zoals het maatschappelijk middenveld en de overheid zich realiseren dat ze een verantwoordelijkheid hebben om de verkeersveiligheid te verbeteren. Dit besef wordt alleen maar sterker als er steeds meer aanwijzingen komen dat veel ongevallen worden veroorzaakt door menselijk falen. Een systematische, integrale aanpak van de mens, het voertuig en de weg zijn hiervoor volgens de deskundigen de oplossing en dat vraagt verdere coördinatie van activiteiten van alle betrokkenen.

Een vergelijkbare ontwikkeling tekent zich ook af in andere beleidsdomeinen (Kortlever, 2013) en is aan te duiden als een ontwikkeling van een schuldcultuur, waarbij de verantwoordelijkheid voor een onwenselijke situatie vooral bij het individu ligt, naar uiteindelijk een voorzorgcultuur, waarbij preventie van ongevallen vooral een verantwoordelijkheid van de overheid is (preventie als morele plicht; burgers betalen belasting om de overheid nu en in de toekomst veiligheid te laten bieden; zie *Afbeelding 6.1*). Vergelijkbaar is ook de voor Shell ontwikkelde en daar en bij organisaties als Rijkswaterstaat gehanteerde ladder van veiligheidscultuur volgens ‘Hearts en Minds’ (zie bijvoorbeeld Hudson & Parker, 2002). Deze ladder kent achtereenvolgens de stadia: pathologisch – reactief – calculatief – proactief – vooruitstrevend. Bij eerste metingen (zie Van Vliet & Lambers, 2013) bleken veel processen bij Rijkswaterstaat tussen reactief en calculatief te zitten. De organisatie streeft nu zo veel mogelijk naar een proactief stadium (Van Vliet, 2017).

Het ultieme doel is het vooruitstrevende stadium te bereiken: het stadium waarin zaken veilig worden gedaan of anders niet.

Afbeelding 6.1. Ontwikkeling in het denken over oorzaken van ongevallen in relatie tot wie daar wat aan kan of kunnen doen en waar (dus) verantwoordelijkheden liggen



6.1.2 Verantwoordelijkheden ingebed in het Duurzaam Veilig-gedachtegoed tot nu toe

In de Duurzaam Veilig-visie is tot nu toe geen sprake geweest van een expliciete aanduiding van verantwoordelijkheden, anders dan in de Zweedse zustervisie 'Vision Zero' (Tingvall, 1997; Tingvall & Haworth, 1999). Maar impliciet is deze wel aanwezig geweest. Neem als voorbeeld hoe volgens de Duurzaam Veilig-visie het verkeerssysteem 'de menselijke maat' bedient (Wegman & Aarts, 2005): wegen dienen aan te sluiten bij de menselijke capaciteiten en beperkingen, voertuigen dienen de verkeersdeelnemer te ondersteunen en fysieke bescherming te bieden (zie ook *Paragraaf 1.2.1* en *Paragraaf 2.2*). Natuurlijk moet ook de verkeersdeelnemer goed zijn voorbereid op zijn verkeerstaak en uiteindelijk moet gecontroleerd worden of hij zich goed gedraagt.

Het verkeerssysteem

In deze beschrijving van het verkeerssysteem zitten impliciet allerlei betrokken actoren verscholen: wegen worden aangelegd door wegbeheerders, niet door burgers of maatschappelijke organisaties. De eigenschappen van voertuigen worden vooral door de markt bepaald die de burger daarbij voorziet in (aangewakkerde) behoeften. En als met het aanbod en gebruik maatschappelijke waarden zoals verkeersveiligheid te veel worden bedreigd, dan stelt de overheid grenzen. En hoe bereiden verkeersdeelnemers zich voor op de verkeerstaak? Ze krijgen daartoe meestal levenslessen van hun ouders maar ook scholen besteden hier aandacht aan, en de overheid stelt eisen aan de verkeersdeelnemer voordat die met een paar of iets meer pk de weg op mag. Controle op veilig verkeersgedrag, ten slotte, is vooral ook iets wat de overheid uitvoert door middel van politietoezicht maar ook bij bedrijven door middel van inspectie; informeel draagt ook de sociale omgeving van de verkeersdeelnemer bij aan die controle.

Principes

Ook in de basisprincipes van Duurzaam Veilig zitten verantwoordelijkheden impliciet verscholen: de principes die betrekking hebben op een veilige inrichting van de infrastructuur (functionaliteit, homogeniteit, herkenbaarheid en fysieke vergevingsgezindheid) spreken duidelijk de wegbeheerder aan teneinde het wegennet en de wegen daarin zo veilig mogelijk vorm te geven, zodanig dat verkeersdeelnemers veilig op hun bestemming kunnen aankomen. De nieuwere Duurzaam Veilig-principes statusonderkenning en sociale vergevingsgezindheid (Wegman & Aarts, 2005) hebben juist meer betrekking op de burger: deze zou zich in een veilig systeem bewust moeten zijn van zijn taakbekwaamheid en zich richting andere verkeersdeelnemers proactief en vergevend moeten gedragen, zodat anderen de ruimte krijgen om een fout te maken die minder snel resulteert in een (ernstig) ongeval.

Maar bij het samenvoegen van al die elementen, ontstaat de vraag tot hoe ver de verantwoordelijkheid van de verschillende betrokkenen gaat. Waar begint de verantwoordelijkheid van de een en houdt die van de ander op (zie ook Twisk, 2018, te verschijnen)?

6.1.3 Verantwoordelijkheden in een veilige systeemaanpak: internationale consensus

In diverse internationale documentatie over de veilige systeemaanpak (safe system approach; zie ook *Paragraaf 2.3.1* en *Paragraaf 5.1.3*), waarvan Duurzaam Veilig en het Zweedse Vision Zero de bekendste voorbeelden zijn, wordt expliciet gesproken over verantwoordelijkheden. We moeten ons hierbij wel realiseren dat dit materiaal en de aanbevelingen die eruit voortkomen weliswaar intuïtief plausibel zijn, maar veelal niet heel stevig onderbouwd zijn met wetenschappelijk onderzoek. De basis betreft veelal praktijkvoorbeelden en (impliciete) normen van auteurs. We zullen ook verderop nog zien dat discussies over verantwoordelijkheid sowieso nog niet of nauwelijks wetenschappelijk valide bewijsvoering kennen over de effectiviteit van verschillende mogelijke constructies en invullingen ervan (zie ook Muhrad, Papadimitriou & Yannis, 2012), maar meer een logisch gevolg zijn van de ‘tijdgeest’. Toch zijn de ideeën wel interessant om te bespreken, ook omdat deze momenteel een dominante stroming vormen binnen de internationale verkeersveiligheidsgemeenschap die zich richt op de implementatie van een ‘safe system approach’. Dit veld gaat vooral uit van het volgende:

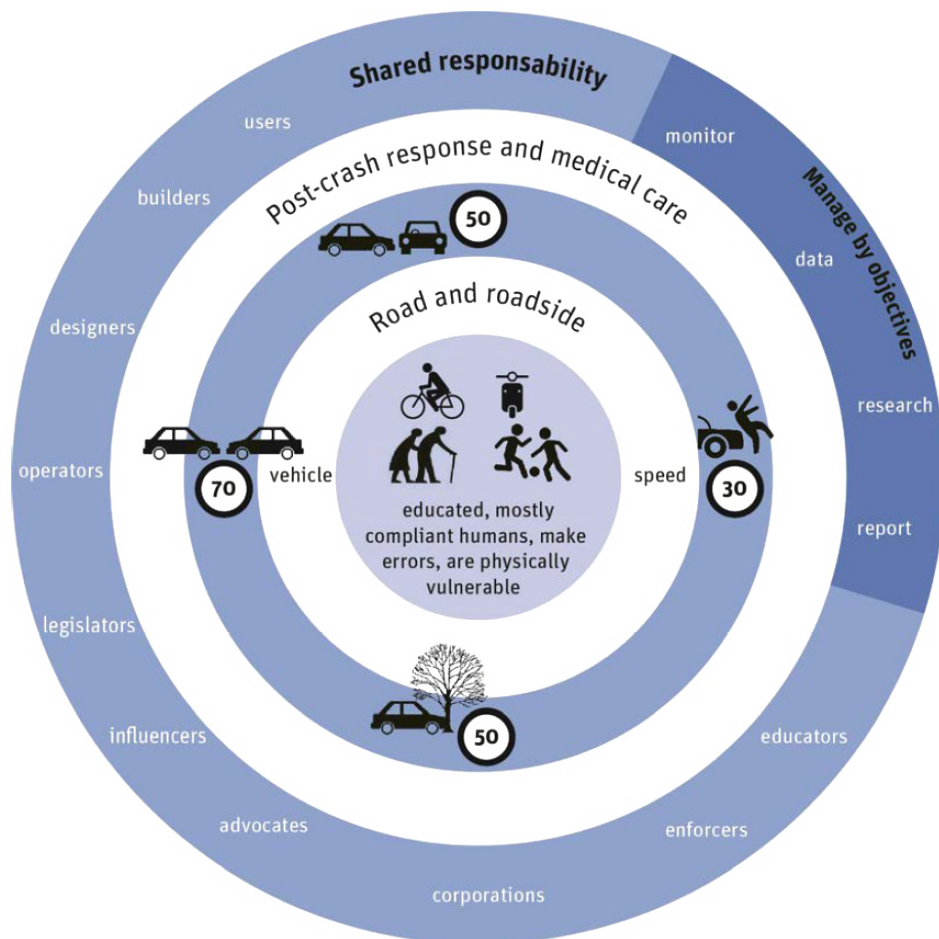
- Een veilige systeemaanpak vraagt om een gedeelde verantwoordelijkheid tussen betrokkenen.
- Het is belangrijk dat het initiatief van de verschillende partijen wordt gecoördineerd, gefaciliteerd en aangemoedigd door een ‘lead agency’.
- Voor een optimale sturing zijn het stellen van doelen, subdoelen en de koppeling aan activiteiten van actoren en onderbouwing van te behalen resultaten belangrijk.

We lichten deze zaken hieronder verder toe.

Gedeelde verantwoordelijkheid

Een veilig verkeerssysteem is – volgens de internationale literatuur (Commission of the European Communities, 2003; OECD/ITF, 2008; 2016) en naast inhoudelijk geldende principes zoals de menselijke maat als uitgangspunt – zodanig opgezet dat er een gedeelde verantwoordelijkheid is tussen systeemontwerpers en verkeersdeelnemers (zie *Afbeelding 6.2*). Systeemontwerpers zijn verantwoordelijk voor een veilig ontwerp van alle elementen in het verkeerssysteem, van verkeersdeelnemers wordt verlangd dat zij zich aan de regels houden en zich conformeren aan de beperkingen die ieder systeem nu eenmaal in zich heeft. Dit alles is gericht op een veilig eindresultaat voor de burgers die gebruikmaken van het systeem. Dat systeem voorziet in behoeften van burgers en beschermt met name de zwakkere deelnemers.

Afbeelding 6.2. De elementen van een veilige systeembenadering (Safe System approach) voor het wegverkeer, inclusief de rol van verantwoordelijkheid daarbij volgens OECD/ITF (2016).



De Zweden stellen daarnaast ook expliciet dat de eindverantwoordelijkheid uiteindelijk bij de systeemontwerper ligt (Afbeelding 6.3). Dat wil zeggen dat als de resultaten van het systeem toch niet naar tevredenheid zijn, zij opnieuw zouden moeten kijken wat er aan het systeemontwerp te verbeteren valt, zodanig dat de gedeelde verantwoordelijkheid tot betere (= veiligere) resultaten leidt (zie ook Hoofdstuk 7).

Afbeelding 6.3. Verdeling van verantwoordelijkheden in een veilig verkeerssysteem (naar Ekman, 2017).

Als:
Regels niet nageleefd door gebrek aan:

- kennis,
- acceptatie,
- mogelijkheden,

Dan:
Systeemontwerpers nemen noodzakelijke stappen voor veiliger weggebruik en voorkomen van doden en ernstig gewonden.



In de Engelstalige literatuur wordt in dit verband ook wel onderscheid gemaakt tussen 'responsibility' (eindverantwoordelijkheid of aansprakelijkheid) en 'accountability' (toerekenbaarheid). Zowel systeemontwerpers als verkeersdeelnemers zijn toerekenbaar (of zouden dat moeten zijn²¹) in hun bijdrage aan veilige handelingen in het verkeerssysteem; de systeemontwerper blijft echter eindverantwoordelijke en heeft de plicht om het systeem zo veilig mogelijk te ontwerpen door daarbij rekening te houden met de 'menselijke maat'. Het kan bijvoorbeeld blijken dat het systeem het onmogelijke verlangt voor veel mensen – hetzij omdat niet alle verkeersdeelnemers taakbekwaam genoeg blijken te zijn voor het verkeerssysteem, hetzij omdat het verkeerssysteem niet goed op hun fysieke en psychologische eigenschappen is afgestemd (zie ook *Hoofdstuk 4* en *Hoofdstuk 5*) en bijvoorbeeld onbedoeld aanzet tot gevaarlijke handelingen. In dat geval is de meest effectieve oplossing om niet in een 'schuldcultuur' te vervallen richting de verkeersdeelnemer, hem vermanend toe te spreken en daarna te hopen dat het goed komt (zie ook *Hoofdstuk 5*), maar veel meer te onderzoeken hoe het *systeem* (en de onderdelen daarvan) zodanig verbeterd kunnen worden dat er ook op de langere termijn minder slachtoffers vallen (OECD/ITF, 2008; Rumar, 1999).

Het belang van een 'lead agency'

Een andere component gerelateerd aan verantwoordelijkheden in een veilig verkeerssysteem dat in de internationale literatuur opduikt, is het belang van een 'lead agency' (stuwende kracht; zie o.a. Bliss & Breen, 2008; OECD/ITF, 2008; 2016; Peden et al., 2004; WHO, 2010). Dit begrip – dat overigens vooral een normatieve oorsprong kent – vraagt om enige uitleg omdat het gemakkelijk verkeerd begrepen kan worden. Het gaat hierbij namelijk niet zozeer om een organisatie die de leiding heeft, maar veel meer om *leiderschapsfunctionaliteiten* die bij een of meerdere instanties belegd zijn, en (partiële) eindverantwoordelijkheid hebben voor de veiligheidsprestaties van het verkeerssysteem.

Kijken we bijvoorbeeld naar de Nederlandse verkeersveiligheidspraktijk, dan is de minister van Infrastructuur en Waterstaat eindverantwoordelijk voor het behalen van de taakstellingen ten aanzien van verkeersveiligheid, waarbij hij/zij er meteen ook voor verantwoordelijk is dat deze taakstelling wordt gerealiseerd door middel van goede coördinatie met uitvoerende partijen zoals decentrale overheden maar ook met andere ministeries (denk aan Justitie maar bijvoorbeeld ook aan Volksgezondheid, Sociale zaken, Onderwijs en Financiën). Taken zoals dataverzameling, monitoring, analyse en onderbouwing ten behoeve van beleidskeuzen zijn bijvoorbeeld gedelegeerd aan onderzoeksinstanties zoals DVS, KiM en SWOV. We constateren echter ook dat – ondanks deze formele rolverdelingen – er ook momenten in de voorbije maar ook recente geschiedenis zijn aan te wijzen waarbij maatschappelijke organisaties zoals de ANWB zich gedragen als een 'lead agency': zij roeren de trom, coördineren acties en arrangeren politieke druk om tot grotere ambities in het verkeersveiligheidsbeleid te komen (zie bijvoorbeeld Bax, 2012).

Sturing en 'governance'

Een derde component die in de internationale literatuur wordt genoemd, is de praktische invulling van verantwoordelijkheden. Naarmate een land of gebied meer en meer een veilige systeembenadering als uitgangspunt neemt, zou het steeds belangrijker worden de verantwoordelijkheden goed te verdelen. 'Good governance' organisatieprincipes²² zouden hierbij belangrijk zijn, zoals *toerekenbaarheid* ('accountability'), *transparantie* en *inclusiviteit*²³ als



21 We zullen verderop zien dat met name bij de toerekenbaarheid van verkeersdeelnemers kanttekeningen zijn te plaatsen.

22 Betekent zoveel als: ...de uitoefening van politiek gezag en het gebruik van institutionele middelen om de zaken en de problemen van de maatschappij te beheren (World Bank, 1991).

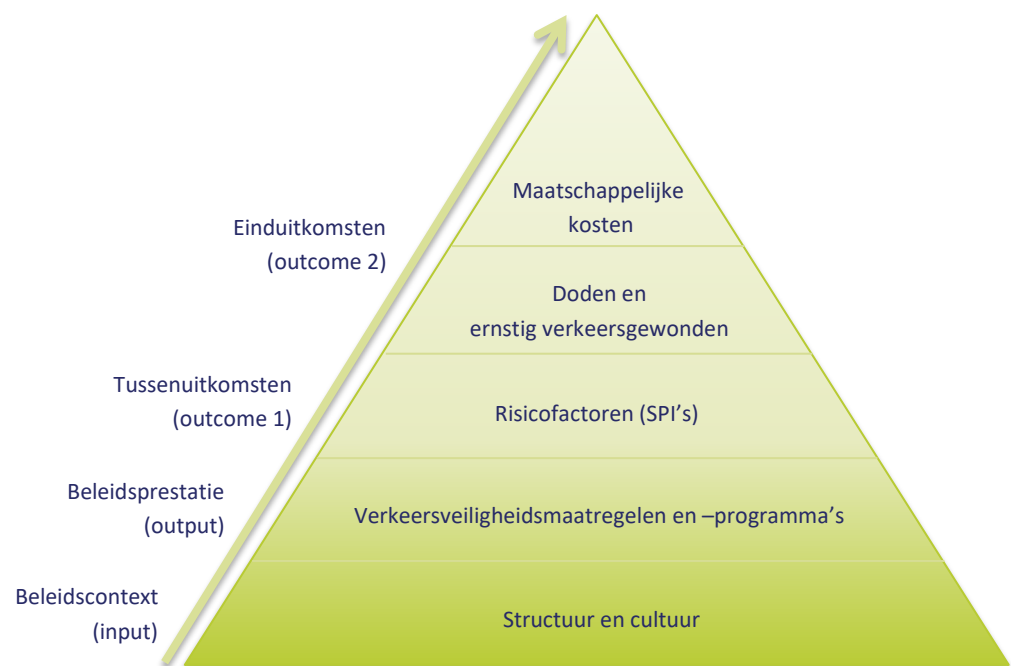
23 Dit houdt zoveel in als: betrekking hebbend op alle relevante doelgroepen, waarbij geen apart beleid voor afwijkende doelgroepen wordt geformuleerd, maar iedereen in het geheel betrokken wordt.

een basis voor geïntegreerd beleid en elkaar aanvullende activiteiten (OECD/ITF, 2016). Ook ‘governance’-principes zoals *proportionaliteit* van maatregelen om de doelen te bereiken en een *aanpak zo dicht mogelijk bij de bron* (zo lokaal mogelijk; ‘subsidiarity’) zijn als belangrijke uitgangspunten gesteld om ambitieuze verkeersveiligheidsdoelstellingen naderbij te brengen (Commission of the European Communities, 2003).

In de *Bijlage B4.1* staan een aantal succesvolle voorbeelden genoemd die als ‘bottom-up’-benadering kunnen worden getypeerd. De nadruk wordt bij deze benadering namelijk gelegd op het faciliteren van processen ‘van onderaf’ (bottom-up) in plaats van gedictieerd van bovenaf (top down), ook wel aangeduid als het verschil tussen ‘government’ versus ‘governance’. De overheid (top) treedt niet tot in de haarvaten dicterend op, maar coördineert de opstelling van gezamenlijke doelen. Dit geeft actoren de vrijheid om naar eigen inzicht en via innovaties (zie ook *Hoofdstuk 7*) tot het bereiken van de gestelde doelen te komen. Door niet alleen te werken met doelen maar ook met tussendoelen die gekoppeld worden aan institutionele prestaties (OECD/ITF, 2008; 2016), wordt het volgende bereikt:

1. Ambitieuze maar realistische doelen zijn nodig om daadwerkelijk stappen te maken naar meer verkeersveiligheid.
2. Einddoelen in termen van ongevallen en slachtoffers zijn te abstract, te groot en van te veel factoren afhankelijk om goed te kunnen koppelen aan verantwoordelijkheden van individuele actoren.
3. Tussendoelen (dat zijn: indicatoren voor risicofactoren in het verkeer, in de internationale literatuur ook vaak aangeduid als ‘Safety Performance Indicators’ of SPI’s; zie *Afbeelding 6.4*) helpen om de grootse einddoelen in behapbare brokken op te delen en wel te koppelen aan verantwoordelijkheden van betrokken instanties.
4. De voortgang die wordt bereikt op de tussendoelen telt uiteindelijk op in de einddoelen doordat er een oorzakelijke relatie bestaat tussen de indicatoren die als tussendoelen worden gebruikt (SPI’s) en de indicatoren die als einddoelen fungeren (ongevallen).
5. Monitoring, data-analyse en gezamenlijke feedbackmomenten spelen een belangrijke rol in deze aanpak en vragen om een goede coördinatie tussen alle betrokken partijen.

Afbeelding 6.4.
Verkeersveiligheidsbeleid
van context,
beleidsprestaties naar
beleidsuitkomsten (naar
Koonstra et al., 2002).



Doelen en tussendoelen kunnen tevens een belangrijke functie vervullen bij de integrale afwegingen die veel bestuurders moeten maken: wat zijn de consequenties van de besluiten die ik neem op de gestelde doelen? Met name de tussendoelen (SPI's; zie bijvoorbeeld Aarts et al., 2016; Rumar, 1999) bieden daarbij mogelijkheden om integrale verbindingen te leggen. Zo hebben 'doden en gewonden' vooral een relatie met verkeersveiligheidsbeleid en minder direct met volksgezondheid. Tussendoelen (SPI's) op bijvoorbeeld het gebied van snelheid, hebben daarentegen – naast verkeersveiligheid – ook relevantie voor milieu, doorstroming en leefbaarheid. Dit maakt beter doordachte integrale afwegingen mogelijk.

Met name de Zweden hebben inmiddels ervaring opgedaan met deze werkwijze onder de noemer 'management by objectives' (MbO; zie bijvoorbeeld Vägverket, 2009 en de *Bijlage B4.2*).

6.2 Verdere ontwikkelingen en resultaten

In deze paragraaf bespreken we de belangrijkste verdere ontwikkelingen met betrekking tot verantwoordelijkheid in nationale en internationale context. (zie de *Bijlage B4.3* voor resultaten ten aanzien van kosten en baten van verkeersveiligheid, marktimperfectie en de rol van de overheid daarbij).

6.2.1 De Actie -25%

In het *Meerjarenplan Verkeersveiligheid 1987-1991* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1987) werd voor het eerst een taakstelling opgenomen die overheden moest stimuleren om de nog steeds toenemende mobiliteit tot minder slachtoffers te laten leiden. In de troonrede van 1987 was deze taakstelling al geformuleerd als '25% minder verkeersslachtoffers in 2000'. De regering wilde daarmee uitstralen: als het veiliger kan, dan moet het ook veiliger. Deze taakstelling werd voor gemeenten gekoppeld aan een stimuleringsregeling: iedere gemeente die minimaal 5% reductie wist te realiseren in het aantal verkeersslachtoffers per jaar, ontving hiervoor een premie. Daarnaast ontvingen gemeenten ook informatie over hoe ze effectief verkeersslachtoffers konden voorkomen. De taakstelling en stimuleringsregeling werden vergezeld door een evaluatie (zie *Bijlage B4.4*). Hieruit werden lessen getrokken voor een vervolg, zoals een concretere formulering van activiteiten voor doelgroepen.

6.2.2 De uitrol van Duurzaam Veilig en de rol van verantwoordelijkheid daarbij

Het *Startprogramma Duurzaam Veilig* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat et al., 1997) kan als een conceptueel vervolg worden gezien op de Actie -25%. Volgens de hiervóór besproken internationale literatuur is het Startprogramma een goed voorbeeld van een governance-structuur waarbij de centrale overheid als stuwende kracht (lead agency) is opgetreden, maar in gezamenlijkheid met decentrale overheden tot afspraken is gekomen (zie ook OECD/ITF, 2016). Daarbij zijn doelen gesteld op uitvoeringsniveau, zonder in detail te dicteren hoe en waar overheden de afgesproken maatregelen moesten uitvoeren; dat was aan hen. Ze werden hierbij wel geholpen door gezamenlijk opgestelde kaders en richtlijnen (CROW, 1997; 2002; 2004c) en ter facilitering en stimulering was er een budgettaire ondersteuning van de centrale overheid. Decentrale overheden moesten zelf echter ook een deel van de kosten dragen. Zo kwam een centraal geregisseerde maar decentraal uitgevoerde uitrol van het Duurzaam Veilig-gedachtegoed op gang.

Zoals te zien is aan de resultaten (zie *Bijlage B4.4*), kan geconcludeerd worden dat het convenant een aanjagende functie heeft gehad waardoor de partners zelfs een groter areaal wegen van Duurzaam Veilig-maatregelen hebben voorzien en meer activiteiten hebben ondernomen dan aanvankelijk in het convenant was voorzien. Wat verder ook opvalt, is dat de uniformiteit en inrichtingskwaliteit waarmee met name infrastructurele maatregelen zijn ingevoerd, niet altijd optimaal zijn met het oog op 'de menselijke maat'. Dit kan worden gezien als een resultaat van sturing op hoofdlijnen en de vrijheden die kaders gevat in richtlijnen nu eenmaal bieden.

Overigens is in het kader van het *Startprogramma Duurzaam Veilig* de optimale verdeling van verantwoordelijkheden expliciet onderwerp van discussie geweest: de SER (1999) heeft zich in haar advies op verzoek van het Rijk onder meer over de vraag gebogen hoe verantwoordelijkheden tussen publieke en private sector gerealiseerd kunnen worden, zodanig dat hieruit een meer evenwichtige verdeling van baten en lasten van verkeersveiligheid resulteert. Uit de analyse van de SER blijkt dat door marktperfectie van verkeersveiligheidskosten en -baten de baathebbers (burgers en private partijen) niet vanzelf een grote prikkel voelen om te investeren in verkeersveiligheid. De SER ziet op basis hiervan dan ook een belangrijke beschermende rol voor de overheid weggelegd (zie *Bijlage B4.3*). Onderdeel van het voorstel van SER is onder meer om wegbeheerders meer financieel en juridisch te prikkelen om tot een veilige inrichting van infrastructuur te komen door middel van normering, subsidies, boetes en aansprakelijkheidsstelling.

6.2.3 De recente verantwoordelijkheidsdiscussies in Nederland

In de afgelopen jaren is de discussie rond het verdelen van verantwoordelijkheden in het publieke domein weer geïntensiveerd (zie bijvoorbeeld Veldheer et al., 2012; WRR, 2011; 2012; 2014; 2017). Volgens een analyse van het Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP) (Veldheer et al., 2012) is deze discussie een logisch vervolg op een reeds zeer lang lopende ontwikkeling. Daarbij nam aanvankelijk de vraag naar een steeds meer regulerende overheid toe, met name omdat mensen inzagen dat dit kon bijdragen aan welvaart en welzijn (zie ook *Paragraaf 6.1.1* voor een vergelijkbare ontwikkeling binnen de verkeersveiligheid). Hieruit ontstond uiteindelijk onze 'verzorgingsstaat'. Maar deze verzorgingsstaat bleek ook zijn grenzen te hebben, zeker toen de middelen in de jaren 80 onder druk kwamen te staan en bij burgers de behoefte aan meer vrijheid begon toe te nemen.

Meer 'eigen verantwoordelijkheid' van burgers lijkt dan ook een logische oplossing, niet alleen voor de 'verzorgingsstaatcrisis' maar ook voor de 'burgerschapscrisis' die betrekking heeft op vervagende normen en waarden (zie ook Wegman & Aarts, 2005). De verzorgingsstaat blijkt namelijk ook vatbaar voor misbruik: burgers gedragen zich lang niet altijd zoals gedacht. Het individuele gedrag van burgers (vrijheid) kan zo het collectieve belang schaden. Een actievere rol voor de burger als oplossing voor beide crises betekent dus vooral een actieve(re) rol van burgers in de richting zoals door de overheid bedoeld of het collectieve belang dient. Het SCP komt in zijn analyse dan ook tot de conclusie dat de vrijheidsdrang van burgers op gespannen voet staat met meer 'eigen verantwoordelijkheid' (zie ook het kader 'Vrijheid, gelijkheid en verantwoordelijkheid'). Het laatste betekent namelijk vooral: meer zelf doen, maar niet meer zelf te vertellen hebben.

Naar een nieuw verantwoordelijkheidsmodel

Het SCP vraagt zich af hoe meer 'eigen verantwoordelijkheid' van burgers zich verhoudt tot de 'systeemverantwoordelijkheid' van de overheid. Burgers leveren wat van hun vrijheden in om de overheid in de gelegenheid te stellen om toe te zien op collectieve belangen zoals veiligheid, rechtsgelijkheid, een goed economisch en sociaal-cultureel klimaat (het 'sociale contract'). Burgers blijken onverminderd behoefte te hebben aan een overheid die over deze collectieve belangen waakt. Een overheid die daarin betrouwbaar is, blijkt een belangrijke factor in de tevredenheid van burgers (zie bijvoorbeeld Veenhoven, 2000).

Volgens het SCP betekent meer nadruk op de eigen verantwoordelijkheid van burgers dus niet dat daarmee een terugtrekkende overheid gelegitimeerd is. Het SCP toetst een nieuw verantwoordelijkheidsmodel waarbij de overheid weliswaar een beroep doet op burgers, maar wel doelen en randvoorwaarden stelt en waakt over de uitkomsten. De verantwoordelijkheidsverschuiving zou daarbij vooral liggen in vermindering van publieke rechten en een toename van meer private bijdragen. Het SCP verkent voor diverse publieke domeinen in hoeverre er volgens dit model inderdaad verschuivingen in verantwoordelijkheid hebben plaatsgevonden vanaf 1990 en wat hiervan de (verwachte) effecten zijn.

Vrijheid, gelijkheid en verantwoordelijkheid

Meer verantwoordelijkheid voor burgers wordt nog wel eens gelijk gesteld met meer vrijheid voor burgers. In feite is dit niet wat bedoeld wordt. Meer verantwoordelijkheid betekent vooral minder vrijheid om je te gedragen zoals je zelf wilt, maar vooral zoals goed zou zijn voor het maatschappelijke collectief.

Meer vrijheid van burgers staat bovendien op gespannen voet met de behoeften aan gelijke rechten en bescherming (zie Veldheer et al., 2012). Om dit in goede banen te leiden, is een onafhankelijke partij nodig die de spelregels bepaalt en daarop toeziet. Dit is de systeemverantwoordelijkheid van de overheid.

Wat zijn de resultaten?

De uitkomsten van de SCP-verkenning blijken divers: domeinen waarbij alle verantwoordelijkheid bij de overheid is belegd, blijken alleen (nog) haalbaar als het een kleine groep behoeftigen betreft (bijvoorbeeld slachtofferzorg). In een aantal domeinen (zoals de cultuursector en de inburgering van oudkomers) is het tegengestelde te zien en heeft de overheid vooralsnog alle verantwoordelijkheid losgelaten. Hier is overgegaan op een marktmodel en consumentisme. Het is momenteel nog onduidelijk wat dit voor *maatschappelijk* resultaat zal gaan opleveren, bijvoorbeeld in termen van geboden kwaliteit en toegankelijkheid voor iedereen.

Het SCP concludeert dat daar waar de verantwoordelijkheid van burgers wordt aangesproken, een aantal taken meer en een aantal juist minder in aanmerking komen om door burgers uit te laten voeren. Burgers kunnen bijvoorbeeld niet goed ingezet worden voor controlerende taken omdat het hun ontbreekt aan (het recht op) sanctiemiddelen. Daar waar het op de uitvoering aankomt kunnen burgers wel een rol vervullen, maar dan vooral waar een direct belang voor de burger ligt. En zelfs dit blijkt complexer te liggen, zoals we in volgende paragraaf zullen zien (zie ook Twisk, 2018, te verschijnen; WRR, 2017).

Het SCP concludeert op basis van de eigen analyse dat een regisserend model van verantwoordelijkheid voor diverse domeinen het meest voor de hand ligt als een nieuw evenwicht. Hierbij regisseert de overheid de uitvoering van burgers maar houdt zelf een actieve rol. Overigens zou een dergelijk model volgens de analyse van het SCP voor het domein 'veiligheid' minder voor de hand liggen. Burgers ervaren hier namelijk niet het directe belang, onder meer vanwege een gebrek aan objectief inzicht in risico's in relatie tot de locatie en het gedrag van de burger zelf. Walraad (2017a) grijpt dit gegeven bijvoorbeeld aan om een pleidooi te houden om educatie en handhaving in te zetten om de veiligheidsbeleving van burgers beter overeen te laten komen met de objectieve onveiligheid. Twisk (2018, te verschijnen) waarschuwt dat nog niet duidelijk is wat de uiteindelijke maatschappelijke uitkomsten zijn van de verschillende aangetroffen verantwoordelijkheidsmodellen en in hoeverre en onder welke condities burgers inderdaad effectief in staat blijken te zijn om invulling te geven aan meer eigen verantwoordelijkheid. Deze resultaten zijn echter cruciaal om te kunnen spreken van succes. Dat geldt zeker in een domein als 'verkeersveiligheid', waar het uiteindelijke doel is om (ernstige) ongevallen en slachtoffers te voorkomen.

Verkeersveiligheid versus andere maatschappelijke opgaven

Uit onderzoek (Covello, Sandman & Slovic, 1988; Slovic, 1987) naar vergelijkingen hoe mensen tegen risico's aankijken als basis voor de noodzaak om deze risico's tegen te gaan, kan het volgende overzicht gedestilleerd worden:

Risico's en wat daarover bekend is		Milieu- vervuiling	Vliegcramp	Verkeers- onveiligheid
Onbekendheids risico	Niet observeerbaar	+	-	-
	Vertraagd effect	+	-	-
	Risico's wetenschappelijk niet (eenduidig) aangetoond	+	-	-
Vreesrisico	Onbeheersbaar	+	-	-
	Onvrijwillig	+	+/-	+/-
	Catastrofaal	+	+	-
	Schrikbarend	+	+	+/-

Hoe hoger maatschappelijke onderwerpen op dit overzicht scoren, des te meer maatschappelijke bezorgdheid. Hieraan zouden echter ook nog factoren kunnen worden toegevoegd zoals 'nabijheid' (hoe dichterbij, hoe erger) en moraliteit (per ongeluk is minder erg dan expres aan risico's blootgesteld worden). In principe scoort verkeersveiligheid op deze laatste twee begrippen hoger dan de andere twee onderwerpen. Althans, objectief gezien. Het is wel de vraag in hoeverre de perceptie van burgers met de feiten overeenkomt en in hoeverre hier niet een overheidstaak ligt om burgers beter voor te lichten over deze feiten. Ongevallen gebeuren vrijwel nooit per ongeluk, maar hebben één of meer aanwijsbare oorzaken die vaak allang bekend zijn.

6.2.4 De verantwoordelijkheidsdiscussie in relatie tot verkeersveiligheid

In maatschappelijke, politieke en bestuurlijke afwegingen lijkt verkeersveiligheid niet erg hoog op de agenda te staan (zie onder meer Aarts et al., 2014). Onlangs hebben diverse organisaties dan ook via het manifest VOORUIT! en het *Verkeersveiligheidsmanifest* opgeroepen om verkeersveiligheid tot een nationale prioriteit te benoemen (ANWB et al., 2017a; ANWB et al., 2017b; zie ook *Paragraaf 8.2*). Dat verkeersveiligheid naar gevoel van allerlei partijen onvoldoende wordt opgepakt, houdt ongetwijfeld mede verband met de veelheid aan actoren die invloed kunnen uitoefenen op risico's en slachtoffers in het verkeer. Maar ook in de publieke opinie van burgers staat verkeersveiligheid lang niet altijd bovenaan de prioriteitenlijst als het wordt vergeleken met andere gevaren die over het algemeen minder hoog risico hebben (zie kader 'Verkeersveiligheid versus andere maatschappelijke opgaven').

Verkeersveiligheid: de verantwoordelijkheid van verkeersdeelnemers?

De ‘burgerschapscrisis’ (zie de vorige paragraaf), waarin vervagende normen en waarden vooral leiden tot een verruiming van gedrag, zou volgens deskundigen ook leiden tot risicoverhoging in het verkeer. Net als bij andere collectief-goeddomeinen leidt dit bij beleidsmakers nog wel eens tot de conclusie dat het niet de overheid zou moeten zijn die gedragsproblemen zou moeten oplossen, maar de burger zelf. Dit geldt overigens niet alleen voor verandering van het gedrag zelf, maar ook de context waarin dat gedrag tot ernstige consequenties kan leiden: een weg met obstakels zoals bomen dicht langs de weg is gevaarlijker als men er met te hoge snelheid of na gebruik van psychoactieve stoffen langs raast. Dit grijpen wegbeheerders nog wel eens aan als legitimering om dergelijke obstakels niet weg te hoeven halen. De verkeersdeelnemer moet zich immers beter gedragen en doet hij dat niet, dan heeft hij vooral zichzelf daarmee. Hier is nog wel wat tegen in te brengen, want in hoeverre kan een burger de gegeven verantwoordelijkheden eigenlijk dragen en van zijn handelingen altijd de consequenties goed overzien?

Weten is nog geen doen: over ‘empowerment’ van burgers

De vraag is dus welke resultaten te verwachten zijn als verantwoordelijkheden voor bijvoorbeeld gevaarlijk gedrag bij de burger(terug)gelegd. Om die vraag goed te kunnen beantwoorden, is het van belang vooral ook de kennis over menselijk gedrag te betrekken bij de verantwoordelijkheidsdiscussie, zo constateren zowel Twisk (2018, te verschijnen) en de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR). In het rapport *Weten is nog geen doen* (WRR, 2017). verkent de WRR wat de toegenomen nadruk op eigen verantwoordelijkheid van de burger betekent voor de gezondheidszorg. De WRR komt tot de conclusie dat er een discrepantie bestaat tussen enerzijds het model van de burger dat de overheid hanteert (de burger als rationeel handelend wezen die loyaal is aan de overheid), en anderzijds hoe die burger daadwerkelijk in elkaar zit, blijkend uit wetenschappelijk onderzoek (de WRR noemt dit het ‘realistische perspectief’)²⁴. Die burger en zijn gedrag (zijn zelfredzaamheid) blijken maar tot op zekere hoogte gestuurd te worden door rationale keuzen en informatieverwerking, zeker wanneer het gaat over stressvolle of andere enerverende momenten in het leven. Niet-cognitieve eigenschappen als temperament, overtuigingen en zelfcontrole blijken sterk bepalend voor zelfredzaamheid. Ook het WRR-rapport *Met kennis van gedrag beleid maken* (WRR, 2012) betoogt dat de overheid meer rekening dient te houden met wat burgers aankunnen om hen maatschappelijk gewenst gedrag te laten vertonen. De invloed van niet-rationele motieven en aansturing van gedrag kennen we ook in het verkeer en ook hiervan hebben we gezien dat hiermee lang nog niet altijd voldoende rekening wordt gehouden (zie *Hoofdstuk 5*).

Ook ten aanzien van de stelling dat de overheid vooral burgers tegen gedrag van anderen zou moeten beschermen, maar niet per se tegen dat van zichzelf, kunnen dus vraagtekens gesteld worden. Want ook deze redenering gaat uit van een rationeel handelende burger die goed de consequenties van zijn handelingen voor zichzelf kan overzien. In de werkelijkheid zijn die consequenties niet altijd zo duidelijk, laten burgers zich ook nogal eens leiden door andere motieven die op dat moment voor hen belangrijker lijken en komen onbedoelde onveilige handelingen ook nogal een per ongeluk tot stand zonder dat daar een rationele, verantwoordelijke keuze aan vooraf is gegaan (zie *Hoofdstuk 5*).



²⁴ De SCP-verkenning (Veldheer et al., 2012) laat zien dat dit model van de burger niet in alle beleidsdomeinen hetzelfde is, maar het WRR-onderzoek beperkt zich dan ook tot de gezondheidszorg.

De Calmanladder voor goed rentmeesterschap van de overheid

Calman (2009) ontwierp deze ladder vanuit het perspectief van de gezondheidszorg. Hoe hoger men op de ladder klimt, hoe beter burgers beschermd worden maar ook hoe meer verantwoording door de overheid nodig is. Dit hangt samen met het feit dat winst in bescherming en veiligheid ten koste gaat van vrijheid van burgers. Hiervoor is een goede balans in utiliteit en proportionaliteit nodig, waarbij ook burgerdraagvlak een belangrijke rol speelt (zie ook Twisk, 2018, te verschijnen).

1. Elimineer ongewenste gedragingen.
2. Beperk de keuzemogelijkheden tot de wenselijke alternatieven.
3. Maak ongewenst gedrag onaantrekkelijk (maak kosten hoger dan baten).
4. Maak gewenst gedrag aantrekkelijk (belonen).
5. Zet de gewenste keuzemogelijkheden als standaard (default); ongewenste keuzemogelijkheden vergen actie (moeite).
6. Ondersteun gewenste gedragingen.
7. Informeer over gewenst gedrag en consequenties.
8. Doe niets of houdt ontwikkeling in de gaten.

Vervolgens is de onvermijdelijke vraag of die burger dan misschien beter getraind zou kunnen worden om wel de gewenste verantwoordelijkheden aan te kunnen. De WRR (2014; 2017) en ook Twisk (2018, te verschijnen) laten zien dat er weinig evidentie is om hier veel van te kunnen verwachten. Om tot een goed werkend geheel te komen, pleiten beide verkenningen voor een beter begrip van de aard van handelingen van mensen (WRR: is het onwil, of eerder onkunde? Zie ook *Hoofdstuk 5*), om daar vervolgens een effectieve reactie van de overheid op te baseren. De WRR pleit daarbij voor meer robuustheid en correctievermogen van regels en instanties voor menselijke fouten en vereenvoudiging van regels en het bieden van ondersteuning wanneer nodig om burgers te helpen zelfredzamer te zijn.

Ook op dit punt vertoont het pleidooi van de WRR (2017) opvallende parallellen met de inzichten over veilig wegverkeer: ook hierbij wordt aanbevolen om niet zozeer de nadruk te leggen op het aanleren van veilige handelingen, omdat dit nooit zal kunnen voorkomen dat mensen toch gevaarlijke handelingen zullen verrichten; niet omdat ze dat niet zouden *willen* – al komt dat zeker ook voor bij gebrek aan inzicht wat de consequenties van die handelingen kunnen zijn – maar vooral omdat mensen dat nu eenmaal niet altijd *kunnen*. Onder verkeersveiligheidsprofessionals is er dan ook wereldwijde consensus dat het effectiever is om de nadruk te leggen op een omgeving die zo is vormgegeven dat die de burger helpt en ondersteunt om fouten in het gedrag te voorkomen (zie bijvoorbeeld Koornstra et al., 1992; OECD/ITF, 2008; 2016; Tingvall, 1997; Wegman & Aarts, 2005; zie ook *Hoofdstuk 5*). Hieronder is een voorbeeld uitgewerkt welke resultaten te verwachten zijn bij verschillende verantwoordelijkheidsverdelingen.

Als voorbeeld nemen we snelheidsgedrag in een Zone 30 en bekijken we verschillende scenario's waarbij verantwoordelijkheden meer of minder bij de burger zijn belegd. We schetsen welke maatregelen in dat geval worden genomen, wat voor gevolgen dit – voor zover bekend – heeft op het snelheidsgedrag en uiteindelijk op verkeersveiligheid.

Tabel 6.1. Mogelijke uitwerkingen van verantwoordelijkheidsverdeling tussen overheid en burgers (scenario) voor realisering van een veilige snelheid in 30km/uur-gebieden en de verwachte resultaten daarvan (sociaal, risicofactor snelheid en ongevallen en slachtoffers).

Scenario en verwachte effecten	Eigen verantwoordelijkheid	Overheid reguleert	Actieve overheid, actieve burger
Scenario	De Zone 30 – hooguit bij toeval geloofwaardig ingericht – is toegerust met een limietbord aan de poorten van de zone dat de wegbeheerder heeft geplaatst om de burger de maximumsnelheid duidelijk te maken. Er is geen gestructureerd politietoezicht, alleen als er veel klachten van burgers komen, worden er metingen verricht en zo nodig korte handhavingsacties verricht.	De overheid heeft in deze situatie onmogelijk gemaakt dat burgers harder kunnen rijden dan 30 km/uur – in ieder geval in Zones 30. Dit is technisch mogelijk door alle gemotoriseerde voertuigen van een harde snelheidsbegrenzer (harde ISA) te voorzien en te laten communiceren met een landelijk gecoördineerde snelheidskaart waarop de Zones 30 correct staan weergegeven. Er vinden daarnaast steekproeven plaats om te zien of de snelheidskaart klopt en het rijgedrag overeenkomt met de gewenste situatie.	Dit scenario kan er op verschillende manieren uitzien, afhankelijk van hoe overheid en burgers de verantwoordelijkheden willen verdelen. Een scenario zou kunnen zijn dat de overheid zowel de limiet duidelijk maakt door middel van een limietbord en eventueel aanvullende limietinformatie (op de weg of in het voertuig) en daarnaast heeft gezorgd voor een geloofwaardige weginrichting. Burgers hebben de verantwoordelijkheid om zich aan de snelheidslimiet te houden en worden daarbij geholpen. Dit scenario kan echter ook zodanig ingevuld worden dat er strengere beschermingseisen gelden in gebieden met meer kwetsbaren (meer verantwoordelijkheid gaat naar de overheid), en meer verantwoordelijkheid naar de burger daar waar dat veilig kan en de consequenties over het algemeen binnen de perken blijven.
Sociaal	Bovenstaande situaties komen op grote schaal voor in Nederland (Berends & Stipdonk, 2009; Weijermars & Van Schagen, 2009) en met name van sober ingerichte gebieden komen klachten van burgers over te snel rijdend verkeer (Plasmans & Tuinburg, 2006).	Op basis van een eerdere proef met harde ISA in Tilburg (AVV, 2001) en onderzoek naar draagvlak (Vlassenroot et al., 2011) weten we dat burgers aanvankelijk niet erg enthousiast tegenover een dergelijke maatregel staan, vooral niet naarmate het meer hun gevoel van vrijheid aantast. Daadwerkelijk gebruik van een dergelijke maatregel kan echter bijdragen aan draagvlak omdat mensen pas dan ook de positieve effecten ervaren. Een goed werkend systeem is hiervoor wel een belangrijke randvoorwaarde.	Een goed gecommuniceerde verantwoordelijkheidsverdeling die bovendien goed aansluit bij wat burgers wel en niet kunnen, kan bijdragen aan sociale acceptatie voor keuzen. Het betrekken van burgers bij keuzen hoeft echter zeker niet per se tot betere verkeersveiligheidsresultaten te leiden (Bax et al., 2008; Twisk, 2018, te verschijnen).
Snelheid	Van sober ingerichte Zone 30: ligt doorgaans hoger dan de snelheidslimiet; V85 = 45 km/uur (3VO, 2004).	Uit allerlei studies blijken diverse positieve effecten op snelheidsgedrag, zoals een lagere gemiddelde snelheid, kleinere variatie in snelheid en minder overtreders (SWOV, 2015b).	Afhankelijk van de gekozen maatregelen.
Ongevallen en slachtoffers	Een 50km/uur-weg (default binnen de bebouwde kom) die wordt ingericht tot sober ingerichte Zone 30 heeft naar verwachting 15% reductie in ernstige ongevallen tot gevolg (Wijnen, Mesken & Vis, 2010).	Schattingen van 100% penetratie van harde ISA komen uit op een reductie van 25%- 29% in ernstige ongevallen (SWOV, 2015b).	Afhankelijk van de gekozen maatregelen.

Bij meer regulering door de overheid is wel meer verantwoording door de overheid nodig om burgers inzichtelijk te maken dat het verlies aan vrijheid dat dit met zich meebrengt, ten goede komt aan winst in bescherming en veiligheid (zie ook de ladder van Calman, 2009; zie kader). Hiermee kan mogelijk ook het draagvlak voor maatregelen worden vergroot. Zeker in het verkeer blijken burgers lang niet altijd goed voorgelicht te worden over het nut en noodzaak van maatregelen (zie bijvoorbeeld Goudappel Coffeng & AVV, 2005; Weijermars & Aarts, 2010). Dit kan vooral belangrijk zijn omdat burgers weliswaar graag zien dat maatschappelijke doelen zoals veiligheid, bescherming en gelijkheid worden bereikt, maar nogal eens weerstand vertonen zodra duidelijk wordt wat dit betekent voor hun eigen bijdragen of maatregelen in hun eigen leefomgeving (zie bijvoorbeeld Twisk, 2018, te verschijnen; Veldheer et al., 2012).

De rol van marktpartijen

De rol van andere actoren dan burgers versus overheid is minder duidelijk in de verantwoordelijkheidsdiscussies terug te vinden. Wel zijn bij voorbeeld overheid en maatschappelijke organisaties zoals de ANWB op zoek naar hoe ze partijen beter in stelling kunnen krijgen om bij te dragen aan verkeersveiligheid. In *Tabel 6.2* is een overzicht weergegeven van verschillende actoren en de mogelijke rol die zij vanuit hun intrinsieke motivaties kunnen spelen bij invoering van een bepaalde effectief gebleken verkeersveiligheidsmaatregel. Het zou interessant kunnen zijn om voor verschillende concrete maatregelen na te gaan of van onderstaande werkingsmechanismen al optimaal gebruik gemaakt wordt en op welke wijze in de markt verantwoordelijkheden versterkt kunnen worden. Daarbij dient nagegaan te worden welke partijen initiatief nemen of waar het primaire aangrijppunt ligt om de marktmechanismen in werking te stellen.

Als we kijken naar de rol van andere actoren dan de overheid en hun rol in het wegverkeer, dan is het ook interessant om te bezien hoe deze rol belegd is in andere vervoersdomeinen. Een groot verschil met deze domeinen zoals de luchtvaart, scheepvaart en het railverkeer is dat de hoge standaarden die er in deze vervoersdomeinen op na worden gehouden, zowel gedragen worden door de overheid als door de vervoersbedrijven. Nog een ander verschil is dat bestuurders van de betreffende vervoermiddelen altijd professionals zijn die in dienst zijn van deze bedrijven, waardoor ook via die lijn hoge eisen aan opleiding, gedragscodes en naleving kan worden besteed. Intrinsieke motivatie om dit te doen, komt neer op de factoren die ook benoemd zijn in *Tabel 6.2*: voorkomen van imagoschade en achterliggend ook financiële motieven (aantrekking van meer klanten, minder schades). Dit kan voor met name werkgevers uit de marktsector interessante aanknopingspunten bieden om meer in te zetten op een veiligheidscultuur. Deze lijn is overigens ook te propageren via een meer maatschappelijk route: maatschappelijk verantwoord ondernemen.

De overheid kan daarbovenop nog normen stellen als de intrinsieke motivatiemechanismen onvoldoende, of niet voor alle vervoerders in het domein in gelijke mate motiverend werken om aan standaarden te voldoen die breder maatschappelijk gewenst zijn of als bedrijven en hun klanten onvoldoende kunnen overzien wat de gevolgen zijn van hun handelingen in een bredere maatschappelijke context (vergelijk de discussies over geluidsoverlast rond luchthavens). Over het algemeen is veiligheidsbewustzijn bij deze professionele vervoersorganisaties groter, omdat het om groepen mensen gaat van wie de veiligheid op het spel staat, terwijl bij het private wegverkeer veel meer individuele risico's gelden.

Tabel 6.2. Overzicht van actoren en drijfveren en hoe die benut kunnen worden om taakverantwoordelijkheden (deels) bij hen te beleggen.

Initiatiefnemer	Reden, initiatief of belang		
	Geld (of tijd)	Verplichtstelling	Maatschappelijk verantwoord ondernemen /imago(schade)
Overheid kan maatregel verplichten	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Overheid kosten kan besparen (bijvoorbeeld in de gezondheidszorg). 	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ De maatregel verplicht wordt gesteld door de EU. 	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Draagvlak onder de bevolking groot genoeg is. ➤ Als een of meer bewindspersonen zich verantwoordelijk voelen om de maatregel in te voeren ten bate van het publieke belang.
Verzekeraars kunnen maatregel verplichten voor verzekering	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ De totale prijs van verzekering te hoog dreigt te worden door grote aantal ernstige slachtoffers waaraan moet worden uitgekeerd of het risico hierop relatief groot is. ➤ Druk van concurrentie wordt gevoeld. 	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Overheid /EU verplicht. <p>Of dit gebeurt, is afhankelijk van risicoperceptie in de samenleving en verdeling van kosten en baten. Daarnaast wordt ook draagvlak bij burgers in een aantal gevallen aangevoerd; ook afstemming met de EU kan van belang zijn.</p>	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Verzekeraar gezien wil worden als verkeersveilig bedrijf om een bepaald soort klanten (bijvoorbeeld met een laag risico) te trekken.
Fabrikanten kunnen effectieve maatregel op eigen beweging inbouwen	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Klanten het product kopen omdat baten groter zijn dan kosten (bijvoorbeeld voorkomen van boetes, gemak, tijdsbesparing, comfort, appelleert aan belangrijke maatschappelijke normen). 	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Overheid /EU verplicht. ➤ Verzekeraars dit verplichten. <p>Of dit gebeurt, is afhankelijk van risicoperceptie in de samenleving en verdeling van kosten en baten. Daarnaast wordt ook draagvlak bij burgers in een aantal gevallen aangevoerd; ook afstemming met de EU kan van belang zijn.</p>	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Het bedrijf gezien wil worden als verkeersveilige fabrikant om een bepaald soort klanten (met meer geld) te trekken.
Klanten van verladers/ Wagenpark-beheerders kunnen maatregel in contract verplichten voor hun verladers of wagenpark-beheerder	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Verladers hierdoor goedkoper worden (bijvoorbeeld door minder boetes en schades). 	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Overheid /EU verplicht ➤ Verzekeraars dit verplichten. <p>Of dit gebeurt, is afhankelijk van risicoperceptie in de samenleving en verdeling van kosten en baten. Daarnaast wordt ook draagvlak bij burgers in een aantal gevallen aangevoerd; ook afstemming met de EU kan van belang zijn.</p>	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Het bedrijf naar klanten gepresenteerd kan worden als verantwoordelijke partij die daardoor ook imagoschade van de klant kan voorkomen. ➤ Indirect effect doordat wagens van dit bedrijf niet betrokken zijn bij ongevallen of gevaarlijk weggedrag.
Wagenpark-beheerders/ verladers kunnen maatregel zelf aanschaffen	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hierdoor besparingen kunnen worden gerealiseerd (bijvoorbeeld brandstof, verzekeringsgeld, schades) 	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Overheid /EU verplicht. ➤ Klanten in hun contract de maatregel eisen. ➤ Verzekeraars dit verplichten. <p>Of dit gebeurt, is afhankelijk van risicoperceptie in de samenleving en verdeling van kosten en baten. Daarnaast wordt ook draagvlak bij burgers in een aantal gevallen aangevoerd; ook afstemming met de EU kan van belang zijn.</p>	<p>Aantrekkelijk indien:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Het bedrijf naar klanten gepresenteerd kan worden als verantwoordelijke partij die daardoor ook imagoschade van de klant kan voorkomen ➤ Indirect effect doordat wagens van dit bedrijf niet betrokken zijn bij ongevallen of gevaarlijk weggedrag.

Het zou interessant zijn om te bezien hoe het marktmechanisme een aantal verkeersveiligheidslacunes zou kunnen opvullen als burgers beter voorgelicht werden over objectieve risico's en consequenties van gevaarlijk gedrag. Hierbij dient wel goed gekeken te worden naar de wijze waarop deze voorlichting wordt uitgevoerd, omdat angstaanjagende voorlichting averechts kan werken (zie SWOV, 2015a). Deze voorlichtingstaak is het beste weggelegd bij onafhankelijke partijen zoals kennisinstellingen.

Wat kan de overheid doen?

Een aantal recente ontwikkelingen binnen het overheidsdomein van het wegverkeer zijn in het kader van de verantwoordelijkheidsdiscussie interessant om te benoemen. Bieden zij wellicht (meer) kansen voor verkeersveiligheid?

Als we de aansprakelijkheid van wegbeheerders als voorbeeld nemen, zien we dat zij verantwoordelijk zijn voor deugdelijk onderhoud van hun (verharde) wegen en het voorkomen van gevaarzettende gebreken op of aan de weg (zie onder meer ANWB, 2013). Verder hebben ze alleen richtlijnen ter beschikking als het gaat om het concreet invulling geven aan deze taak en dat geldt dus ook voor het waarborgen van de veilige inrichting van wegen. Dit doet op deze wijze recht aan de decentrale aanpak van verkeersveiligheid. Afwijken van de richtlijnen mag, mits goed gemotiveerd. Wegbeheerders kunnen aansprakelijk worden gesteld als ze in hun wettelijke taak verzaken (zie ook de aanbeveling van SER, 1999; Snoeren, 2008). Daarbij dient echter wel rekening gehouden te worden met hun financiële mogelijkheden. Dit laat zien hoe ook overheidsorganen zoals wegbeheerders afhankelijk zijn van verdeling van gelden en ook van het opdoen en verspreiden van voor hen relevante kennis over veilig wegontwerp en -onderhoud. Er zijn inmiddels een aantal casussen waarin de wegbeheerder door slachtoffers of hun nabestaanden aansprakelijk is gesteld voor het leed dat hun is aangedaan door kuilen in of obstakels op de weg. Volgens de ANWB gaat het daarbij steeds vaker om relatief kwetsbare verkeersdeelnemers (voetgangers en tweewielers). Naarmate meer kennis beschikbaar komt over gevaarzettende situaties en wat de rol van weginrichting en -onderhoud daarbij kan zijn, is te verwachten dat de steeds mondiger burger steeds vaker de weg naar de rechter weet te vinden. Zeker als deze kennis tot duidelijkere normen leidt voor wegbeheer, kan dit voor de overheid een stimulans bieden om het wegennet zo goed mogelijk op orde te maken en te houden (zie ook Bax et al., 2015; SER, 1999).

Mensenrechten en verkeersveiligheid

Artikel 3 van de universele verklaring van mensenrechten bevat het recht van eenieder op leven, vrijheid en onschendbaarheid van de persoon. Dit artikel kan interessante aanknopingspunten bieden in de verantwoordelijkheidsdiscussie. Het biedt een kapstok in het aansprakelijkheidsdenken en meer kennis over gevaarzettende situaties en verwijtbaarheid van instanties daarbij kan bijdrage aan meer voorzorg.

De Zweden beroepen zich al langer op dit grondrecht en hebben dit vervat in 'Vision Zero', de Zweedse evenknie van Duurzaam Veilig: we hebben de maatschappelijke plicht om slachtoffers in het verkeer te voorkomen en willen dat dit uiteindelijk naar nul gaat. Om dit te bereiken, is een veilige systeemaanpak noodzakelijk, waarin alle actoren hun verantwoordelijkheid nemen en de overheid systeemverantwoordelijkheid draagt.

Een mooi voorbeeld hiervan biedt de Omgevingswet, die is vormgegeven volgens moderne principes van 'governance': de wet streeft na om verschillende ruimtelijke plannen en lokale behoeften beter op elkaar af te stemmen en biedt daarbij ruimte voor particuliere ideeën en invulling, mits het resultaat voldoet aan de gestelde normen. Het doel staat voorop, niet de middelen waarmee het doel wordt bereikt. Verkeersveiligheid zou als een van de omgevings-

waarden kunnen worden meegenomen, zeker als meer gewerkt gaat worden met indicatoren die betekenis hebben op meerdere beleidsterreinen (SPI's; zie ook SWOV, 2016d).

Overigens kunnen overheidspartijen zoals wegbeheerders zelf ook hun rechten benutten om maatschappelijke doelen te dienen. Een voorbeeld hiervan is het instellen van milieuzones en het weren van vervuilende voertuigen of het faciliteren van voetgangers en fietsers door gemotoriseerde voertuigen uit stadscentra te weren. Op deze wijze stelt de wegbeheerder randvoorwaarden aan het gebruik van de infrastructuur waar hij over gaat. Uiteraard dient ook dit vanuit de principes van utiliteit en proportionaliteit te gebeuren.

Omdat verkeersveiligheid bij uitstek een onderwerp is waarbij de inzet van vele verschillende partijen van belang is, is de vraag hoe de inzet en invloed van al die partijen tot een maatschappelijk optimum is te geleiden. Relevant hierbij is het concept van de 'ketenbenadering' (zie bijvoorbeeld Van Duivenbode et al., 2000). In deze benadering staan niet zozeer de partijen zelf centraal, maar meer de schakels in de keten tussen de partijen, dus in feite de relaties die ze direct of indirect met elkaar en een bepaald onderwerp hebben. Door niet organisaties of taken centraal te stellen, maar de klant of het eindproduct en de bijdrage die daaraan door verschillende partijen geleverd kan worden, kan een efficiënter resultaat worden bereikt, zo is het idee achter deze benadering. Invloedsmogelijkheden zijn er primair via de wederzijdse afhankelijkheden in de keten (zie ook Bax et al., 2008), maar deze vergen wel coördinatie om uiteindelijk tot een succesvol resultaat te kunnen leiden. Hier ligt voor de verkeersveiligheid een logische regierol voor de overheid die – zo nodig gecoördineerd over verschillende relevante ministeries – kan onderzoeken, bijsturen en toezien op het behalen van maatschappelijke wenselijke resultaten door de inzet te benutten van de sterktes van het netwerk. Door na te gaan waar welke partijen een rol (kunnen) spelen in het uiteindelijk aanbod aan producten en activiteiten die bijdragen aan meer of minder verkeersveiligheid, zijn in principe ook aanknopingspunten gevonden om dit onderwerp van gesprek te laten zijn tussen partijen en zo nodig hierin bij te sturen.

6.3 Uitdagingen voor de toekomst: naar effectief belegde verantwoordelijkheden

In de voorgaande discussie hebben we gezien hoe de behoefte om meer verantwoordelijkheid bij de burger neer te leggen, min of meer natuurlijk voortvloeit uit de historische ontwikkeling van een overheid die in het verleden op verzoek van burgers steeds meer taken naar zich toe heeft getrokken. Dat blijkt in algemene zin en om zowel praktische als politieke redenen in de toekomst onhoudbaar. Diverse inventarisaties laten wel zien dat bij het opnieuw verdelen van verantwoordelijkheden per beleidsdomein goed en met verstand van zaken gehandeld moet worden, zodanig dat daarmee nog steeds acceptabele en liefst betere einduitkomsten worden bereikt. Voor (verkeers)veiligheid is het bijvoorbeeld zeer dubieus of zomaar meer verantwoordelijkheid bij de burger neerleggen tot dezelfde, laat staan betere verkeersveiligheidsresultaten gaat leiden (Twisk, 2018, te verschijnen). Dat de overheid verkent in hoeverre 'empowerment' van burgers ook binnen het domein van de verkeersveiligheid interessant kan zijn is te begrijpen vanuit de lopende verantwoordelijkheidsdiscussie die in vrijwel alle beleidsdomeinen is terug te zien. Maar dat burgers zich lang niet altijd gedragen zoals gewent, wordt mede beïnvloed door maatregelen of juist een gebrek aan maatregelen van een overheid die onvoldoende begrijpt hoe mensen daadwerkelijk in elkaar steken en onkunde hoe dit vervolgens in goede banen te leiden (zie ook WRR, 2014; 2017). Voor een beter verkeersveiligheidsresultaat is het vooral verstandig dat de overheid goed beziet hoe ze burgers optimaal kan faciliteren om veilig aan het verkeer deel te nemen. Het is verstandig om daartoe haar deskundigheid (door) te ontwikkelen op dit gebied. De overheid is hier overigens al wel mee bezig, zo getuigen onder andere de 'Behavioural Insight Teams' (BIT) die ook voor verkeer zijn

opgericht. Verkeersveiligheid vraagt dus om een verdere professionaliserende en niet een terugtrekkende overheid.

Verantwoordelijkheden in een vergrijzende bevolking

De vergrijzende samenleving brengt met zich mee dat er een toename verwacht wordt van kwetsbare verkeersdeelnemers die bovendien ook door ouderdomsgerelateerde functiebeperkingen minder goed in staat zijn om verkeershandelingen feilloos uit te voeren. Tegen het licht van deze ontwikkeling zou een terugtrekkende overheid naar verwachting tot een grotere toename van slachtoffers leiden dan als de status quo gehandhaafd zou blijven. Er is eerder vraag naar een overheid die ervoor zorgdraagt dat de verkeersomgeving (nog) beter zal gaan aansluiten bij de verschuivende eigenschappen van de populatie (zie ook de 'normmendediscussie' in *Hoofdstuk 5*).

Mag er dan niets van de inzet van burgers zelf verwacht worden? Uiteraard mag van hen verwacht worden dat ze zich – ook voor hun eigen bestwil – aan de regels houden en daar waar mogelijk hun verantwoordelijkheid nemen als ze zelf het gevoel hebben niet veilig aan het verkeer te kunnen deelnemen, ook voor die gebieden die (nog) niet in formele regels zijn gevat. Maar ook dat gaat niet vanzelf. De 'empowerment' van burgers is er dan ook vooral in gelegen om ze maximaal taakbekwaam maken: zorg dat ze goed geïnformeerd zijn over hun kunnen, over risico's en wat ze daar zelf aan kunnen doen en wat de consequenties zijn van afwijkende handelingen. Onder die condities mag van de burger best verwacht worden dat hij deze taak goed uitvoert, zo niet, dan vindt hij sancties op zijn pad. Maar voor een beter verkeersveiligheidsresultaat is het ook zaak dat de burger ondersteund wordt ten aanzien van die aspecten die hij niet goed beheerst, zoals het foutloos uitvoeren van (verkeers)handelingen. Een veilige en geloofwaardig ingerichte verkeersomgeving (zie *Hoofdstuk 4* en *Hoofdstuk 5*) zijn daarbij onontbeerlijk. Hierin ligt onverminderd een verantwoordelijkheid van de overheid. Daarnaast is de overheid eindverantwoordelijke. Zij dient te controleren of de resultaten inderdaad zo uitpakken als voorzien en zo nodig bij te sturen. Gezien de spanning die er bestaat tussen vrijheid en veiligheid, en ook tussen de maatschappelijke doelen die burgers gerealiseerd willen zien (lusten) en de consequenties die ze daarvan zullen merken (lasten), vraagt dit om een goede afstemming, voorlichting en verantwoording richting burgers. Dit zal toenemen als we meer opschuiven naar een verder gereguleerde samenleving (zie ook Calman, 2009).

Schoolkinderen en jongeren

Jonge kinderen zijn nog niet volgroeid. Het is daardoor weinig zinvol om ze verantwoordelijk te houden voor gevaarlijke handelingen in het verkeer. Ze moeten nog leren wat wel en niet kan. Aanbieding van dit leerproces is in eerste instantie een formele verplichting van de overheid, zowel naar kinderen (leerplicht) als naar ouders (informerend). De directe sociale omgeving van kinderen (met name de ouders, maar ook school, begeleiders bij vrijetijdsbesteding, vriendjes) heeft hier een informele verantwoordelijkheid. Deze zal deels van nature worden opgepakt door het beschermingsinstinct dat (vooral jonge) kinderen bij volwassenen oproepen, deels kan deze sociale omgeving op haar rol attent gemaakt worden door middel van goede voorlichting door de overheid.

Gelijke rechten en plichten in verdichtende steden en leeglopend buitengebied

De verantwoordelijkheidsdiscussie heeft voor een aantal beleidsterreinen ook geresulteerd in meer markgericht denken en consumentisme. Als die lijn wordt doorgetrokken voor veiligheidsvoorzieningen, waarbij nog sterker gestuurd zal gaan worden op kosteneffectiviteit, dan kan dat erin resulteren dat in de dichtbevolkte stedelijke agglomeraties mensen meer voorzieningen hebben dan mensen in de rustige buitengebieden. Dit zou echter op gespannen voet staan met de rechtsgelijkheid waarvan de bewaking bij de overheid belegd is. Wel is voorstelbaar dat – gezien de verschillen in behoeften en de verdunning van maatschappelijke voorzieningen die door de marktwerking naar verwachting verder zal doorgevoerd worden –

mensen in stedelijke en rurale gebieden verschillen in hun behoeften aan de invulling van veiligheid. Naar verwachting zal die in steden meer gericht zijn op het creëren van en toezien op veilige verkeersomstandigheden voor met name minder beschermde verkeersdeelnemers zoals voetgangers en fietsers, en op goede openbaarvervoervoorzieningen; in de rustige buiten-gebieden zal de nadruk mogelijk meer komen te liggen op een goede auto-infrastructuur die zowel voorziet in goede stroom- en gebiedsontsluitingswegen (zie *Hoofdstuk 3*) als in een veilige inrichting van dergelijke wegen (zie *Hoofdstuk 4* en *Hoofdstuk 5*).

Forensen en zakelijk verkeer

Forensen en zakelijke rijders zijn volwassenen die in principe taakbekwaam aan het verkeer deelnemen en daarom verantwoordelijk zijn om zich aan de geldende regels in het verkeer te houden. Dat wil niet zeggen dat ze feilloos zijn en daar dient de fysieke omgeving ondersteuning voor te bieden; een verantwoordelijkheid van de overheid. De sociale omgeving (werkgevers, opdrachtgevers, thuisfront en dergelijke) van deze groep zorgt voor druk: op tijd op afspraken komen, in de vaak kort beschikbare tijd allerlei taken gereed hebben... Deze druk kan ervoor zorgen dat de motivatie om zich aan regels te houden niet altijd bij het verkeer ligt. Het is de verantwoordelijkheid van deze sociale omgeving om die druk in verhouding te zetten tot veiligheid in het verkeer (bijdrage aan een veiligheidscultuur). Ongevallen zetten immers de haalbaarheid van de gestelde doelen onder druk. Het is de eindverantwoordelijkheid van de overheid erop toe te zien dat het geheel aan maatschappelijke doelen goed vervuld wordt.

Technologie en nieuwe perspectieven op vrijheden en verantwoordelijkheden

Technologische ontwikkelingen stellen ons zowel voor kansen als voor uitdagingen. Ze maken het mogelijk om in onze behoeften aan vrijheid en veiligheid te voorzien, mits voldaan wordt aan een aantal voorwaarden. Zo zal de technologie goed en eerlijk moeten werken, zeker als de overheid deze technologie benut voor het uitvoeren van taken op het gebied van verkeersveiligheid (denk bijvoorbeeld aan handhavingsmiddelen en zaken zoals slimme sloten). Zeker daar waar het de transitie naar automatisch rijdende voertuigen betreft, kan technologie voorzien in de behoefte aan vrijheid die we voelen: vrijheid om contact met de buitenwereld te hebben als we dat willen, vrijheid om in welke toestand dan ook aan het verkeer deel te nemen. Dit kan een aanknopingspunt bieden voor marktmechanismen om in die behoeften te voorzien en daarmee tevens de verkeersveiligheid te dienen. Maar het heeft ook een prijs: we moeten onze autonomie als zelfstandige bestuurder opgeven, en dat blijkt minder makkelijk gedaan dan het lijkt. Want vertrouwen we ons leven en de beslissingen die dat vergt in het verkeer toe aan een systeem? Automatisch rijdende voertuigen lijken daarmee een nieuwe entiteit in de verantwoordelijkheidsverdeling: technologie neemt een deel van de verantwoordelijkheden over, hetzij als systeem dat in de smaak valt bij consumenten (marktwerking) en de overheid dwingt om beleid hiervoor te ontwikkelen, hetzij als het verlengde van de overheid die op de lange duur alleen of vooral nog dergelijke systemen faciliteert (randvoorwaarden waarbinnen de markt opereert). Uiteindelijk is het ook hierbij van belang dat de overheid een oogje in het zeil houdt, tenminste, als we willen dat technologie bijdraagt aan een veilig(er) eindresultaat en niet ten koste gaat van rechtsongelijkheid.

Actieve ouderen en oudere forensen

De bij hogere leeftijd toenemende kwetsbaarheid en functiebeperkingen zorgen ervoor dat ouderen niet allemaal en altijd even taakbekwaam aan het verkeer deelnemen. Ouderen zijn – net als jongere volwassenen – wel verantwoordelijk om binnen de gestelde regels aan het verkeer deel te nemen. De inrichting van de verkeersomgeving dient wel extra rekening te houden met wat deze steeds groter wordende groep ouderen goed en minder goed kan. Dit is een verantwoordelijkheid van de overheid. Zij ziet er ook op toe dat verkeersdeelnemers zich ook binnen de regels gedragen.

6.4 Effectief belegde verantwoordelijkheid in DV3

In een duurzaam veilig verkeerssysteem maken we maximaal gebruik van inzichten die tot een veiliger verkeer leiden. Op basis van de inzichten die we momenteel hebben, geven we in deze paragraaf weer hoe we in DV3 vorm willen geven aan het principe van 'effectief belegde verantwoordelijkheid'.

6.4.1 Hoofdvorm: operationele verantwoordelijkheid voor allen, systeemverantwoordelijkheid voor de overheid

Verantwoordelijkheden zijn zodanig belegd en institutioneel verankerd dat deze een maximaal verkeersveiligheidsresultaat garanderen voor alle verkeersdeelnemers. Verkeersdeelnemers moeten zich in principe aan de regels houden en het goede voorbeeld geven aan kinderen en jongeren. Tegelijkertijd zorgt een vergevingsgezinde inrichting van het systeem ervoor dat ze niet door ernstig letsel afgestraft voor hun fouten en zwakheden.

Binnen een effectief belegde verantwoordelijkheid onderscheiden we systeemverantwoordelijken en operationeel verantwoordelijken, en wel als volgt:

- De overheid is systeemverantwoordelijke, en daarmee eindverantwoordelijk voor de bescherming van burgers om te kunnen leven in vrijheid en veiligheid, binnen de spelregels van de EU. De overheid ziet erop toe dat (economisch) kortetermijngewin niet de weg blokkeert om op langere termijn winst te realiseren op maatschappelijke doelen zoals verkeersveiligheid. Zij stelt hiertoe doelen in termen van doden en ernstig verkeersgewonden, aangevuld met subdoelen of tussendoelen in termen van SPI's. Deze subdoelen bieden kaders voor afspraken met direct betrokken actoren, maar ook handvatten voor integrale beleidsafwegingen. Hierbij kan ook een 'ketenbenadering' behulpzaam zijn om optimaal gebruik te maken van de relaties tussen partijen. De overheid verschaft vervolgens ook de juiste uitvoeringscondities, bijvoorbeeld via afspraken en voorlichting over gewenste gedrag, uitkomsten en consequenties, wet- en regelgeving ten aanzien van het na te streven maatschappelijke resultaat en financiële prikkels en verleiding om het gewenste gedrag van actoren te stimuleren. Bij dit alles wordt rekening gehouden met 'de menselijke maat', utiliteit (maatschappelijke waarden) en proportionaliteit (afweging van kosten en baten van maatregelen). Ten slotte controleert de overheid de resultaten en stelt op basis hiervan doelen, randvoorwaarden of afspraken bij.
- Wegbeheerders, handhavers, wetgevers, voorlichters en soortgelijke verkeersprofessionals hebben de operationele verantwoordelijkheid om een maximaal veilig verkeerssysteem te realiseren. Wegbeheerders zorgen ervoor dat wegen zodanig ingericht en onderhouden zijn dat verkeersdeelnemers fysiek beschermd worden en de weg hun competenties en veilig gedrag ondersteunt. Wetgevers stellen eerlijke, veilige en geloofwaardige wetgeving op en handhavers zorgen voor een eerlijke en effectieve naleving van regels, liefst door ongewenst gedrag zo veel mogelijk vooraf te voorkomen. Voorlichters en opinieleiders hebben de operationele verantwoordelijkheid om ervoor te zorgen dat verkeersdeelnemers optimaal zijn toegerust en hebben kunnen oefenen in een veilige leeromgeving om veilig aan het verkeer deel te nemen, gevaren goed in te schatten en hierop hun gedrag veilig aan te passen. Beleidsmakers zien erop toe en stimuleren dat er geen producten op de markt komen of gebruikt mogen worden die bijdragen aan onveiligheid op de weg.
- De markt – waaronder de voertuigindustrie – streeft er idealiter naar om producten voor verkeersdeelnemers te ontwikkelen die maximale fysieke bescherming bieden aan gebruikers en hun omgeving en hen ondersteunen in veilige gedragskeuzen. Dit doet de markt vanuit algemeen maatschappelijk verantwoord ondernemen en veiligheidscultuur of via de intrinsieke motivatie voor marktwerking. De markt zet hiertoe haar strategieën idealiter in om de meest veilige producten maximaal aantrekkelijk te maken voor consumenten door hen bewust te maken dat de meeste verkeersveiligheidskosten door de consument zelf gedragen worden. Wel moeten we ons realiseren dat verkeersveiligheid marktimperfectie kent en lang niet alle verbetering via deze weg haalbaar zal zijn.

- Werkgevers en productaanbieders bieden idealiter veilige verkeersomstandigheden door een goede balans te zoeken in productiviteit en verkeersveiligheid (veiligheidscultuur).
- Aanbieders van vrijetijdsbesteding (verenigingen, clubs, bars en dergelijke) dragen idealiter vanuit maatschappelijke verantwoordelijkheid en zorg voor hun klanten en klandizie, bij aan veilige condities waaronder hun leden of klanten aan het verkeer deelnemen. Zij stimuleren bijvoorbeeld dat er niet te veel alcohol wordt gedronken door verkeersdeelnemers en bieden een aantrekkelijk assortiment van alcoholvrije alternatieven. Zij attenderen op verkeersregels en stimuleren de aandacht voor veilig verkeersgedrag.
- Maatschappelijke organisaties toetsen of de verkeersveiligheidsbelangen van hun achterban voldoende gediend worden en ontplooiën zo nodig initiatieven die tot verbeteringen leiden.
- Onderzoeks- en kennisinstellingen dragen met hun onderzoek en kennis bij aan optimaal geïnformeerde verkeersprofessionals.

6.4.2 Maatwerk en faseringsoplossingen: ten minste beschermen van zwakkere verkeersdeelnemers

Daar waar operationele verantwoordelijkheden zoals hierboven genoemd nog niet optimaal belegd zijn of conflicteren met andere belangen, heeft in ieder geval de bescherming van de zwakkere verkeersdeelnemer (kinderen, ouderen, onbeschermde vervoerswijzen zoals lopen en gebruik van een tweewieler) prioriteit. Hiermee worden de basisverantwoordelijkheden van de overheid als beschermer van zwakkeren en daarmee ook van rechtsgelijkheid in het verkeer gediend.

Voor verkeersdeelnemers die onvoldoende bekwaam blijken om veilig aan het verkeer deel te nemen en toch de weg op zijn gegaan, dient het verkeer vergevingsgezind te zijn om hun eventuele falen op te vangen en de verkeersdeelnemer zelf en ook anderen niet in gevaar te brengen.

Idealiter worden onveilige handelingen van mensen zo veel mogelijk vooraf voorkomen (eliminatie, bijvoorbeeld door middel van slimme sloten en automatisch rijdende voertuigen). Hiervoor is het noodzakelijk dat de overheid voldoende legitimering vindt om deze maatregelen door te voeren (veiligheid versus vrijheid), dat systemen technisch goed werken en dat mensen daarin vertrouwen hebben of dit vertrouwen snel kunnen opbouwen.

Daar waar eliminering van gevaren (nog) niet mogelijk is, worden effectieve voorlichting, financiële prikkels en andere verleiders ingezet om zo veel mogelijk het gewenste gedrag op te roepen. Daar waar de overheid (impliciete) verleidingstechnieken inzet, dient zij dit alleen te doen op onderwerpen die niet omstreden zijn, zoals het aanbieden van geloofwaardige regelgeving (b.v. snelheid, VRI-afstelling).

7 LEREN en INNOVEREN in het verkeerssysteem

Samenvatting: LEREN en INNOVEREN in een duurzaam veilig verkeerssysteem

Verbetering (= innovatie) van het verkeerssysteem wordt gebaseerd op kennis over de prevalentie van risico's en op dat wat er te leren valt uit onderzoek van veiligheidsindicatoren. Onderzoekers brengen hiertoe ongevalsmechanismen in kaart door middel van diepteonderzoek van ten minste alle dodelijke verkeersongevallen en door een koppeling van gegevensbronnen. Beleidsmakers en wetenschappers definiëren, onderzoeken en monitoren alternatieve (surrogaat-)veiligheidsmaten zoals risicofactoren en conflicten, eventueel ook op basis van burgersignalen. Door beter begrip van het ontstaan van ongevallen en de factoren en condities die verkeersveiligheid kunnen beïnvloeden, kunnen verkeersprofessionals effectieve systeeminnovaties ontwikkelen (Plan) en implementeren (Do). Onderzoekers evalueren of en onder welke condities deze innovaties inderdaad effectief blijken (Check) en beleidsmakers stellen beleid op basis van deze inzichten zo nodig bij (Act).

Naast een inhoudelijke verbetering van kennis, zorgen organisaties er ook voor dat deze kennis goed aansluit op hun behoeften en mogelijkheden, zowel binnen de organisatie als tussen organisaties. Hierin werken overheid, markt en kennispartijen samen, waarbij de samenwerking is gericht op doorlopende professionalisering van verkeersveiligheidsmedewerkers (educatie aan verkeersprofessionals).

Maatwerk en faseringsoplossingen bestaan hieruit dat leren en innoveren in eerste instantie op kleinere schaal plaatsvindt en zo mogelijk wordt uitgebreid. Voorbeelden zijn: onderzoek in deelgebieden van Nederland, voor specifieke ongevalsgroepen of met behulp van pilots of simulaties; monitoring van alternatieve veiligheidsmaten en daarbij starten met de belangrijkste en meetbare factoren; leren en innoveren binnen organisaties en daarbij starten met voorlopers of bepaalde functiegroepen, en via regievoerders en kennispartijen ondersteuning realiseren.

Dit hoofdstuk gaat in op het laatste principe van Duurzaam Veilig dat, net als het voorgaande principe van verantwoordelijkheid, betrekking heeft op de *organisatie* van het verkeerssysteem: leren en innoveren.

7.1 Essentie, oorsprong en eerste ontwikkelingen

Het principe van 'leren en innoveren' houdt in dat we blijven:

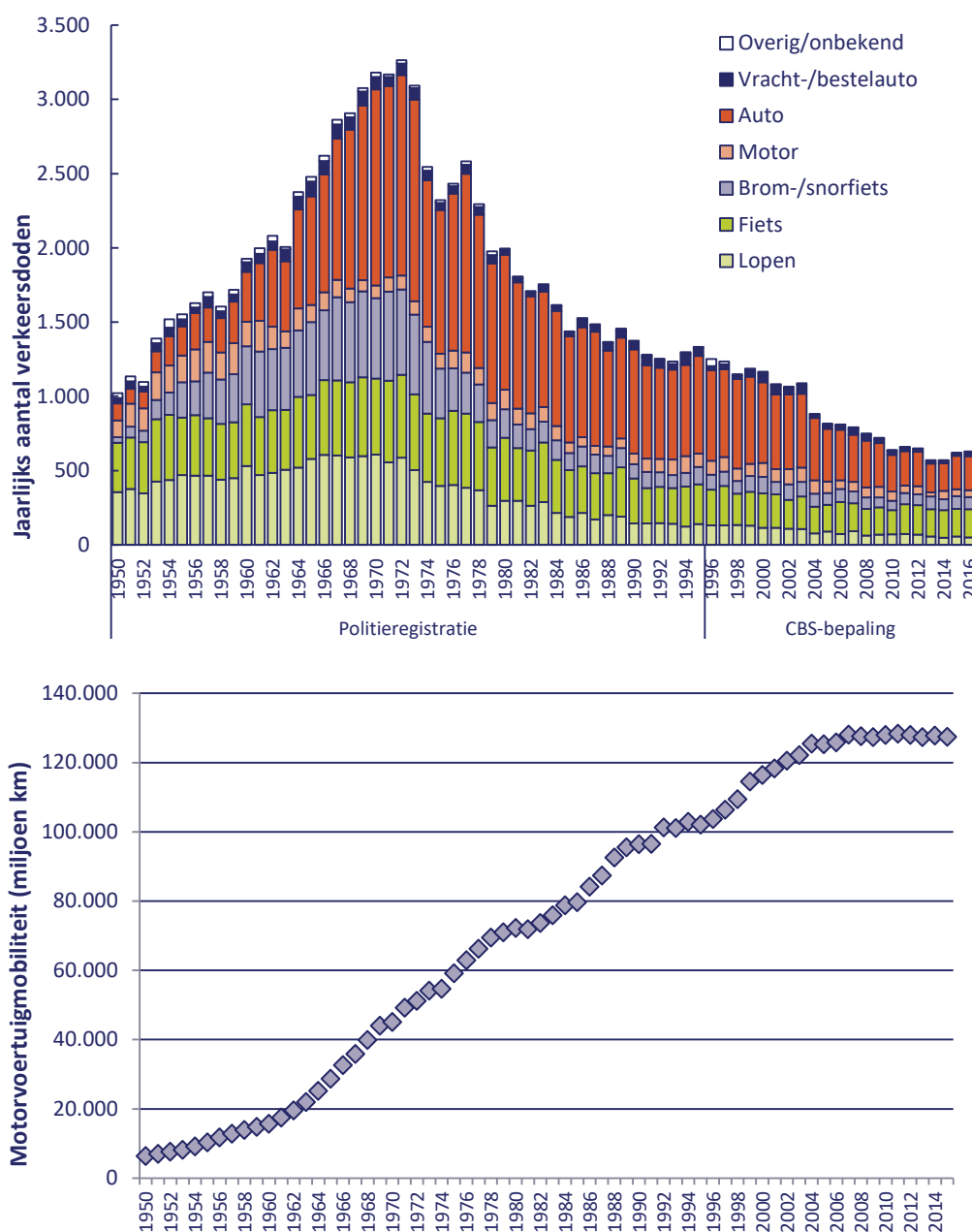
- anticiperen op toekomstige uitdagingen en hier het verkeerssysteem proactief maar ook effectief op aanpassen, en
- leren van fouten die nog aanwezig zijn in het verkeerssysteem en (nog steeds) leiden tot ernstige ongevallen. De lessen die we leren worden vervolgens benut ter verbetering van het verkeerssysteem.

Hoewel 'leren en innoveren' in de vorige versies van Duurzaam Veilig niet als concreet principe werd benoemd, werd 'innovatie' in de eerste actualisatie van Duurzaam Veilig (Wegman & Aarts, 2005) als een van de flankerende maatregelen gepresenteerd. Ook zijn er in het verleden wel degelijk leer- en verbeterprocessen in het verkeer geweest. In *Paragraaf 7.1.1* gaan we daar iets dieper op in. Daarna bespreken we in *Paragraaf 7.1.2* hoe het 'leren en innoveren'-principe is geïnspireerd op andere veilige systemen zoals in de luchtvaart, het railverkeer en de procesindustrie.

7.1.1 Hoe het verkeerssysteem 'in den beginne' leerde en innoveerde

In *Hoofdstuk 3*, *Hoofdstuk 4* en *Hoofdstuk 5* zijn de ontwikkelingen in en van het verkeerssysteem besproken. Deze ontwikkelingen hebben veelal bijgedragen aan een (duurzaam) veiliger verkeerssysteem, zeker als we bedenken dat de mobiliteit in de afgelopen twee eeuwen flink is gegroeid (*Afbeelding 7.1*).

Afbeelding 7.1. Ontwikkeling van respectievelijk het aantal verkeersdoden en de motorvoertuigmobiliteit per jaar vanaf 1950.



Hoe kwamen deze innovaties tot stand? Alhoewel de verschillende ontwikkelingen allemaal hun eigen context hebben, valt wel op dat veel van de ontwikkelingen één van de volgende aanleidingen hebben, die ook zijn besproken in de vorige hoofdstukken van dit rapport:

1. De ontwikkeling in de mobiliteit vraagt om specifiek beleid ter verhoging van bijvoorbeeld comfort, milieu en verkeersveiligheid. Een dergelijke ontwikkeling is veelal aanleiding tot grootschalige implementatie van maatregelen (zoals gescheiden infrastructuur voor fietsers en voetgangers, de aanleg van autosnelwegen, invoering van het rijbewijs).
2. Ontwikkelingen die worden aangestuurd vanuit de markt, vragen om specifiek beleid om kansen te benutten (bijvoorbeeld gordels, hoofdsteunen, kinderzitjes) of negatieve consequenties tegen te gaan (zoals beleid tegen afleiding door telefoongebruik).
3. Nieuwe uitvindingen of nieuw ontwikkelde concepten die eerst kleinschalig beproefd worden (LARGAS, Verkeer in de Stad, robuust wegennet, bypasses voor bereikbaarheid) en daarna in sommige gevallen opgenomen worden in beleid (woonerven, rimpelbuisobstakelbeveiligers).
4. Maatregelen of concepten die in het buitenland beproefd zijn en zo interessant blijken dat ze in Nederlands beleid worden opgenomen (bijvoorbeeld rotondes, EuroRAP).
5. Kennis over de oorzaak van ongevallen leidt tot verbeterde inzichten hoe deze voorkomen kunnen worden (hoe we begonnen vanuit een schuldcultuur en geloof in monocausaliteit van ongevallen tot uiteindelijk een preventieve aanpak, systeemdenken en een risicogestuurde aanpak).

Wat opvalt aan de meeste van deze innovatietrajecten is dat ze veelal van onderaf ontstaan of een reactie zijn op een lopende ontwikkeling. Bij de eerste vier ontwikkelingen betreft dat de initiëring van ideeën en producten, bij de vijfde ontwikkeling betreft het de externe ontwikkeling van de ongevallen die plaatsvinden.

7.1.2 Inspiratie uit andere veilige systemen zoals luchtvaart en procesindustrie

De toename van kennis heeft ertoe geleid dat we steeds beter op de hoogte zijn van specifieke oorzaken van ongevallen en de werking van maatregelen om die of de ernst ervan te voorkomen. De kenniscultuur heeft dan ook vooral een proces van *specialisatie* doorgemaakt. Ook binnen het verkeersveiligheidsdomein is dit het geval. In de historie is dan ook niet veel kruisbestuiving waar te nemen tussen kennis die is opgedaan in andere vervoers- of procesdomeinen en het verkeersveiligheidsdomein.

Een uitzondering hierop is wellicht het sinds de jaren 60 toenemende besef wat de rol is van menselijk falen bij het ontstaan van ongevallen, zowel in het verkeersdomein als in de procesindustrie (zie bijvoorbeeld Wagenaar, 1983). Hieruit ontstaat uiteindelijk de veilige systeemaanpak of 'safe system approach' (zie onder andere *Paragraaf 6.1*): een systematische, integrale aanpak van de mens, het voertuig en de weg. De systeemaanpak komt onder meer voort uit het veiligheidsdenken dat is ontstaan na een aantal spraakmakende rampen in de luchtvaart en de petrochemie. Op basis hiervan realiseerde men zich dat het niet zozeer of alleen van belang was om te kijken wie daadwerkelijk de directe schuldige was aan een ongeval, maar vooral naar de hele context waarin het ongeval was ontstaan (zie *Hoofdstuk 2*).

In *Hoofdstuk 5* zagen we dat als op meerdere plaatsen in het systeem veiligheidsmechanismen zijn ingebouwd, een ongeval ook voorkomen wordt doordat bij het falen van één van deze mechanismen, een ander de fout nog kan opvangen. Dit 'faalveiligprincipe' wordt onder meer gebruikt in de procesindustrie, railvervoer, luchtvaart en diverse technologische systemen.

Voorbeelden van het faalveiligheidsprincipe in andere domeinen

Er bestaan allerlei voorbeelden in de wereld om ons heen die volgens het principe van faalveiligheid zijn ontworpen. Drie voorbeelden:

1. Elektronische deurstopper in bijvoorbeeld kantoorpanden: deze gaat uit op het moment dat het brandalarm geactiveerd wordt, waardoor deuren automatisch sluiten en de brand zich niet verder kan uitbreiden.
2. Waakvlam: de gastoevoer wordt automatisch afgesloten als de waakvlam door wind of andere redenen uitgaat, waardoor er geen gas de ruimte in kan stromen.
3. Dodemansknop in zware machines en vervoermiddelen zoals treinen: de bestuurder moet continu of met enige regelmaat deze knop aanraken om te voorkomen dat het vervoermiddel tot stilstand komt.

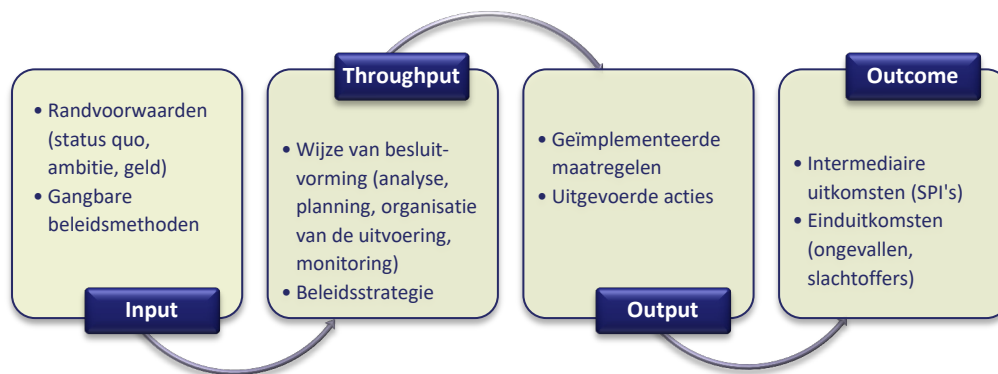
Afbeelding 7.2. Voorbeeld van een onveilig (links) en een faalveilig (rechts) systeem voor het splijten van houtblokken.
Foto's: Brett McLeod (rechts) en Letty Aarts (rechts).



7.2 Verdere ontwikkelingen en resultaten

In deze paragraaf bespreken we de belangrijkste verdere ontwikkelingen op het gebied van innovaties en leerstructuren in de verkeersveiligheid sinds de uitrol van Duurzaam Veilig. Een rode draad die door dit hoofdstuk loopt, is dat van de verschillende fasen van het beleidsproces (zie Afbeelding 7.3).

Afbeelding 7.3. Verschillende fasen in het beleidsproces die kunnen worden onderscheiden, toegepast op verkeersveiligheid (bron: Aarts & Bax, 2014).



7.2.1 De uitrol van Duurzaam Veilig en de rol van leren en innoveren hierbij

De uitrol van Duurzaam Veilig via het *Startprogramma Duurzaam Veilig* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat et al., 1997) is een belangrijke innovatie in het verkeerssysteem geweest. Niet alleen is dit een begin van de bewuste implementatie geweest van de veilige systeemaanpak; het was in haar preventieve en proactieve aanpak ook een nieuwe bandering in het voorkomen van ongevallen in vergelijking met de traditionele aanpak die uitging van ongevallenconcentraties (zie bijvoorbeeld Wegman & Aarts, 2005).

Leerpunten uit de eerste fase van Duurzaam Veilig

De evaluatie van de eerste fase van Duurzaam Veilig brengt niet alleen de gerealiseerde bespaarde slachtoffers in beeld, maar ook de punten waarin de implementatie van de visie minder succesvol is geweest (zie *Bijlage B5.1*). Dit is een mooi voorbeeld hoe 'leren en innoveren' kan werken, tenminste, als de leerpunten weer als inspiratie worden gebruikt om tot verbeteringen in de aanpak te komen.

Innovatie en leren in Door met Duurzaam Veilig

Het principe van 'leren en innoveren' mag nieuw zijn als principe voor Duurzaam Veilig, in de vorige actualisatie van de visie (Wegman & Aarts, 2005) wordt het als onderwerp wel belicht. In de eerste plaats gaat het daarbij over innovatie van de uitvoeringscontext of beleidsinnovatie, niet per se innovatie van het verkeerssysteem zelf. In de context van beleidsinnovatie wordt een pleidooi gehouden om de rijksoverheid van een beleidsbepalende rol meer een *beleidsinnoverende* rol te laten nemen, waarbij de nadruk ligt in een verschuiving van de sectorale verkeersveiligheidsbenadering naar verkeersveiligheid als facet van ander (verkeer-en-vervoers)beleid.

Innovatie komt ook aan bod als element binnen een systeem van kwaliteitszorg dat bepleit wordt. Een kwaliteitszorgsysteem kan er namelijk aan bijdragen dat er geleerd wordt van wat nog niet goed gaat, en dit kan weer aanleiding zijn voor verbeterstappen. Om leren en innoveren structureel als een van de basisprincipes toegepast te krijgen binnen de verschillende beïnvloedingsdomeinen van de verkeersveiligheid, zou het relevant kunnen zijn om na te gaan waar een dergelijk kwaliteitszorgsysteem inmiddels aanwezig is, hoe het functioneert, welke verbeterpunten een dergelijk systeem oplevert en in hoeverre die verbeterpunten daadwerkelijk

geïmplementeerd worden. Voor wegontwerp en -beheer is dit al wel eens in kaart gebracht door SWOV (zie bijvoorbeeld Mesken et al., 2011).

Kwaliteitszorg in wegontwerp en -beheer

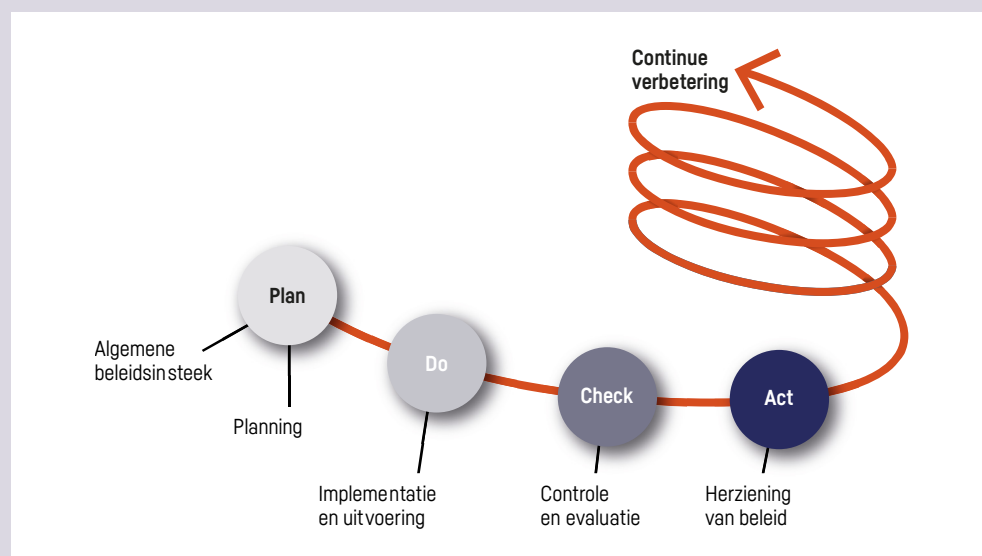
Mesken et al. (2011) concluderen in hun onderzoek dat de beschikbaarheid van de volgende elementen van belang zijn voor een kwaliteitszorgsysteem voor wegontwerp en -beheer:

- gevalideerde kennis over de effectiviteit van verkeersveiligheidsmaatregelen;
- handboeken, richtlijnen die op deze kennis zijn gebaseerd;
- toepassing van deze kennis.

Kwaliteitszorg kan zowel extern (externe toetsing van resultaten) als intern (kwaliteitsborging verankerd in werkprocessen) georganiseerd worden. De fasen die hierbij achtereenvolgens doorlopen kunnen worden, zijn te beschrijven als Plan-Do-Check-Act (PDCA-cyclus van Deming, 1986; zie ook *Paragraaf 7.2.3*).

Kwaliteitsinstrumenten

Diverse instrumenten kunnen een rol vervullen in het kwaliteitszorgproces. Voorbeelden zijn de verkeersveiligheidseffectbeoordeling (VVE), -audit (VVA) en -inspectie (VVI), ongevallenconcentraties en netwerk veiligheidsmanagement (Directive 2008/96/EC). Met name de eerste drie zijn door Rijkswaterstaat opgenomen in het verkeersveiligheidsbeleid van al hun wegen. Ook zijn er ISO-normen beschikbaar die gebruikt kunnen worden, zoals ISO 9001 voor kwaliteitsmanagement, ISO 14001 voor omgevingskwaliteitsmanagement en sinds 2012 ISO 39001 voor verkeersveiligheidskwaliteitsmanagement. Deze ISO-normen bouwen voort op de PDCA-cyclus (zie *Afbeelding 7.4*).



Afbeelding 7.4.

PDCA- of beleidscyclus (Deming, 1986) zoals o.a. gebruikt in de ISO-normen voor kwaliteitsmanagement.

De praktijk

Op basis van enkele interviews blijkt dat geen enkele wegbeheerder een systeem van kwaliteitszorg hanteert of formeel benoemt. Wel baseert men zich (vooral ad hoc) op kennis uit handboeken en richtlijnen en is er steeds meer interesse voor aanvullende proactieve instrumenten. Uit een pilot met enkele wegbeheerders blijkt vooral dat de check-fase van het PDCA-model weinig wordt benut. Voldoet het uiteindelijke resultaat met de beoogde uitgangspunten?

7.2.2 Onderzoeksmethoden als middel om te leren en te innoveren

Om te kunnen leren van de manier waarop het verkeerssysteem opereert en verbeteringen door te kunnen voeren, is kennis een belangrijke voorwaarde. Deze kennis kan idealiter via wetenschappelijk onderzoek worden opgedaan. Er zijn in de loop der tijd vele methoden beschikbaar gekomen die voor het leerprincipe benut kunnen worden, maar tevens dienen we ons af te vragen: waar te beginnen? We bespreken een aantal mogelijkheden om te leren en te innoveren aan de hand van de fasen 'output' en 'outcome', omdat dit direct een relatie heeft met verkeersveiligheid.

Wat er te leren is uit ongevallen

In Nederland wordt jaarlijks gemonitord wat de verkeersveiligheidsresultaten van het afgelopen jaar zijn en welke groepen daarbij de aandacht trekken. Dit kan bijvoorbeeld aanleiding vormen om deze groepen nader te onderzoeken. Uitkomsten van dergelijke onderzoeken leiden tot aanbevelingen voor beleidsaanpassingen. Daarnaast wordt eens in de paar jaar gekeken hoe ver we op koers liggen ten opzichte van de gestelde doelen (zie bijvoorbeeld Weijermars & Stipdonk, 2015; Weijermars & Wesemann, 2011) en worden beleidsplannen gemaakt of bijgesteld (zie bijvoorbeeld Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012a; 2012c; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009; Ministerie van Verkeer en Waterstaat & Ministerie van VROM, 2004).

Leren van ongevallen kan onder meer door het koppelen en analyseren van bestaande databestanden en doordiepteonderzoek uit te voeren.

Koppelen en analyseren van gegevensbestanden

Er zijn diverse instanties die gegevens verzamelen over verkeersongevallen, ieder voor verschillende doeleinden (zie ook *Bijlage B5.2*). De belangrijkste zijn op dit moment:

- politie (BRON): voor vaststelling van de schuldvraag en juridische afhandeling van het ongeval en de ontstane schade;
- verzekeraars: voor uitkering van vergoedingen bij aanspraken van verzekerden;
- ziekenhuizen (LBZ): registratie ten behoeve van gezondheidszorgbeleid en benchmarking ziekenhuizen;
- gemeenten (gemeentelijke basisadministratie): overzicht van ingezetenen in de gemeente;
- ambulancediensten: gegevensuitwisseling zorgaanbieders voor optimale zorgverlening.

Om de uitkomsten van verkeersveiligheidsbeleid te monitoren, wordt traditioneel gebruik gemaakt van informatie van de politie. De politie registreert om diverse redenen echter niet alle ongevallen en sinds medio 2009 is dit nog verder achteruit gegaan (zie bijvoorbeeld SWOV, 2017f; *Bijlage B5.2*). Beleidsmakers die zich voor hun beleid vooral baseren op actuele gegevens uit de politieregistratie, hebben dus minder informatie tot hun beschikking om hun verkeersveiligheidsbeleid op te baseren. Er wordt inmiddels wel aan gewerkt om de ongevallenregistratie weer op niveau te krijgen door middel van het STAR-initiatief (Smart Traffic Accident Reporting) van politie, verzekeraars en marktpartij VIA. Naar verwachting zal het nog wel even duren voordat de resultaten hiervan een vergelijkbaar kwaliteits- en informatieniveau hebben als in de jaren vóór 2009 het geval was. Daarnaast is de verwachting dat deze en ook andere bronnen altijd een bepaalde mate van incompleetheit zullen houden, onder meer omdat hulpverlenende instanties niet van ieder ongeval op de hoogte worden gesteld.

Door gegevens te koppelen met andere bestanden, kan een beeld verkregen worden van het 'werkelijke aantal' van een bepaald slachtoffertype en ook van kenmerken van slachtoffers of ongevallen die mogelijk wel in de ene maar niet of minder in de andere bron voorkomen (zie *Bijlage B5.2*). Op nationaal niveau worden deze gekoppelde gegevens al gebruikt voor beleidssturing (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012b; 2015). Koppelingen met andere bronnen, zoals ambulancegegevens en mediaberichten, worden momenteel verkend om te bezien in hoeverre dit extra ongevallen of meer detailinformatie over ongevallen oplevert.

Diepteonderzoek

Om een goed beeld te krijgen van hoe ongevallen ontstaan, welke factoren daarbij een rol spelen en waar aanknopingspunten liggen voor beleid, worden in Nederland – en ook in de rest van de wereld (zie ook *Paragraaf 7.2.3*) – diepteonderzoeken uitgevoerd. In Nederland vindt dit sinds 1999 in twee vormen plaats.

Ten eerste wordt diepteonderzoek gedaan door de Onderzoeksraad voor Veiligheid (tot 2005 Raad voor Transportveiligheid geheten). Deze raad onderzoekt zowel individuele ongevallen (met name in de luchtvaart en op het spoor) als thematisch georiënteerde ongevallen, zoals ongevallen met voertuigen te water, vrachtwagenongevallen, onveilige N-wegen en ongevallen met (land)bouwvoertuigen.

Ten tweede worden dieptestudies uitgevoerd door SWOV, die dit werk in 2007 overnam van het Dutch Accident Research Team (DART) van TNO. Richtte DART zich vooral op voertuigaspecten die bij ongevallen een rol spelen (zie Mooi & Galliano, 2001), SWOV legt het accent meer op menselijke factoren. Bij deze dieptestudies wordt thematisch te werk gegaan en worden onder meer bermongevallen, bestelauto-ongevallen en ongevallen met oudere fietsers en gemotoriseerde tweewielers bestudeerd.

De onderzoeksresultaten (zie *Bijlage B5.3*) zijn (mede) aanleiding voor nieuw of aanpassingen in beleid, zoals:

- een campagne (2009) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RAI Vereniging en BOVAG voor het binnen bereik hebben van een veiligheidshamer in de auto en wat te doen als de auto te water raakt;
- een verplichting (2008/2011) voor bedrijfsauto's en aanhangers/opleggers om te zijn voorzien van retroreflecterende contourmarkering;
- een initiatief (sinds 2011, loop nog) tot het kentekenen van landbouwvoertuigen en een verplicht trekkerrijbewijs (2015);
- de ontwikkeling van een 'risicogestuurde aanpak' bij provincies (vanaf 2014; zie ook *Paragraaf 4.4.3*);
- meer aandacht voor fietsveiligheid, met name in relatie tot de fietsinfrastructuur, zoals onder meer blijkt uit ontwikkeling van en metingen met het instrument CycleRAP (zie Wijlhuizen, Dijkstra & Van Petegem, 2014; Wijlhuizen et al., 2016).

Leren van intermediaire beleidsuitkomsten: risicogestuurd beleid

De analyse van einduitkomsten, zoals aantallen ongevallen en slachtoffers, kan aanknopingspunten bieden om te leren en innoveren van het verkeerssysteem. Daarnaast groeit de laatste jaren de aandacht voor de analyse van aanvullende veiligheidsindicatoren (zie bijvoorbeeld Aarts, 2011; Aarts et al., 2016; Slinger & Talens, 2017): het zogenoemde 'risicogestuurde beleid'. Het gaat daarbij dan om risicofactoren of incidenten die erop kunnen wijzen welke gevaren er nog in het verkeerssysteem aanwezig zijn. Dergelijke proactieve indicatoren staan wereldwijd ook wel bekend als 'surrogate safety measures' (surrogaat of alternatieve veiligheidsmaten; zie bijvoorbeeld Tarko et al., 2009).

Risicofactoren die een bijzondere positie innemen, zijn de eergenoemde Safety Performance Indicators (SPI's; zie bijvoorbeeld Aarts et al., 2016; Rumar, 1999). Kenmerkend voor deze indicatoren is onder meer dat ze een aangetoonde oorzakelijke relatie hebben met het ontstaan van (ernstige) ongevallen of de ernst van de afloop van een ongeval. Methoden die in het verleden vooral zijn toegepast om inzicht te krijgen in de gekwantificeerde relatie tussen risicofactoren en ongevallen, betreffen casus-controlemethoden (zie bijvoorbeeld Aarts et al., 2016; Blomberg et al., 2005; Kloeden, Ponte & McLean, 2001) en regressietechnieken zoals 'accident prediction models', waarbij de invloed van meerdere kenmerken op ongevallen in één keer kan worden meegenomen (zie Reurings & Janssen, 2007; Schermers & Van Petegem, 2013; Yannis et al., 2016).

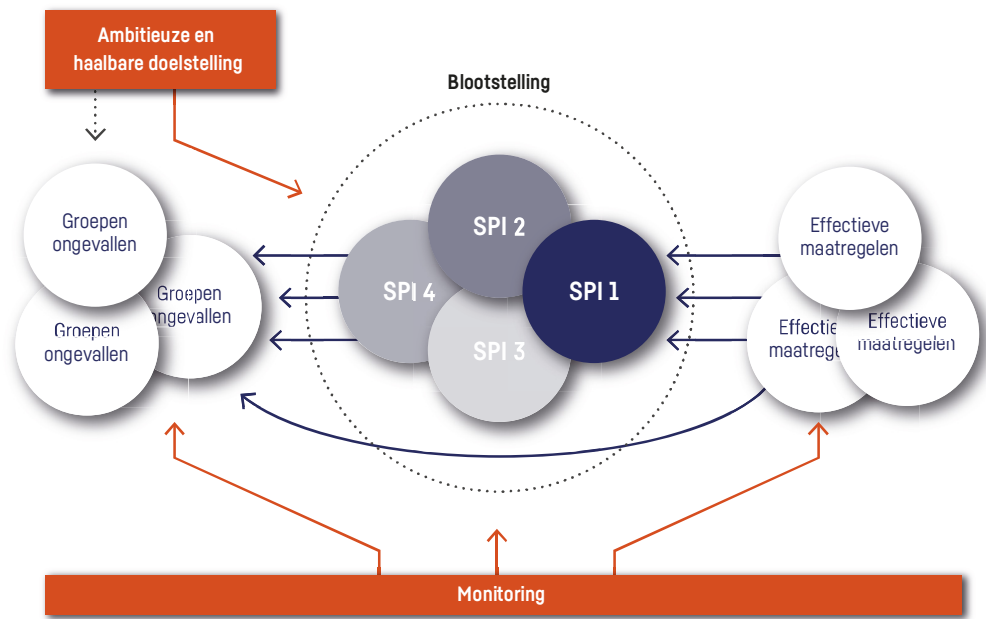
Ook zijn er voorbeelden van manieren waarop klachten van burgers kunnen worden gebruikt om indicaties van gevaarlijke locaties te vinden, namelijk door op die locaties het vóórkomen van de eerdergenoemde SPI's te gaan meten (bijvoorbeeld hoge snelheid). Is er inderdaad sprake van hoge snelheden bijvoorbeeld? Gaat het daarbij om enkele verkeersdeelnemers of om een meer structureel probleem? Hoe verhoudt het rijgedrag zich tot de inrichting van de omgeving? Een volgende stap betreft dan mogelijke oplossingsrichtingen. In hoeverre ligt hier een mogelijke taak voor de wegbeheerder en wat kan bijvoorbeeld de politie met acties bewerkstelligen? Dit is bijvoorbeeld een werkwijze geweest bij de Teams Subjectieve Veiligheid van de Regionale Teams Verkeershandhaving. Ook meldpunten zoals die van VVN en de ANWB, al dan niet samen met wegbeheerders, kunnen deze functie vervullen (zie SWOV, 2012c voor een overzicht).

Ten bate van de recente discussie over de gebruikspotentie van SPI's voor risicogestuurd beleid, en ook in het kader van de ontwikkeling van het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* waar men dit beleid een plaats in wil geven, hebben Aarts, Eenink en Weijermars (2014) een overzicht gegeven van risicofactoren die momenteel gebruikt kunnen worden om de verkeersveiligheid van Nederland aan af te meten (zie *Tabel 7.1*). Dit overzicht is niet alleen ingegeven vanuit relevante risicofactoren, maar ook vanuit achterliggende kennis over de relatie met ongevallen (zie ook *Afbeelding 7.5*) en beschikbaarheid van gegevens of mogelijkheden om deze gegevens beschikbaar te krijgen. Overigens blijkt uit nog recentere nationale en internationale discussies en verkenningen dat deze lijst nog verdere aanscherping behoeft.

Tabel 7.1. Overzicht van SPI's die momenteel in Nederland gebruikt kunnen worden voor verkeersveiligheidsmanagement (uit Aarts, Eenink & Weijermars, 2014).

Type	Safety Performance Indicators (SPI's)
Infrastructuur	Netwerkscore van regio (ProMeV)
	Routescore van regio (ProMeV)
	Wegvak/kruispuntscore: <ul style="list-style-type: none"> > aandeel wegen per RPS-score (EuroRAP) > DV-gehalte van wegen (ProMeV) > score veilige snelheid en geloofwaardigheid snelheidslimiet (VSGS-scores; ProMeV)
	Indicatoren voor veilige fietsinfrastructuur
Gedrag	Gemiddelde snelheid (ProMeV)
	Aandeel verkeersdeelnemers onder invloed van alcohol
	Aandeel gebruik van beschermingsmiddelen zoals: <ul style="list-style-type: none"> > gordels, > kindersitjes > helmen.
	Aandeel verkeersdeelnemers dat correcte verlichting voert
Voertuigveiligheid	Primaire voertuigveiligheid (voorkomt dat ongevallen kunnen plaatsvinden) <ul style="list-style-type: none"> > aandeel voertuigen met primaire veiligheidssystemen (b.v. ESC, AEB)
	Secundaire voertuigveiligheid (beperkt de letselernst bij een ongeval) <ul style="list-style-type: none"> > aandeel voertuigen per EuroNCAP-score
Traumazorg	Indicatoren zoals: <ul style="list-style-type: none"> > aanrijtijd eerste hulp, > opnamesnelheid in spoedeisende hulp (SEH) van een ziekenhuis > opnamesnelheid in traumacentrum

Afbeelding 7.5. Samenhang tussen ongevallen, risicofactoren (SPI's) en maatregelen, en de verbindende activiteiten die nodig zijn om bij te dragen aan een duurzaam veilig verkeerssysteem: doelen stellen, maatregelen nemen en monitoren.



Naast het gebruik van risicofactoren valt er ook te leren van incidenten en verkeersconflicten op de weg. Met name conflicten worden internationaal veel gebruikt als surrogaat-veiligheidsmaat (zie Tarko et al., 2009). In het verleden is hier in Nederland onder meer de methode DOCTOR (Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research) voor ontwikkeld (zie Aarts, 2011; Van der Horst & Kraay, 1988), een statische observatiemethode die bijvoorbeeld kan worden toegepast op kruispunten waar veel interactie met verkeer plaatsvindt. Meer recent zien we ook meer dynamisch onderzoek naar incidenten in het dagelijks verkeer met behulp van methoden als ‘naturalistic driving’ en ‘naturalistic cycling’.

Naturalistic driving/riding/cycling studies

De laatste decennia is het, mede door technologische ontwikkelingen, steeds beter mogelijk geworden om ook complexere observaties te verrichten, bijvoorbeeld in het daadwerkelijke verkeer. Zo is men op het idee gekomen om de apparatuur in voertuigen te gaan benutten en daar nog extra meetapparatuur aan toe te voegen om de voertuigbewegingen, het rijgedrag en het gedrag buiten het voertuig in kaart te brengen en te onderzoeken of dit verschilt tijdens incident-vrije periodes en periodes met incidenten. De methode is ontwikkeld in de Verenigde Staten (Dingus et al., 2006) en inmiddels ook in Europa toegepast. Omdat voor het onderzoek een grote voertuigvloot moet worden uitgerust, vindt dergelijk onderzoek meestal internationaal plaats. Nederlandse onderzoekers waren betrokken bij de Europese projecten INTERACTION (2008 - 2012), PROLOGUE (2009-2011), DaCoTa (2010-2012), 2BeSafe (2009 - 2012) en UDRIVE (2012-2017). In de *Bijlage B5.4* zijn de belangrijkste onderzoeksresultaten hiervan tot nu toe te vinden. De methode is vooral geschikt om minder goed zichtbare ongevalsoorzaken te onderzoeken (zoals vermoeidheid en afleiding) en daarbij niet afhankelijk te zijn van beweringen van verkeersdeelnemers, maar daadwerkelijk gedrag te meten.

Leren en innoveren ten aanzien van maatregelen

Naast leren en innoveren op basis van ongevallenstudies, is ook onderzoek naar (effectieve) maatregelen al relatief lang een gebruik. Aangezien – eenvoudig gesteld – ongevallen het resultaat zijn van blootstelling aan risico's in het verkeer, liggen aangrijppunten voor effectieve maatregelen ófwel in het reduceren van blootstelling aan hoge risico's, ófwel aan het reduceren van de risico's zelf. Met name maatregelen in de laatste categorie worden veelal als verkeersveiligheidsmaatregelen gezien, die van de eerste categorie meer als mobiliteitsmaatregelen; deze laatste worden lang niet altijd vanuit veiligheidsoogpunt getroffen.

Voor- en nastudies

De effectiviteit van maatregelen wordt idealiter vastgesteld met een onderzoeksdesign waarbij een experimentele groep en een controlegroep worden gebruikt, en waarbij voor en na invoering van de maatregel in de experimentele groep voldoende data worden verzameld om over de effectiviteit uitspraken te kunnen doen. Omdat (ernstige) ongevallen relatief zeldzaam zijn, is het veelal lastig om van een enkele individuele maatregel vast te stellen wat hiervan de effectiviteit is. Daarom worden ook wel de hiervóór genoemde alternatieve of surrogaat-veiligheidsmaten gebruikt om effectiviteit aan af te meten. In de hoofdstukken over ontwerpprincipes (met name *Hoofdstuk 4* en *Hoofdstuk 5*) zijn diverse overzichten gepresenteerd van wat er over verschillende maatregelen in de loop der tijd aan kennis is opgedaan en welke maatregelen daarbij effectief zijn gebleken.

Benchmark verkeersveiligheid

Een voor de verkeersveiligheid relatief nieuw soort studie is dat van de benchmark, waarbij vergelijkbare groepen – bijvoorbeeld gemeenten met een vergelijkbare structuur of grootte – zich met elkaar vergelijken. De laatste jaren zijn met een aantal gemeenten de eerste mogelijkheden voor een dergelijke methode verkend (zie bijvoorbeeld Aarts & Bax, 2014). Deze methode gaat over alle fasen van het beleidsproces, maar ten aanzien van beleidsmaatregelen is opgevallen dat veel beleidsmakers nauwelijks een beeld hebben welk beleid er de afgelopen jaren is uitgevoerd binnen hun beheersgebied. Dat is een van de punten die het lastig maakt om in een benchmark van elkaar te leren en op basis daarvan te innoveren.

7.2.3 Wat kunnen we leren van ander sectoren en landen die ongevallen willen voorkomen?

Leren en innoveren speelt een belangrijke rol daar waar een nuldoelstelling voor veiligheid wordt nagestreefd. Met name in de procesindustrie (bijvoorbeeld DSM, Shell, Stork en EPZ, waaronder de kerncentrale Borsele valt), maar ook in de vervoerssector (vooral het rail- en luchtverkeer) is het doel om te streven naar nul ongevallen (zie bijvoorbeeld De Groot-Mesken, 2014). Dit inspireert ook instanties die aan verkeersveiligheid werken tot een dergelijke ambitie. In deze paragraaf belichten we een aantal voorbeelden. We richten ons daarbij niet zozeer op het bestaande veiligheidsbeleid in termen van training en wet- en regelgeving, maar vooral op wat er gedaan wordt om te leren en te innoveren en zo tot een veiliger systeem te komen.

Wel moet daarbij opgemerkt worden dat met name in de procesindustrie, de luchtvaart en op het spoor over de langere termijn reducties worden gerealiseerd in ongevallen en slachtoffers; tot op heden is echter niet daadwerkelijk aangetoond dat dit komt door de gehanteerde aanpak. Wel is het op theoretische gronden plausibel dat de gehanteerde aanpak hierin een positieve rol speelt. Om successen te boeken op het gebied van verkeersveiligheidsbeleid, ligt dit nog lastiger. Ook hier is het vooral op theoretische gronden dat de geschetste aanpak van voorlopers nuttig lijkt om als inspiratie voor de Nederlandse visie op verkeersveiligheid te gebruiken.

Veiligheid in de procesindustrie

Wat bedrijven zoals DSM, Shell, Stork en EPZ gemeenschappelijk hebben, is hun streven naar nul ongevallen en incidenten, het creëren van een meldingscultuur als er een ongeval of incident gebeurt en het leren van fouten van deze incidenten. Daarin zijn deze bedrijven allemaal ook min of meer transparant door bijvoorbeeld meldingen van incidenten en daarop volgende maatregelen in het jaarverslag of aparte openbare documentatie op te nemen (zie bijvoorbeeld DSM, 2017; EPZ, 2017). Voor bedrijven zoals DSM en Shell gaat veiligheid ook over veiligheid van het woon-werkverkeer van hun medewerkers.

Ook extern is er constante stimulering om tot verbetering van de veiligheid te komen. Voor chemiebedrijven is er bijvoorbeeld het Europese regelement REACH (EC 1907/2006) dat tot doel heeft om inzichtelijk te maken wat het gevaar is van gebruikte chemische producten en adequate

veiligheidsbeoordelingen en om risicomanagement te stimuleren. Daarnaast benutten bedrijven ook hun internationale netwerk van bijvoorbeeld petrochemische bedrijven of vinden er externe beoordelingen plaats van de veiligheidstoestand en het veiligheidsbeleid van het bedrijf (zie bijvoorbeeld EPZ, 2016).

Veiligheid in transportsectoren

Als we kijken naar ongevallen afgezet tegen de afgelegde afstand of transporttijd, dan behoort de luchtvaart tot een van de veiligste transportsystemen ter wereld (zie bijvoorbeeld European Union Agency for Railways, 2016; Inspectie voor Leefomgeving en Transport, 2012). Dit is onder meer zo gegroeid doordat de luchtvaartsector zich er al vroeg van bewust was dat als ze geen zeer hoog veiligheidsniveau kon bieden, dit desastreus zou zijn voor het vertrouwen van consumenten. Om een hoge veiligheidskwaliteit in de werkprocessen te garanderen, wordt intern proactief de Plan-Do-Check-Act (PDCA-cyclus²⁵ van Deming, 1986; zie ook *Afbeelding 7.4*) doorlopen (zie bijvoorbeeld Kusiak, 2013), waarbij ook audits en inspecties worden ingezet. Naast de veiligheidscultuur binnen de luchtvaartsector, die is gestoeld op strakke procedures en protocollen en ook het melden van incidenten, wordt ieder incident en ongeval geanalyseerd²⁶ door het Analysebureau Luchtvaartongevallen. Daadwerkelijke ongevallen worden geanalyseerd door de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Beide typen analyses worden afgerond met aanbevelingen voor verbeteringen van het systeem. Kennis over ongevallen wordt internationaal gedeeld om van elkaar te leren en zo snel mogelijk met verbeteringen te komen. Dit staat boven de commerciële doelen van luchtvaartmaatschappijen.

Ook het railtransport is zeer veilig, zeker als we dit vergelijken met het wegverkeer (zie bijvoorbeeld European Union Agency for Railways, 2016; Inspectie voor Leefomgeving en Transport, 2012). Dat laat onverlet dat ook deze transportsector niet op de lauweren rust maar continu energie steekt in verbetering van het veiligheidsniveau (zie bijvoorbeeld Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2010). Daarbij is het uitgangspunt dat als de doelstelling gehaald is maar er komen maatregelen in beeld die wenselijk, haalbaar en betaalbaar zijn, deze ingevoerd dienen te worden. De officiële doelstelling dient dus eigenlijk als een soort tussendoel, terwijl het einddoel niet zozeer in termen van nul slachtoffers wordt gedefinieerd, maar als ALARP: As Low As Reasonably Practicable. De visie hoe om te gaan met risico's omvat binnen de spoorwereld zowel een preventieve aanpak als een aanpak waarbij wordt geleerd van ongevallen en incidenten. Dit wordt vormgegeven in de veiligheidsketen die is weergegeven in *Afbeelding 7.3* en ook hierbij wordt de PDCA-cyclus gebruikt (zie ook *Afbeelding 7.4*). Ook worden er met enige regelmaat externe beoordelingen (benchmarks met spoorssystemen in andere landen) uitgevoerd om te bekijken hoe veilig het spoor op mondiale schaal is en op welke punten van anderen geleerd kan worden (zie Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2010).

Vanwege internationale samenwerking van spoorbedrijven is het noodzakelijk om ook over veiligheid internationale afspraken te maken. Zo zijn in Europees verband bijvoorbeeld 'Common Safety Indicators' (CSI's) afgesproken en de veiligheidsinstanties van ieder land moeten aan het Europese Railway Agency (ERA) hun veiligheidsbevindingen aan de hand van deze indicatoren doorgeven. Metingen van deze CSI's moeten plaatsvinden volgens een strikt protocol om tot vergelijkbare gegevens tussen landen te komen. Deze CSI's bestaan uit zowel informatie over veiligheidsuitkomsten (ongevallen, slachtoffers en economische impact van ongevallen) als uit randvoorwaardelijke indicatoren (precursors voor ongevallen, technische kenmerken van het spoorstelsel, veiligheidsmanagementsysteem). Deze indicatoren gelden zowel voor reizigers en



²⁵ Deze cyclus staat in het Nederlands ook wel bekend als PODOE: Probleem definiëren, Oorzaak onderzoeken, Doel bepalen, Oplossing bedenken, Evalueren of het werkt (VVN, 2012).

²⁶ Zie www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtvaart/veiligheid-luchtvaart.

baanwerkers als voor omwonenden van het spoor. Daarnaast zijn er ook nationale indicatoren opgesteld die aansluiten bij de Europese (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2010).

Leerproces rondom dodelijke verkeersongevallen in Zweden

Eerder in dit rapport zagen we al dat Zweden een vergelijkbare veilige systeembenadering als Duurzaam Veilig heeft, genaamd Vision Zero. Deze visie heeft grotendeels dezelfde uitgangspunten als Duurzaam Veilig, waaronder 'de menselijke maat' als centraal uitgangspunt bij de veilige inrichting van het verkeerssysteem. De drijfveer achter de visie is echter het besef dat het immoreel is om verkeersongevallen met ernstige afloop te accepteren. Dit heeft geleid tot allerlei verbetermaatregelen die vergelijkbaar zijn met die van Duurzaam Veilig (denk aan invoering van rijrichtingscheiding op wegen buiten de bebouwde kom en snelheidscamera's om mensen aan te zetten tot veiliger gedrag, maar ook de verdere invoering van rotondes en alcoholsloten). Vision Zero is – net als Duurzaam Veilig – een systeembenadering. Dat wil zeggen dat het niet alleen van belang is wat de werkzaamheid is van de verschillende componenten, maar vooral ook hoe deze in samenhang werken. Het ultieme eindresultaat daarvan zijn meer of minder ongevallen.

Om te leren van wat er nog fout gaat, is het in Zweden sinds 1997 gebruikelijk om ieder dodelijk ongeval aan een diepteonderzoek te onderwerpen²⁷, eigenlijk op eenzelfde wijze zoals gebruikelijk is bij ernstige ongevallen in de luchtvaart en de procesindustrie. Bij het analyseren van de dodelijke ongevallen (in Zweden ruim 250 per jaar) brengt men de keten van gebeurtenissen in kaart en bepaalt men waar in die keten er zaken zodanig zijn misgegaan dat deze hebben kunnen bijdragen aan het ongeval en de afloop ervan. Er wordt daarbij gekeken naar zowel de processen voor, tijdens en na het ongeval als naar de elementen mens, voertuig en weg. Daar waar nodig wordt samengewerkt met andere disciplines, zoals politie, medici en wegbeheerders.

Ook in Duitsland zijn dieptestudie – nadat het aantal ongevallen flink steeg – een belangrijke basis gaan vormen voor landelijke beleidsinzichten ten aanzien van verkeersveiligheid. Sinds 1999 worden alle verkeersongevallen in de gebieden rond Hannover en Dresden aan een dieptestudie onderworpen en de gegevens die dit oplevert worden gebundeld in de GIDAS-ongevallendatabase. De twee gebieden worden gezien als een steekproef voor heel Duitsland.

Volvo en Vision 2020

Een van de Zweedse spelers die ook expliciet Vision Zero uitdraagt en daar zelfs een concreet jaartal aan koppelt (namelijk: 2020), is de Zweedse autofabrikant Volvo. Het doel dat Volvo zich meer specifiek heeft gesteld, is dat in 2020 niemand meer ernstig gewond zal raken of overlijden in of als gevolg van een aanrijding met een nieuwe Volvo (zie bijvoorbeeld Eugensson, 2010). Daarbij zet Volvo in op technologische innovatie, maar ook op kennis om te leren van wat er nog fout gaat en welke oplossingen dit kunnen voorkomen. Dit doet het bedrijf door onder meer analyses van ongevallen die hebben plaatsgevonden en onderzoek met behulp van simulaties²⁸. Daarnaast worden resultaten uit ongevallendatabestanden gemonitord, onder meer via verzekeringsinformatie en interviews met betrokkenen (in De Groot-Mesken, 2014).

Nul tot elke prijs?

Er is in de literatuur ook wel kritisch stilgestaan bij de kosten-batenverhouding van het streven om ieder (ernstig) ongeval uit te bannen. In de praktijk is er namelijk geen oneindige hoeveelheid middelen die het mogelijk zou maken om alle behoeftes te verwezenlijken, nog even los van het feit dat dit elkaar bovendien kan bijten. Met name in het verkeersdomein plaatsen sommigen hier vraagtekens bij. Immers, als bijvoorbeeld ieder dodelijk verkeersongeval uitgebannen zou moeten worden door een effectieve aanpak, zou dat naar verwachting ten koste gaan van de



²⁷ www.trafikverket.se/en/startpage/operations/Operations-road/vision-zero-academy/Vision-Zero-and-ways-to-work/in-depth-studies.

²⁸ group.volvocars.com/company/vision.

bestrijding van ongewenste effecten binnen andere domeinen. Dit plaats een nul-visie op een maatschappelijk-breed niveau voor een moreel dilemma (zie bijvoorbeeld Elvik, 1999; De Groot-Mesken, 2014).

Ook is wel betoogd om alleen op onderdelen naar nul ongevallen te streven, bijvoorbeeld ten aanzien van kinderen of 30km/uur-gebieden (zie bijvoorbeeld Wegman, 2012). Naast het ethische perspectief om voor deze groepen en locaties geen doden meer te accepteren, zijn we voor deze groepen en locaties inmiddels ook al behoorlijk succesvol, getuige de relatief lage aantallen verkeersdoden (zie bijvoorbeeld Weijermars, Bos & Stipdonk, 2014). Maar dat brengt ons een vergelijkbaar dilemma als hierboven: de investeringen die het vergt om voor deze groepen of gebieden daadwerkelijk naar nul dodelijke ongevallen te komen, kan in de tussentijd niet besteed worden aan de reductie van ongevallen en slachtoffers binnen andere groepen of op andere locaties. Terwijl het vanuit moreel oogpunt juist belangrijk is om in te zetten op die groepen en locaties waar het relatief slecht gaat of waar relatief veel verkeersdeelnemers in aanraking komen met maatregelen, zodat deze zo kosteneffectief mogelijk uitwerken.

7.2.4 Leer- en innovatieprocessen op de werkvloer

Met de beleidsfasen (zie *Afbeelding 7.3*) als uitgangspunt is het de vraag welke ontwikkelingen er de afgelopen tijd zijn geweest in de input- en procesfase (throughput) die inspiratie kunnen bieden voor de organisatie van leren en innoveren in het verkeersveiligheidsdomein. We komen dan uit bij ontwikkelingen op het gebied van verander- en transitie management. Een groeiend besef dat daarbij opvalt, is de complexiteit van ‘het systeem’ waartoe organisaties zich moeten verhouden om hiermee tot succesvolle interactie te komen (zie bijvoorbeeld Senge, 1992; De Sitter, 1981). Een meer socio-technische benadering komt daarbij centraal te staan, waarmee het belang van een bottom-up-benadering wordt benadrukt ten opzichte van de tot dan toe vooral heersende top-down-benadering (zie ook *Hoofdstuk 6* en *Bijlage B4.1*). De aanvankelijk gehanteerde methode om de complexe situatie in deelproblemen op te splitsen zou – zo was de gedachte – uiteindelijk niet tot voldoende bruikbare inzichten leiden, omdat de uitkomsten onvoldoende weerslag zouden zijn van het totale functioneren van het systeem. Recent is overigens ook in relatie tot veiligheidsvisies dergelijke kritiek geuit. Verkeersveiligheidsvisies die vanuit de ‘safe system’-benadering zijn geformuleerd – zoals Duurzaam Veilig en Vision Zero – zouden niet daadwerkelijk van een interacterend systeem uitgaan maar de componenten van het verkeerssysteem nog te veel afzonderlijk beschouwen (Hughes, Anund & Falkmer, 2015). Het zou bij het systeemdenken overigens niet alleen gaan om de interactie tussen componenten, maar ook om de processen van verandering die zijn waar te nemen, anders dan een momentopname. De onderlinge afhankelijkheden van systeemcomponenten en invalshoeken vanuit de verschillende principes, zouden in de toekomst inderdaad meer geïntegreerd aandacht moeten krijgen door samenhang expliciet op de agenda te zetten bij de constructie en evaluatie van oplossingen, maar ook bij onderzoek naar oorzaken.

De lerende organisaties: verandermanagement

Dit brengt ons ook op het punt van ‘verandermanagement’ dat onderzocht is in het kader van ‘lerende organisaties’. Verandermanagement in relatie tot ‘lerende organisaties’ gaat ervan uit dat mensen van nature de behoefte hebben om tot verbetering te komen en dat het bieden van voldoende ruimte hiervoor op termijn moet leiden tot verbetering van processen (zie bijvoorbeeld Senge, 1992; Senge et al., 2005; De Sitter, 1981). Deze zogenoemde ‘sociotechniek’ gaat ervan uit dat organisatieprocessen idealiter naar deze ‘menselijke maat’ moeten worden vormgegeven en dat dit de sleutel is naar een succesvol innovatieproces. Voldoende ruimte voor scholing, leer- en reflectiemomenten zou hierbij belangrijk zijn. In ieder geval op theoretische gronden is het aannemelijk dat het bieden van scholing en expliciete aandacht voor leren binnen de organisatie, een goede voedingsbodem kan bieden voor innovatie binnen organisaties. Dit zou in principe ook tot betere en effectievere producten (output) kunnen leiden.

In relatie tot verkeersveiligheid is op procesniveau effectief beleid in verband gebracht met het hanteren van (goede) analyses en daarop gebaseerde planning en uitvoering, waarin vooral ook samen met anderen (ook in de buitenwereld) wordt opgetrokken (zie bijvoorbeeld Aarts & Bax, 2014; Bax et al., 2008). Daarnaast is ook goede kennisoverdracht tussen beleidsmakers onderling en tussen beleidsmakers en wetenschappers een belangrijk element om de kennis over het complexe verkeerssysteem te borgen en uiteindelijk op een hoger niveau te brengen (zie ook Wildervanck, 2005). Een gevaar dat wel kan optreden als innovaties afhankelijk worden gemaakt van samenwerking met alle relevante partijen, is dat het proces hiertoe (te) traag verloopt en mogelijk niet de innovaties oplevert die potentieel kansrijk zouden zijn (zie in dit breder verband ook Ulrich & Eppinger, 2004 over de relatie tussen innovaties en klantbetrokkenheid).

Een andere, meer praktische uitdaging is hoe basiskennis over (leren en innoveren van) verkeersveiligheid sowieso voldoende aandacht van beleidsmakers kan krijgen. Met name bij gemeenten moet steeds meer deskundigheid in beperkte tijd en budget en binnen de gestelde normen tot een maatschappelijk acceptabel geheel worden gecomponeerd (zie ook Allers & Steiner, 2015; Bannink, 2013; Raad voor de financiële verhoudingen, 2017), en dit staat voldoende diepgang en innovatie mogelijk in de weg. De samenstelling van een aantal kant-en-klare producten voor deze doelgroep door kennisinstellingen, kan hierbij mogelijk helpen. Deze kennisinstellingen kunnen mogelijk ook een rol vervullen om deze kennis daadwerkelijk in huis te brengen om de drempel zo laag mogelijk te maken.

Transitiemanagement

In relatie tot leren en innoveren als proces is ook de aandacht voor systeemtransities relevant. Het betreft een groter schaalniveau dan verandermanagement, dat zich meer op organisaties en niet zozeer op de maatschappelijke toestand richt. Transitiemanagement vinden we vooral terug als het gaat om duurzaamheidsontwikkelingen, bijvoorbeeld in het mobiliteitsbeleid. Het gaat om een complex en dynamisch proces waarbij veranderingen op meerdere detailniveaus relevant zijn en waarbij meerdere actoren en beleidsdomeinen betrokken zijn (zie bijvoorbeeld Kemp, Loorbach & Rotmans, 2007). Transitiemanagement kreeg bijvoorbeeld aandacht in projecten zoals TRANSUMO (TRansition to SUSTainable MObility; 2004-2009). Ook hierbij was de visie dat veranderingen in complexe processen zoals het verkeer niet zozeer van bovenaf te sturen zijn, maar veel meer tot stand komen door processen van onderaf te faciliteren en te stimuleren (zie bijvoorbeeld Gorris & Rietveld, 2009; Smeets, 2009). Met name met prijsprikkels voor burgers zijn enkele succesvolle projecten gerealiseerd, waaronder Spitsmijden en Pay How you Drive (Alink, Van Egeraat & Hertogh, 2009; Smeets, 2009).

Transitiemanagement is in verband gebracht met de volgende procesgang: eerst wordt enkele partijen duidelijk dat er een bepaald (duurzaamheids)probleem is. De behoefte hieraan iets te willen doen, kan ertoe leiden dat partijen elkaar weten te vinden en een gezamenlijke visie definiëren. Om deze visie vervolgens te realiseren, wordt niet zozeer gebruikgemaakt van voorspellen (voorzien hoe de toekomst gaat worden op basis van huidige trends), maar kunnen door 'backcasting' (terugdenken) kortere-termijndoelen worden geformuleerd waarvan de realisatie gemakkelijker binnen bereik kan komen. Deze kortetermijndoelen kunnen tevens aanzetten tot de ontwikkeling van innovatieve ideeën, zo is het idee. Een aanzet tot een proces van terugredeneren vanuit wensbeelden, is bijvoorbeeld ook gepleegd in de discussietafel-bijeenkomsten die in het kader van de totstandkoming van de DV3-visie zijn gehouden in 2016 (zie Van Schagen & Aarts, 2018).

7.3 Uitdagingen voor de toekomst

Leren en innoveren van het verkeerssysteem is iets van alle tijden en de vraag dringt zich op of die traditionele en meestal tamelijk impliciete processen om verbetering vragen. Het is binnen de totale ongeval- en slachtofferontwikkeling lastig om de invloed van individuele innovaties vast te stellen. Op basis van kennis over de effectiviteit van geïmplementeerde maatregelen en ook kennis over ongevalsmechanismen, en wat kan helpen om deze mechanismen te doorbreken, kan veelal wel een wetenschappelijk onderbouwde inschatting worden gemaakt van de bijdrage van deze innovaties (zie bijvoorbeeld Stipdonk et al., 2006; SWOV, 2007; Weijermars et al., 2014). Daarbij zien we dat – ondanks de gegroeide mobiliteit – het aantal verkeersdoden sinds medio jaren 70 flink is teruggelopen.

De laatste jaren stagneert deze ontwikkeling echter en dat geldt nog meer voor de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden: deze vertoont zelfs een duidelijke stijging (zie bijvoorbeeld Weijermars et al., 2016). We zouden daaruit de conclusie kunnen trekken dat het huidige beleid en de huidige processen om tot verbeteringen in het verkeerssysteem te komen, niet meer voldoende werken om de verkeersveiligheid nog verder te verbeteren. Gegeven het feit dat we de huidige slachtofferaantallen onacceptabel vinden en de stijging van het aantal slachtoffers naar een daling willen ombuigen, zou het alleen daarom al gerechtvaardigd zijn om te bezien wat er in het veiligheidsmanagementproces anders en beter kan. We denken daarbij in ieder geval inspiratie te kunnen putten uit wat anderen op dit terrein al doen. Daarbij gaan we hier ook in op de mogelijkheden die toekomstige ontwikkelingen hiervoor bieden en wat dit kan betekenen voor belangrijke mobiliteitsgroepen.

Forensen en zakelijk verkeer

Bij deze groep is er niet alleen sprake van een druk palet aan activiteiten die gecombineerd worden, maar deels ook van verkeersdeelnemers die zelf werkzaam zijn in de markt en daardoor van nature bezig zijn met innovaties. Het verdient aanbeveling om te bezien hoe deze innovaties benut kunnen worden en tot welke ontwikkelingen ze kunnen leiden. Waar liggen kansen en waar ontstaan door deze innovaties nieuwe problemen? Deze groep vervult ook een belangrijke rol als het gaat om het op peil houden en verbeteren van expertise om in de toekomst minder ongevallen en slachtoffers tegemoet te kunnen zien.

Technologie als belangrijke innovatie, maar er is meer dan dat

De term 'innovatie' staat vaak – al dan niet impliciet – gelijk aan technologie die in de (nabije) toekomst mogelijkheden biedt om de nog resterende problemen het hoofd te bieden. Bij het principe van leren en innoveren wordt 'innovatie' breder opgevat: het omvat alle verbeteringen die het systeem effectiever kunnen laten werken, met minder ongevallen en ernstige slachtoffers tot gevolg. Dit kan zowel liggen in het ontdekken van effectieve maatregelen op andere terreinen dan technologie of het effectiever en efficiënter maken van achterliggende processen. Dat wil niet zeggen dat technologie niet een van de veelbelovende hulpmiddelen hierbij kan zijn. Wel dienen we erop bedacht te zijn dat nieuwe technologische mogelijkheden kunnen bijdragen aan systeemtransities die weer heel andere, nieuwe problemen kunnen introduceren. Hierbij is in de voorgaande hoofdstukken ook al stilgestaan. Het blijft dus zaak om na te blijven gaan wat de prestaties en uitkomsten van het verkeerssysteem blijven; dat geldt voor zowel het huidige als het toekomstige systeem, waarbij technologie naar verwachting een aantal van de huidige problemen zal hebben kunnen oplossen. Wat we hierin uit de aanpak van relatief veilige andere organisaties en ook de ISO-normen voor veiligheidsmanagement kunnen leren, is om daarbij consequent uit te gaan van de Plan-Do-Check-Act-cyclus (Deming, 1986; zie ook het kader 'Kwaliteitszorg in wegontwerp en -beheer'). Door te blijven monitoren en controleren wat de effecten zijn van innovaties, zullen deze daadwerkelijk kunnen bijdragen aan meer veiligheid en kunnen ongewenste bijeffecten tijdig worden gesignaleerd en aangepakt. Monitoring op

verschillende niveaus speelt daarbij een rol: zowel op de gepleegde maatregelen (wat is er daadwerkelijk veranderd op de weg?), intermediaire en einduitkomsten (respectievelijk surrogaat-veiligheidsmaten zoals SPI's en conflictinformatie, en traditionele veiligheidsmaten: ongevallen en slachtoffers).

Schoolkinderen en jongeren

Deze groepen vormen de ouderen van de toekomst. Door na te gaan wat hun mobiliteitswensen zijn, welke ontwikkeling zij vertonen en welke problemen ze daarbij tegenkomen, kunnen we wellicht beter anticiperen op wat ons in de toekomst te wachten staat en hoe we dat binnen veilige kaders uitwerking kunnen geven. Omdat de aandacht vanuit demografisch perspectief vooral op de oudere groepen zal komen te liggen – bijvoorbeeld als dodelijke ongevallen structureel onderzocht gaan worden – is het van groot belang om na te gaan of de hieruit volgende oplossingsrichtingen ook voor de groep schoolkinderen en jongeren tot een wenselijk veiligheidsresultaat leidt.

Leren wat er goed en fout gaat in het systeem: vermoedelijk anders voor stad en platteland

Een ander fenomeen dat extra aandacht zal vragen in het leren en innoveren van het toekomstige verkeerssysteem, is de naar verwachting groter wordende verschillen tussen stedelijk en ruraal gebied. Doordat de steden groeien en het treffen van maatregelen hier in principe kosteneffectiever is (omdat een grotere groep mensen door de hoge verkeersintensiteiten met de maatregelen in aanraking zal komen), ligt het voor de hand dat in stedelijk gebied andere oplossingsrichtingen eerder binnen handbereik komen te liggen dan in rurale gebieden. Daar zullen zich andere problemen en behoeften voordoen die ook om die reden om andere oplossingsrichtingen vragen. Leren en innoveren dient dus in de toekomst meer dan ooit rekening te houden met de context-afhankelijkheid van het functioneren van het systeem. In dit licht kunnen de kritiekpunten van systeemdeskundigen zoals Hughes et al. (2015) ook worden begrepen: bezie het effect van maatregelen en de oorzaak van problemen in hun context. Daar kan nog aan toegevoegd worden dat het niet alleen gaat om de interactie tussen die elementen, maar ook om de veranderende context; het gaat niet alleen om een momentopname. Om ook in de toekomst een effectief systeem zonder ongevallen en ernstige slachtoffers te hebben, dienen oorzaken en oplossingen ook onderzocht en begrepen te worden in de zich ontwikkelende context. Dit maakt het terrein van de verkeersveiligheid er zeker niet minder complex op. En dit pleit des te meer voor voldoende deskundigheid en goede kennisoverdracht op dit terrein (zie ook Wildervanck, 2005). Met name kleinere gemeenten die minder goed in staat zijn om de kennis op alle domeinen waar zij over gaan actueel te houden en te innoveren, zullen gebaat zijn bij hulp van buitenaf. Hiervoor kunnen kennisinstellingen mogelijk een rol vervullen in kennisoverdracht (zie ook *Hoofdstuk 6*).

Actieve ouderen en oudere forensen

Deze groep is niet alleen actief, maar heeft over het algemeen ook wat meer te besteden. Daardoor zal deze groep niet alleen vaker in het verkeer actief zijn, en daarbij specifieke problemen ondervinden die om een specifieke oplossing vragen, actieve ouderen en oudere forensen zullen naar verwachting ook vaker gebruikmaken van innovaties. In onderzoek naar wat er nog fout gaat bij deze groep, zal daarmee dus rekening gehouden moeten worden. Het gaat daarbij niet alleen om de specifieke kenmerken van deze groep, maar vooral ook om het veranderende gebruik en hun veranderende wensen. We zullen ook goed moeten bekijken of er sprake is van één groep, of dat er sprake is van meerdere subgroepen met elk zijn eigen specifieke eigenschappen, gebruiken en problemen.

Wat kunnen we leren van en verbeteren aan het systeem voor ouderen?

Een andere context vormt die van de zich ontwikkelende demografische samenstelling binnen het verkeer: de bevolking vergrijsd en dit vereist oplossingsrichtingen die voldoende op deze groep zijn afgestemd. We zijn er anders vrij zeker van dat we een sterk groeiend aantal ongevallen en slachtoffers onder deze groep tegemoet te kunnen zien – een ontwikkeling die nu al zichtbaar is (zie bijvoorbeeld Weijermars et al., 2016). Om nog beter te begrijpen waar het precies fout gaat in het huidige en toekomstige verkeerssysteem, zou het helpen om de inmiddels relatief kleine maar tamelijk persistente groep dodelijke ongevallen van ruim 600 per jaar aan een geïntensiveerde kennisaanpak te onderwerpen. Het uitvoeren van dieptestudies naar alle dodelijke ongevallen is in Zweden al sinds eind jaren 90 gebruikelijk en kan bijdragen aan een versneld leerproces. Een pleidooi hiervoor is eerder ook al eens gehouden door Van Wee en Marchau (2005), in het kader van implementatie van het voorzorgbeginsel in de verkeersveiligheid: grijp snel in waar al effectief ingegrepen kan worden en investeer daarnaast diepgaand in het begrijpen van de faalmechanismen die nog actief zijn. Als faseringsooplossing kan ook voor een aanpak worden gekozen waarbij alle dodelijke ongevallen in één of meer representatieve gebieden van Nederland worden onderzocht, zoals bij het Duitse GIDAS. De verwachting is dat we – door de grote aantallen – met name veel zullen leren over achtergronden van ongevallen met ouderen. Het wordt natuurlijk pas echt veilig als deze kennis over oorzaken wordt gevolgd door kennis en implementatie van effectieve maatregelen. Speciale aandacht zal daarbij moeten gaan naar maatregelen die niet alleen voor bijvoorbeeld ouderen effectief zullen zijn, maar voor alle groepenverkeersdeelnemers. We zullen immers moeten voorkomen dat het oplossen van problemen bij de ene groep niet leidt tot nieuwe problemen voor andere groepen. Dit vraagt een uitgebalanceerd proces waarbij beleidsmakers, markt en kennisinstellingen nauw zullen moeten samenwerken.

7.4 Leren en innoveren in DV3

In een duurzaam veilig verkeerssysteem maken we maximaal gebruik van inzichten die tot een veiliger verkeer leiden. Op basis van de inzichten die we momenteel hebben, geven we in deze paragraaf vorm aan het principe van ‘leren en innoveren’:

7.4.1 Hoofdvorm: leren en innoveren van het verkeersveiligheidssysteem verankerd in organisaties

Leren en innoveren van het systeem

Onder ‘innovatie’ verstaan we ‘verbetering’; verbetering van het verkeerssysteem baseren we op dat wat we leren door veiligheidsindicatoren te analyseren en te monitoren, en door de prevalentie van risico’s in het verkeer te kennen. Naast ongevallen en slachtoffers zijn relevante veiligheidsindicatoren risicofactoren zoals onder andere snelheid, alcoholgebruik, kwaliteit van de infrastructuur en voertuigen en conflicten. Door beter te begrijpen waardoor ongevallen plaatsvinden, waardoor ze kunnen worden voorkomen en onder welke condities, kunnen we effectieve systeeminnovaties ontwikkelen (Plan). Door deze innovaties te implementeren (Do) en te controleren of ze werken zoals gedacht (Check) en zo nodig bijstellen (Act) kunnen we tot systeeminnovatie komen die uiteindelijk leidt tot minder ongevallen en slachtoffers (Deming, 1986).

Dit kan idealiter op systeemniveau worden vormgegeven door de volgende activiteiten:

- We brengen ongevalsmechanismen in kaart door middel van diepteonderzoek van in ieder geval alle dodelijke verkeersongevallen in Nederland, zo mogelijk aangevuld met andere verkeersongevallen met ernstig letsel en kennis uit koppeling van gegevensbestanden.
- We definiëren geschikte aanvullende (surrogaat-) veiligheidsindicatoren zoals risicofactoren (SPI’s) en conflicten. Deze monitoren we door ze structureel te meten op strategische locaties, tijdstippen en binnen relevante groepen. Ook (hierop passende) maatregelen

monitoren we structureel (zie *Afbeelding 7.5*). Ook klachten van burgers kunnen aanleiding zijn om te meten of er sprake is van risicofactoren zoals een gevaarlijke inrichting of onveilig gedrag.

- We brengen innovaties tot stand door kennis over problemen te koppelen aan (mogelijk) effectieve maatregelen en werkwijzen. We evalueren of en onder welke condities deze maatregelen of werkwijzen inderdaad effectief blijken. Pakt het ongunstig uit, dan worden maatregelen aangepast en weer geëvalueerd.
- We realiseren voldoende kennisoverdracht binnen organisaties, bijvoorbeeld door middel van overdrachtdossiers voor collega's, kennisuitwisseling met andere disciplines en andere organisaties zoals beleidsmakers, markt en wetenschap. Organisaties dragen zorg voor stimulering van actieve kennisuitwisseling en doorlopende professionalisering van verkeersveiligheidsmedewerkers (educatie aan verkeersprofessionals), zowel inhoudelijk als met betrekking tot netwerken waar kennis te halen is. Hierin kunnen kennisinstellingen een rol vervullen.

7.4.2 Maatwerk en faseringsoplossingen: op kleine schaal ervaring opdoen en kansen benutten om uit te bouwen

Voor zover het nog niet mogelijk blijkt om voor heel Nederland en/of voor alle maatregelen en organisaties het principe van leren en innoveren op te pakken, is het van belang om op kleinere schaal te beginnen. Nadat er ervaringen zijn opgedaan, kan de schaalgrootte worden uitgebreid. Concreet kan bij een kleiner schaalniveau gedacht worden aan:

- Diepteonderzoek van alle ongevallen met dodelijke afloop: eerst binnen één of meer representatieve deelgebieden in Nederland, of eerst alleen specifieke ongevalsgroepen.
- Monitoring van surrogaat-veiligheidsmaten: om te beginnen met één of enkele risicofactoren (bijvoorbeeld snelheid, alcohol en kwaliteit van de weg- en fietsinfrastructuur). Ondertussen kunnen de mogelijkheden voor nieuwe of lastiger te monitoren indicatoren verkend worden (bijvoorbeeld afleiding en vermoeidheid), en vervolgens worden uitgebreid
- Evaluatie van innovaties: eerst toepassen in een proefgebied of onderzoeken via simulaties.
- Leerprocessen binnen organisaties: deze worden om te beginnen georganiseerd onder voorlopers of bepaalde functiegroepen. Vervolgens wordt gekeken hoe ervaringen verbreed en verankerd kunnen worden. Regievoerders (Rijk en provincies) en voorlopers kunnen hierin een voortrekkende rol nemen en samen met markt en kennisinstanties verkennen hoe het leerproces bij verkeersprofessionals verder georganiseerd en verankerd kan worden.

BLOK 3: NAAR CONCRETISERING

De geactualiseerde Duurzaam Veilig-principes moeten uiteindelijk worden uitgewerkt tot concrete maatregelen om het aantal ongevallen en slachtoffers te reduceren. Daarnaast moet in kaart worden gebracht welke onderwerpen nog vragen om nader onderzoek. Deze stappen vormen de kern van de ideeën voor een uitwerkingsprogramma. Hierover gaat dit derde blok en het laatste hoofdstuk van dit rapport.

8 Naar een uitwerkingsagenda

In dit hoofdstuk sluiten we af met een doorkijk naar vervolgstappen. Als eerste staan we stil bij een praktische uitwerking: operationalisering van de vernieuwde Duurzaam Veilig-principes (*Paragraaf 8.1*) en maatregelen die kunnen worden vervat in een 'Doorstartprogramma Duurzaam Veilig' (*Paragraaf 8.2*). Daarnaast kijken we naar de mogelijkheden van een 'Onderzoeks- en Kennisagenda Duurzaam Veilig' (*Paragraaf 8.3*). Deze paragrafen zijn bedoeld als een schets van de aanpak en de mogelijkheden, geïllustreerd aan de hand van enkele voorbeelden. We sluiten af met een beeld van hoe we de concrete vervolgstappen voor ons zien en nodigen anderen uit om daarin vooral te participeren.

8.1 Operationalisering van de principes

Om de vernieuwde principes uit te werken tot maatregelen in de praktijk, is het van belang om de principes eerst verder te operationaliseren in 'eisen voor duurzaam veilig verkeer'. Het gaat hier om een concrete beschrijving van de voorwaarden waar een duurzaam veilig wegverkeer precies aan moet voldoen. Dit kan vervolgens weer de basis vormen voor wetgeving en richtlijnen. Daarnaast zullen de huidige Duurzaam Veilig-principes zodanig moeten worden geactualiseerd dat ook die aansluiten bij de laatste inzichten.

8.1.1 Voorbeelden voor operationalisering van een duurzaam veilige infrastructuur

Hieronder geven we een voorbeeld van functionele eisen zoals eerder opgesteld voor duurzaam veilige infrastructuur (Janssen, 1997):

- minimaal deel van de rit over relatief onveilige wegen;
- ritten zo kort mogelijk maken;
- kortste en veiligste route samen laten vallen;
- zoekgedrag vermijden;
- wegcategorieën herkenbaar maken;
- aantal verkeerssituaties beperken en uniformeren;
- conflicten vermijden met tegemoetkomend verkeer;
- conflicten vermijden met kruisend en overstekend verkeer;
- scheiden van voertuigsoorten;
- snelheid reduceren op potentiële conflictpunten;
- vermijden van obstakels langs de rijbaan;
- zo min mogelijk overgangen in de rijbaanindeling.

8.1.2 Voorbeelden van operationalisering van educatie en handhaving die past in een duurzaam veilig verkeerssysteem

De officiële leerdoelen voor permanente verkeerseducatie voor kinderen en begeleiders (zie Vissers et al., 2005), kunnen worden gezien als operationalisering van verkeerseducatie die past in een duurzaam veilig wegverkeer. Voorbeelden van deze operationalisering zijn:

- 4 jaar: het kind weet welke basisprincipes er gelden voor veilig buitenspelen en veilig oversteken en het kind kan dit in de praktijk uitvoeren. Het kind kan ook inschatten welke verkeerssituaties nog te moeilijk zijn en daarvoor hulp van een volwassene inroepen.

- 12 jaar: het kind kan beschrijven en bij zichzelf herkennen welke persoonlijke kenmerken en omstandigheden van invloed kunnen zijn op zijn verkeersgedrag. Hij kan oplossingen bedenken hoe te voorkomen dat risicovolle neigingen en kenmerken invloed hebben op het verkeersgedrag.

Hetzelfde geldt voor verkeershandhaving (zie bijvoorbeeld Goldenbeld, Popkema & Wildervanck, 2008):

- Zorg voor een zo groot mogelijke subjectieve pakkans.
- Zorg voor een grote mate van zekerheid dat een overtreding bestraft zal worden.
- Laat de straf snel volgen op de overtreding.

8.1.3 Voorbeelden van operationalisering voor bestuurdersondersteunende technologie die past in een duurzaam veilig wegverkeer

Voor technologie en hoe die past in een duurzaam veilig verkeerssysteem, zijn zowel (bio)mechanische als psychologische aspecten relevant. Technologie kan zowel ingezet worden om de elementen 'infrastructuur' en 'voertuigen' aan te vullen als om de elementen 'educatie' en 'handhaving' te ondersteunen. Een aantal operationaliseringsdoelen voor technologie zouden kunnen samengaan met die voor de infrastructuur, zoals het vermijden van conflicten of wellicht beter: voorkomen dat conflicten tot ongevallen leiden. In de uitwerking ligt het verschil: bij de infrastructuur maken we deze conflicten onmogelijk door fysieke scheidingen aan te brengen; vanuit de technologie kan een automatisch voertuigsysteem ervoor zorgen dat conflicten nooit tot ongevallen leiden.

Vanuit het psychologische perspectief heeft onlangs een groep wetenschappers zich gebogen over de eisen die aan veilige bestuurdersondersteunende technologie gesteld moeten worden (Kroon et al., 2016). Hieruit kwamen de volgende operationele eisen naar voren:

- Beperk aanvullende werkbelasting.
- Presenteer informatie tijdig.
- Prioriteer de informatie naar relevantie, afhankelijk van context en urgentie.
- Vermijd visuele en auditieve afleiding van de rijtaak.
- Informatie is duidelijk, valide en betrouwbaar.
- Informatie is herkenbaar en overeenkomstig regelgeving langs de weg.
- Informatie is geloofwaardig en gericht op hoge acceptatie en naleving.
- Fysieke interactie met de bestuurder dient tot een minimum beperkt te blijven.
- Informatiediensten beperken negatieve bijeffecten.

8.2 Maatregelen

Uiteindelijk hebben de geoperationaliseerde duurzaam veilig-principes pas een effect op de verkeersveiligheid als deze hun uitwerking krijgen in concrete maatregelen in de praktijk. We geven hieronder een paar voorbeelden, zonder daarbij uitpuittend te willen en kunnen zijn. In de toekomst zijn er mogelijk nog andere mogelijkheden die passen in de visie, daadwerkelijk blijken te werken en geaccepteerd worden door verkeersdeelnemers. Zoals de voorbeelden illustreren, zijn er grofweg vier stappen om te komen tot een concrete maatregel:

1. Neem een concreet verkeersveiligheidsprobleem als uitgangspunt.
2. Stel een concreet tussendoel of tussendoelen op, op basis van de Duurzaam Veilig-principes die worden aangesproken (de overige principes bieden een vaste basis).
3. Inventariseer oplossingsrichtingen om een tussendoel te bereiken: oplossingen die passen binnen de Duurzaam Veilig-visie als geheel (voor de korte termijn bij voorkeur aansluitend bij bestaande initiatieven).
4. Zorg voor een heldere verdeling van verantwoordelijkheden en taken.

8.2.1 Voorbeeld 1: blootstelling van kwetsbare verkeersdeelnemers aan snelverkeer

Daar waar kwetsbare verkeersdeelnemers mengen met snelverkeer, is er sprake van een uitwisselfunctie (principe van functionaliteit, zie *Hoofdstuk 3*). Vanuit het Duurzaam Veilig-principe (bio)mechanica (veilige afstemming van kwetsbaarheid en snelheid; zie *Hoofdstuk 4*) moeten dan grote verschillen in snelheid vermeden worden, vooral als er grote verschillen in massa zijn. Om daar ongevallen met ernstig letsel te voorkomen, is het belangrijk dat het gemotoriseerde verkeer er maximaal 30 km/uur rijdt. 'Maximaal 30 km/uur bij menging met kwetsbare verkeersdeelnemers' beschouwen we als een tussendoel in deze situaties. Dit realiseren we door de wegomgeving, het voertuig, informatievoorziening en handhaving zo goed mogelijk af te stemmen op de competenties van verkeersdeelnemers (het principe van psychologica, zie *Hoofdstuk 5*).

Duurzaam veilige oplossingsrichtingen

Vervolgens zijn er verschillende oplossingsrichtingen om het tussendoel te halen. In toenemende mate van ruimte voor onveilige keuzen van verkeersdeelnemers en dus in afnemende mate van duurzame veiligheid, zijn dat:

- Begrenzende intelligente snelheidsassistent (ISA): elimineren van te hoge snelheden bereiken we door het snelverkeer te begrenzen op 30 km/uur, daar waar gemengd wordt met kwetsbare verkeersdeelnemers.
- Geloofwaardige weginrichting: het snelverkeer wordt 'verleid' tot een snelheid van maximaal 30 km/uur door een weginrichting die past bij deze snelheid. Dit kan worden bereikt met korte rechtstanden, een smal dwarsprofiel, oneffen verharding, bebouwing of begroeiing dicht op de weg (zie Van Nes et al., 2007a).
- Informerende ISA en sancties: gemotoriseerde verkeersdeelnemers worden continu geïnformeerd over de geldende snelheidslimiet; houden ze zich daar niet aan, dan ondervinden ze sancties doordat er voldoende verkeershandhaving aanwezig is.

Relaties met eerdere plannen en initiatieven

De uit de Duurzaam Veilig-visie voortvloeiende oplossingsrichtingen sluiten deels aan bij eerdere plannen en initiatieven en voor de meer kortetermijnmaatregelen kan daar bijvoorbeeld bij worden aangehaakt.

Opschakelen: eerder opgerope SWOV al dat informerende ISA, een geloofwaardige weginrichting en geïntensiverde handhaving zouden passen in een opschakelinitiatief om de haalbaarheid van de huidige verkeersveiligheidsdoelstellingen dichterbij te brengen (Aarts et al., 2014). Uit interviews met relevante organisaties bleek dat er draagvlak is voor deze maatregelen. Daarnaast opperden diverse organisaties het idee om met name in 30km/uur-gebieden een begrenzende variant van ISA in te voeren.

Verkeersveiligheidsmanifest: in april 2017 ondertekenden meer dan 30 organisaties het manifest Verkeersveiligheid: een nationale prioriteit (ANWB et al., 2017a; ANWB et al., 2017b; *Paragraaf 6.2*). Het manifest houdt een pleidooi voor drie van de genoemde oplossingsrichtingen:

- een geloofwaardige inrichting van 30km/uur-wegen (oplossingsrichting #1.1: verkeersveilige woonwijken)
- een (verdere) verkenning van draagvlak voor de invoering van een begrenzende ISA (oplossingsrichting #2.2: voorbeelden als inspiratie)
- handhaving weer terug op niveau (oplossingsrichting #4.1: handhaving weer een belangrijke plek geven).

Daarnaast kan het benutten van bestaande technologie (oplossingsrichting 2.1) zoals Automatic Emergency Braking (AEB) helpen om ongevallen tussen snelverkeer en kwetsbare verkeersdeelnemers te voorkomen.

*Algehele 30km/uur-limiet binnen de bebouwde kom: in Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 4 (Paragraaf 4.4.2) zagen we al dat dit idee wordt ondersteund door bijvoorbeeld VVN, de Fietsersbond en enkele politieke partijen zoals GroenLinks (zie ook Hoofdstuk 3 en 4) en ook SWOV. De voorwaarde is wel dat 30km/uur-straten geloofwaardig zijn ingericht en dat er voldoende gebiedsontsluitingswegen blijven waar de nodige doorstroming gerealiseerd kan worden, overigens wel voorzien van fietspaden. Het idee hier is wel breder dan in dit voorbeeld: de algehele limiet binnen de bebouwde kom zou dan 30 km/uur worden, met daarnaast enkele verkeersaders met een limiet van 50 km/uur. Dit idee past prima in een *Doorstartprogramma Duurzaam Veilig* (zie Paragraaf 8.2.4), mits de snelheidslimieten voorzien worden van een geloofwaardige weginrichting en de 50km/uur-wegen worden voorzien van goede, vrijliggende fietspaden en voetgangersvoorzieningen.*

Risicogestuurd beleid: er zijn op verschillende bestuursniveaus initiatieven richting een ‘risicogestuurd beleid’ (zie onder meer Paragraaf 4.4.3), in dit geval gebaseerd op kwantitatieve gegevens over factoren die bijdragen aan het ontstaan van ongevallen (verkeersveiligheids-indicatoren of SPI’s, zie onder andere Paragraaf 7.2.2). Door de snelheden op erftoegangswegen te monitoren (SPI: snelheid), krijgen we inzicht in de mate waarin Nederland of een specifieke wegbeheerder aan het in dit voorbeeld gestelde duurzaam veilige tussendoel voldoet en op welke locaties nog werk aan de winkel is. Ook het monitoren van de mate waarin wegen geloofwaardig zijn ingericht (bijvoorbeeld met het instrument VSGS, onderdeel van ProMeV), helpt een wegbeheerder zicht te krijgen op punten waar de weginrichting beter kan.

Wie doet wat?

Tot slot is de vraag hoe we van doelen en ideeën tot concrete acties komen. De centrale overheid is primair verantwoordelijk voor de organisatie van het proces om te komen tot een concrete uitwerking van de bestuurlijke ambities en maatschappelijke doelen. Door hierbij Duurzaam Veilig-principes en daaruit voortvloeiende tussendoelen als uitgangspunt te nemen, en door deze te koppelen aan verkeersprofessionals (operationeel verantwoordelijken) die de vereiste maatregelen kunnen treffen, kan de overheid hieraan effectief invulling geven. Voor het hier gepresenteerde voorbeeld is de wegbeheerder de primair verantwoordelijke als het om een geloofwaardige inrichting gaat. Daarnaast kan de wegbeheerder met de politie overleggen om tot effectieve handhaving te komen. Intelligente snelheidsmaatregelen liggen meer op het terrein van de markt, gestimuleerd en gecoördineerd door de overheid of eventueel andere partijen die deze rol willen en kunnen oppakken.

8.2.2 Voorbeeld 2: enkelvoudige fietsongevallen

Een van de grootste groepen ernstig verkeersgewonden zijn fietsers die gewond raken in een ongeval zonder betrokkenheid van gemotoriseerd verkeer (ca. 50% van het totaal; Weijermars et al., 2017). Een groot deel van deze ongevallen betreft enkelvoudige fietsongevallen en ook weten we uit onderzoek dat de fietsinfrastructuur een belangrijke rol speelt (zie bijvoorbeeld Schepers, 2013). Maar ook aan de fiets zelf zijn nog verbeteringen mogelijk (Schwab & Appleman, 2013). Willen we de verkeersveiligheid in de toekomst substantieel verbeteren, dan verdienen met name deze ongevallen aandacht, vooral ook omdat het een toenemend probleem blijkt dat in het verleden (te) weinig aandacht heeft gekregen (zie ook Weijermars et al., 2013). Om te bewerkstelligen dat enkelvoudige fietsongevallen duurzaam worden voorkomen, kunnen we als duurzaam veilig tussendoel hiervoor stellen dat fietsers in balans blijven op hun voertuig en fysiek beschermd zijn bij een val.

Duurzaam veilige oplossingsrichtingen

Hoe kunnen we dit tussendoel op een duurzaam veilige wijze bereiken? Het gaat hier om een probleem dat voor een groot deel is gelegen in (bio)mechanische factoren (balans, fysieke bescherming) waarbij obstakels en balans-verstorende elementen in de infrastructuur een belangrijke rol spelen (principe van *(bio)mechanica*). We komen op basis van deze inzichten en

zonder de essentie van het voertuig zelf aan te passen²⁹ tot de volgende oplossingsrichtingen voor de korte tot middellange termijn:

- Obstakelvrije infrastructuur met ruimte en grip: de infrastructuur van zowel vrijliggende fietspaden als fietsbare wegen zijn vrij van obstakels, richels en randjes die fietsers uit balans kunnen brengen. De fietsinfrastructuur is daarnaast voldoende breed om fietsers de ruimte te geven voor natuurlijk slingergedrag en voldoende stroef om te voorkomen dat ze wegglijden in bochten.
- Stabiele fietsen: de markt verkoopt fietsen die zo stabiel mogelijk zijn, bijvoorbeeld door technologische hulpmiddelen (nog in ontwikkeling) en een laag zwaartepunt bij e-bikes.
- Fysieke bescherming van de fietser: zolang de weginfrastructuur en de wegomgeving niet of onvoldoende kunnen worden uitgevoerd in materiaal dat voldoende energie absorbeert bij een val van de fietser, beschermt deze zichzelf (bijvoorbeeld met een fietshelm of een valkraag).

Relaties met bestaande plannen en initiatieven

Opschakelen: deze oplossingsrichtingen sluiten aan bij de opschakelmaatregelen ‘veilige infrastructuur voor fietsers’, ‘fietshelm voor kinderen’ en ‘fietshelm voor ouderen’ (Aarts et al., 2014). Het betreft hier echter ofwel tamelijk dure maatregelen (infrastructuur) ofwel maatregelen die op weinig draagvlak kunnen rekenen (de fietshelm). Overigens bleek uit de interviews dat het draagvlak voor fietshelmen bij kinderen hoger is dan voor een fietshelm voor ouderen. Met name trauma-artsen houden regelmatig een pleidooi voor algemeen gebruik van fietshelmen door alle fietsers.

Verkeersveiligheidsmanifest: het manifest houdt een pleidooi voor veilige en vergevingsgezinde fietsinfrastructuur (oplossingsrichting #1.4). Voor deze oplossingsrichting lijkt op de korte termijn het meeste draagvlak.

Veilige fietsinfrastructuur: op het terrein van veilige infrastructuur van fietsers wordt de laatste jaren veel energie gestoken in de ontwikkeling van hulpmiddelen om dit te verbeteren denk bijvoorbeeld aan de ‘Modelaanpak veilig fietsen’ (Arends, Van Hees & Bunschoten, 2013), ‘het vergevingsgezinde fietspad’³⁰ en CycleRap, dat door ANWB en SWOV in samenwerking met diverse overheden is ontwikkeld en nu in Amsterdam wordt doorontwikkeld (Wijlhuizen et al., 2016).

Proeven met fietshelmen voor kinderen: in Nederland zijn er inmiddels een paar regio’s die proeven hebben gedaan om fietshelmen bij kinderen meer gemeengoed te laten worden. De meest recente proef was in Zeeland, waarbij gratis helmen werden uitgedeeld, gecombineerd met aanvullende activiteiten om de helm aantrekkelijk te maken. De resultaten laten zien dat vrijwillige helmtracht alleen toeneemt als hiervoor continue aandacht is (zie Boele et al., 2016).

Risicogestuurd beleid: zowel de kwaliteit van de fietsinfrastructuur als het aandeel fietsers dat fysiek beschermd is, zou als veiligheidsindicator gemeten kunnen worden. Voor het eerste ligt een instrument zoals CycleRAP voor de hand. Het aandeel fietsers dat fysiek beschermd is lijkt meer een indicator voor de langere termijn, aangezien er nog relatief weinig ontwikkelingen zijn waar te nemen op dit vlak. Wel dragen vooral veel sportieve fietsers tegenwoordig een helm.

Wie doet wat?

Voor aanpassingen aan de fietsinfrastructuur zouden wegbeheerders het voortouw moeten nemen, zo nodig ondersteund door de centrale overheid als systeemverantwoordelijke, die het



²⁹ Zouden we dat wel doen, dan is het bijvoorbeeld ook nog denkbaar dat een fiets tot een driewieler wordt omgebouwd om het balansprobleem helemaal op te lossen.

³⁰ Zie www.vergevinggezindefietspad.nl.

proces organiseert voor met name gemeenten die hierin niet op eigen kracht stappen kunnen zetten.

De fietshelm lijkt in eerste instantie een onderwerp dat de centrale overheid het beste kan coördineren, bijvoorbeeld ondersteund door de gezondheidszorgsector. Hierbij is de discussie van belang dat meer fietsen goed is voor de gezondheid (meer bewegen), maar alleen als dit onder voldoende veilige condities gebeurt. Gedacht vanuit een ketenbenadering ligt hier mogelijk ook een rol voor de markt (fietsenhandel) die klanten kan wijzen op de voordelen van beschermende middelen. Dat laatste geldt bijvoorbeeld ook voor veilige e-fietsen met een laag zwaartepunt. Stimuleren van veilige keuzen past tot slot ook binnen verantwoordelijk gedrag van verkeersprofessionals.

8.2.3 Voorbeeld 3: afgeleide automobilisten

Uit recente proefmetingen van Rijkswaterstaat is gebleken dat 7 tot 8% van de automobilisten wordt afgeleid door apparatuur (Broeks & Bijlsma-Boxum, 2017). Uit internationaal onderzoek blijkt dat afleiding onder automobilisten, bijvoorbeeld door gebruik van de smartphone, bijdraagt aan een 2 tot ruim 4 maal hoger risico op ongevallen (Dingus et al., 2006). Een duurzaam veilig tussendoel zou dus kunnen zijn dat tijdens de verkeersdeelnemers niemand meer is afgeleid door apparaten die niets met de verkeerstaak te maken hebben.

Duurzaam veilige oplossingsrichtingen

Ook hiervoor zijn weer enkele oplossingsrichtingen te bedenken, deels voor de langere termijn:

- Volledig autonoom rijdende auto's: in dat geval kunnen automobilisten gerust bezig zijn met activiteiten die niets met de verkeerstaak te maken hebben, zoals de krant lezen, een gesprek voeren of appen. De auto zorgt immers voor een veilige verkeersinteractie.
- Automatische blokkering voor de bestuurder: hierbij wordt de telefoon in de bestuurderszone tijdens het rijden automatisch in een modus gezet waarin de bestuurder hem niet meer kan bedienen. Eventuele passagiers kunnen dan nog wel een telefoon gebruiken.
- Waarschuwend systeem: de auto waarschuwt de bestuurder voor onveilige situaties en zorgt er daarbij voor dat de belangrijkste informatie voorrang heeft op andere berichten om overbelasting van de verkeersdeelnemer te voorkomen.

De hier genoemde maatregelen liggen vooral op het terrein van de psychologica, zie *Hoofdstuk 5*), zowel op het terrein van de vraag hoe met de verleiding tot afleiding om te gaan als hoe informatie toch binnen bepaalde normen veilig toe te staan.

Relaties met bestaande plannen en initiatieven

Opschakelen: tegengaan van afleiding in het verkeer is geen specifieke opschakelmaatregel (Aarts et al., 2014). Wel is er een pleidooi voor intensivering van de verkeershandhaving en daarbij is ook aandacht voor afleiding in het verkeer van belang.

Verkeersveiligheidsmanifest: het manifest gaat wel in op het gevaar van afleiding in het verkeer. Als oplossingsrichting wordt daarbij vooral voorgesteld om via communicatie tot een nieuwe norm te komen waarin verkeersdeelnemers niet bezig zijn met hun telefoon en bediening via stemcommando's alleen toelaatbaar is als dit veilig kan (oplossingsrichting #3.2: Afleiding en beïnvloeding).

Convenant van de Verkeersveiligheidscoalitie: Uit verontwaardiging over afleiding in het verkeer door gebruik van smartphones heeft in 2017 een veertigtal organisaties zich onder aanvoering

van de ANWB verenigd in de 'Verkeersveiligheidscoalitie' en gezamenlijk een convenant ondertekend om tot een nieuwe norm voor telefoongebruik achter het stuur te komen³¹.

Strengere aanpak van appen door de overheid: in maart 2018 heeft de rijksoverheid voorgesteld om appen tijdens het rijden strenger te gaan bestraffen. Dit met het oog op versterking van de verkeershandhaving: oogmerk is om het grote verschil weg te nemen in strafmaximum bij (zeer) gevaarlijk rijgedrag zonder en met gevolgen. Ook de omschrijving van 'roekeloos rijgedrag' wordt verduidelijkt. Daarnaast werkt de politie aan de technische en juridische mogelijkheden van camera's om het gebruik van de telefoon tijdens het rijden te detecteren.

Risicogestuurd beleid: het ontbreekt momenteel nog aan goede mogelijkheden om steekproefsgewijs te monitoren hoe het staat met afleiding in het verkeer. Het is lastig om betrouwbare indicatoren te definiëren die aangeven of iemand daadwerkelijk is afgeleid, zeker als het gaat om meer dan alleen afleiding door de telefoon. In 'naturalistic driving'-onderzoek zijn wel manieren gevonden om hiervoor indicaties te krijgen, maar hiervoor dienen voertuigen te worden uitgerust met camera's. Wellicht is het in de toekomst mogelijk om hier wel goede indicatoren voor te ontwikkelen en monitoring mogelijk te maken. Vooralsnog lijkt op dit terrein de wetenschap aan zet, in samenwerking met maatschappelijke organisaties en eventueel de markt.

Wie doet wat?

Voor het overschakelen op automatisch rijdende voertuigen is een nauwe en goede samenwerking nodig tussen markt (techniekontwikkeling) en overheid (randvoorwaarden, wetgeving, afstemming met de infrastructuur). Ook voor de andere varianten is een rol voor beide partijen weggelegd: in eerste instantie voor de markt voor de technische realisatie en aanbidding als product, voor de overheid om grootschalige implementatie te bewerkstelligen. Maatschappelijke organisaties, rijopleidingen, onderwijs- en andere verwante organisaties kunnen bijdragen aan draagvlak bij burgers om systemen aan te schaffen en te gebruiken die hen helpen om niet afgeleid te raken.

8.2.4 Naar een 'Doorstartprogramma Duurzaam Veilig'

De voorgaande voorbeelden geven een idee van de maatregelen die in het kader van DV3 kunnen worden genomen en illustreren vooral ook op welke wijze die maatregelen gedefinieerd kunnen worden vanuit het Duurzaam Veilig-gedachtegoed. Deze en verdere maatregelen zouden we bij voorkeur met andere partijen verder ontwikkelen en vastleggen in bijvoorbeeld een *Doorstartprogramma Duurzaam Veilig*. Dit programma kan vervolgens een plek krijgen in het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030*. Op de korte termijn kan het programma daarnaast aanhaken bij bestaande initiatieven zoals het *Verkeersveiligheidsmanifest*. Voor de langere termijn is het verstandig om opnieuw te bezien of we goed op koers zijn, of dat er nieuwe kansen en nieuwe inzichten zijn die aanknopingspunten bieden voor effectief beleid.

Voor de kortere termijn kunnen we ons voorstellen dat een *Doorstartprogramma Duurzaam Veilig* in ieder geval de volgende maatregelen bevat:

- veilige inrichting van woonwijken en stadskernen met 30 km/uur als norm;
- verkenning van wat nog nodig is om tot invoering van ISA te komen;
- veilige inrichting van fietsinfrastructuur op wegen en van fietspaden;
- terugdringen van afleiding door telefoongebruik van automobilisten

Speciale aandacht bij dit alles is gewenst voor ouderen en het is wenselijk hun fysieke eigenschappen en competenties als norm te nemen.



³¹ Zie: www.anwb.nl/verkeer/nieuws/nederland/2017/september/afleiding-door-gebruik-smartphone-in-verkeer-moet-stoppen.

8.3 Naar een ‘Onderzoeks- en Kennisagenda Duurzaam Veilig Wegverkeer’

Om daadwerkelijk tot een maximaal veilig verkeerssysteem te komen, is het niet alleen van belang om maatregelen te treffen maar ook om nog openstaande vragen te beantwoorden. Zoals we zagen in *Hoofdstuk 7* sluit dit aan bij het principe van ‘leren en innoveren’.

We kunnen hierbij de volgende onderdelen onderscheiden:

- › kennisvragen van verkeersprofessionals;
- › openstaande onderzoeksvragen;
- › onderzoek naar het functioneren van het verkeerssysteem.

8.3.1 Openstaande kennisvragen

Zoals dit rapport en vele andere publicaties laten zien, is er al veel kennis over manieren waarop we het verkeerssysteem veilig(er) kunnen maken. Er zijn echter ook nog heel veel openstaande kennisvragen. Deze lenen zich voor een *Kennisagenda Duurzaam Veilig Wegverkeer*. Deze kennisagenda kan worden opgesteld door bijvoorbeeld de openstaande vragen te inventariseren die in dit en andere verwante rapporten genoemd worden. De agenda kan ook worden aangevuld met vragen die kennisinstellingen vanuit de praktijk ophalen. Vervolgens kunnen onderzoeksinstellingen bepalen welke van de onderwerpen binnen hun expertise- en interessegebied vallen. Daarbij kunnen ze zo mogelijk samenwerkingen aangaan met andere disciplines of instanties. De grotere vraagstukken kunnen daarbij voor universiteiten als inspiratie voor promotieonderzoek dienen. Voor SWOV kan het bijvoorbeeld een belangrijke pijler zijn van haar onderzoeksprogramma.

8.3.2 Openstaande onderzoeksvragen

Zoals dit en vele studies laten zien is er al veel kennis op basis waarvan we weten hoe we het verkeerssysteem veilig kunnen laten werken; er zijn echter ook nog diverse openstaande kennisvragen. Deze lenen zich voor een *Onderzoeksagenda Duurzaam Veilig Wegverkeer*. Deze onderzoeksagenda kan worden opgesteld door bijvoorbeeld de openstaande vragen te inventariseren die in dit en andere verwante rapporten genoemde worden. Ook kan het worden aangevuld met vragen die kennisinstellingen vanuit de praktijk ophalen (zie vorige paragraaf). Vervolgens kunnen onderzoeksinstellingen bepalen welke van de onderwerpen binnen hun expertise – en interessegebied vallen. Ze kunnen zo mogelijk samenwerkingen aangaan met andere disciplines of instanties voor maximaal benutten van beschikbare inzichten en competenties en integratie van vakgebieden en met het onderzoek aan de slag gaan. De grotere vraagstukken kunnen daarbij voor universiteiten als inspiratie voor promotieonderzoek dienen. Voor SWOV kan het bijvoorbeeld een belangrijke pijler zijn van haar onderzoeksprogramma.

8.3.3 Onderzoek naar het functioneren van het verkeerssysteem

Zoals in *Hoofdstuk 7* is beschreven, is het belangrijk om voortdurend te blijven monitoren of het met de huidige inzichten en mogelijkheden ingerichte verkeerssysteem daadwerkelijk het resultaat oplevert dat we wensen. Zo is het uitgangspunt van het principe van ‘leren en innoveren’ dat in elk geval alle dodelijke ongevallen worden geanalyseerd door middel van diepteonderzoek. Daarnaast definiëren we relevante en bruikbare surrogaatmaten voor veiligheid, zoals risicofactoren en conflictmaten, die we monitoren en analyseren om te kijken wat goed gaat en wat om verdere aanpassingen vraagt. Op termijn kunnen nu gebruikte indicatoren op basis van nieuwe kennis en gegevens worden uitgebreid. Het ligt voor de hand om dit proces door de overheid te laten organiseren, ondersteund door organisaties met deskundigheid op het gebied van onder andere verkeersveiligheid, onderzoek en data. De risicogestuurde aanpak, de ambities van de huidige minister van Infrastructuur en Waterstaat en het in voorbereiding zijnde *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* bieden hiervoor geschikte kaders.

8.4 Vervolgstappen

De geactualiseerde Duurzaam Veilig-visie zoals hier beschreven, bevat een eerste uitwerking op hoofdlijnen. De visie sluit in eerste instantie aan bij bestaande principes, eisen en maatregelen – maatregelen die verdere implementatie verdienen daar waar ze nog niet ‘af’ zijn (denk aan een geloofwaardige weginrichting, voldoende scheiding van verkeer bij hogere snelheden of evidence-based educatie). We houden dan ook een pleidooi voor: *afmaken wat werkt*.

Maar de geactualiseerde visie biedt ook een kader voor uitwerkingen, operationele eisen en maatregelen die wellicht in de toekomst nog bedacht worden of die al wel bestaan maar nog niet in verband worden gebracht met een duurzaam veilig wegverkeer. Denk bijvoorbeeld aan voertuigveiligheid en beschermingsmiddelen, technologie, verantwoordelijkheden van professionals en de rol die educatie, regels en controle zowel voor hen als voor verkeersdeelnemers spelen. Hiervoor geldt: *nieuwe uitdagingen aangaan en nieuwe technieken benutten*.

De geactualiseerde visie kijkt ook terug naar de bereikte resultaten en wat daarbij niet heeft gewerkt. We constateren dat bijvoorbeeld effectieve interventies gericht op het voorkómen van ernstige verkeersgewonden onvoldoende waren meegenomen in de voorgaande versie van Duurzaam Veilig. Ook de verdere verbetering van de verkeersveiligheid van kwetsbare verkeersdeelnemers verdient vanuit de huidige inzichten meer aandacht. De kansen die de sobere inrichting van vooral 30km/uur-gebieden aanvankelijk leken te bieden – namelijk: de grootschalige implementatie van de beginselen van Duurzaam Veilig – moeten nu echter niet de realisatie van een maximaal veilig resultaat belemmeren. Ook daar waar de ‘menselijke maat’ nog onvoldoende als uitgangspunt is genomen, zou de verkeersveiligheid gebaat zijn bij het *herstellen van weeffouten*.

8.4.1 Samenwerking

In het verder uitwerken en oppakken van de vernieuwde visie Duurzaam Veilig Wegverkeer – kortweg DV3 – werken we graag samen met andere organisaties. Bij de uitwerking in operationele eisen ligt het voor de hand om samen te werken met organisaties als CROW, RDW, CBR en OM, maar ook met universiteiten, beroepsopleidingen en belangenorganisaties zoals ANWB, VVN en Fietzersbond. Daar waar het gaat om het implementeren van maatregelen, zijn overheden en andere verkeersprofessionals aan zet. We nodigen ook hen graag uit om te bezien wat de geactualiseerde visie voor hun beleid betekent en hoe zij daarin stappen kunnen zetten.

8.4.2 Kansen

Om de Duurzaam Veilig-principes te realiseren, zien we ook kansen door aan te haken bij lopende initiatieven. Het *Verkeersveiligheidsmanifest* biedt verschillende handvatten voor de korte termijn: een hogere prioriteit voor verkeersveiligheid, waarbij concrete suggesties zijn gedaan voor maatregelen. Het in voorbereiding zijnde *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* geeft zicht op de insteek die overheden richting 2030 zullen nemen. Hierin lijken zich beleidslijnen af te tekenen zoals de *risicogestuurde aanpak*, denken volgens de *ketenbenadering* maar ook bezinning op de ‘governance’ van het verkeersveiligheidsbeleid en ambities om te streven naar nul (ernstige) verkeersslachtoffers. DV3 biedt het raamwerk om deze ambities maximaal veilig in te vullen.

Bijlage: Uitwerkingen en hun effectiviteit

B1 Resultaten van toepassingen op het gebied van FUNCTIONALITEIT

B1.1 Resultaten van experimenten in de jaren zeventig en tachtig met woonerven

- In 1976 wordt de woonerfregeling van kracht om de leefbaarheid en veiligheid van (specifiek verkeersluwe) woonstraten te bevorderen. Evaluatie: daling van het aantal verkeersongevallen (Kraay & Bakker, 1984).
- Eind jaren 70 worden twee grootschalige experimenten in Eindhoven en Rijswijk gehouden waarbij het wegennet in enkele woongebieden is geherstructureerd: enkele verkeersaders resteerden, de overige straten werden verkeersluw. Resultaat: verbetering van verkeersveiligheid en leefbaarheid (Janssen & Kraay, 1984).
- In 1984 wordt Zone 30 ingevoerd. Evaluatie wijst uit dat dit tot een daling van het aantal ongevallen leidt (Vis & Kaal, 1993; zie ook *Hoofdstuk 4*).

B1.2 Functionaliteitsresultaten van tien jaar Duurzaam Veilig

Uit de evaluatie van tien jaar Duurzaam Veilig (Weijermars & Van Schagen, 2009) blijkt ten aanzien van de functionaliteit van wegen het volgende:

- Vrijwel alle wegbeheerders hebben een categoriseringsplan opgesteld.
- Bij het opstellen van het categoriseringsplan zijn wegbeheerders nogal eens afgeweken van de richtlijnen en is grote variatie geconstateerd in de wijze waarop wegbeheerders wegen categoriseren.

B2 Resultaten van toepassingen op het gebied van (BIO)MECHANICA

B2.1 Homogeniseren van verkeersstromen

- Gescheiden fietsinfrastructuur: fietspaden hebben op wegvakken binnen de bebouwde kom een twee keer lager risico op een letselongeval met fietsers dan fietsstroken (Welleman & Dijkstra, 1988). Op kruispunten blijken fietsstroken 25% veiliger dan fietspad en 33% veiliger dan geen fietsvoorziening (zie ook Kroeze, Schepers & Sweers, 2010). Buiten de bebouwde kom blijken fietspaden veiliger dan mengen van verkeer bij een voertuigintensiteit > 1.500 per etmaal (Kwakernaak, 1980). Ook zijn er aanwijzingen dat buiten de kom de aanleg van een parallelweg veiliger is dan een fietspad (in SWOV, 2010b).
- Parallelstructuur voor langzaam verkeer: uit onderzoek van Goudappel Coffeng (2001) blijken wegen met een parallelstructuur voor langzaam verkeer tot 18% minder ongevallen te leiden dan zonder een dergelijke structuur.

- Rijrichtingsscheiding: een niet-overrijdbare variant zou op stroomwegen dodelijke ongevallen met 40% kunnen reduceren en ongevallen met gewonden met 30% (Elvik & Vaa, 2004). Er bestaan ook moeilijk overrijdbare varianten die vooral op gebiedsontsluitingswegen worden toegepast. Uit niet gepubliceerd onderzoek van Van Beek zou blijken dat deze maatregel buiten de bebouwde kom tot 20% reductie van doden en ernstig gewonden leidt (in Wijnen, Mesken & Vis, 2010).
- Kruispuntvormen met scheiding in plaats en tijd: een ongelijkvloers kruispunt maakt dwarsconflicten normaal gezien onmogelijk, een kruispunt geregeld met verkeersregelinstallatie (VRI) doet datzelfde alleen als verkeersdeelnemers stoppen voor rood. Uit onderzoek naar kruispuntvormen en vergelijking van ongelijkvloerse kruispunten en kruispunten geregeld met VRI, blijkt dat met name bij hogere intensiteiten ongelijkvloerse kruispunten veiliger zijn (Janssen, 1992).
- Het risico op autosnelwegen: ondanks de hoge snelheden hebben autosnelwegen het laagste aantal ernstige ongevallen per afgelegde afstand (Poppe, 1996). Dit wordt toegeschreven aan het feit dat de inrichting van deze wegen is toegesneden op deze hoge snelheden: langzaam verkeer is niet toegestaan, rijrichtingen zijn gescheiden en dwarsconflicten zijn uitgesloten door ongelijkvloerse kruisingen.
- Homogenisering van snelheden op autosnelwegen: de wijziging van een 100km/uur-limiet op autosnelwegen naar een 120km/uur-limiet met geïntensiverde handhaving, in 1988, leidde aanvankelijk tot lagere snelheden (homogenere snelheden) en een geschat veiligheidseffect van circa 40 minder doden. Na enige tijd ebde het effect weg (Roszbach & Blokpoel, 1991).

B2.2 Effecten van snelheidsreducerende maatregelen voor mengend verkeer

De hier beschreven effecten van maatregelen zijn deels toe te schrijven aan het effect van een lagere snelheid op het ontstaan en de ernst van ongevallen (vooral natuurkundige wetmatigheden), deels ook aan de invloed die maatregelen hebben op de acceptatie en het snelheidsgedrag van verkeersdeelnemers (vooral psychologische wetmatigheden).

- Wijziging van de snelheidslimiet: reductie van de snelheid door alleen het wijzigen van de snelheidslimiet blijkt over het algemeen te leiden tot een reductie in gemiddelde snelheid die 25% tot 50% van de limietwijziging bedraagt (Wilmot & Khanal, 1999). Verlaging van de snelheid is in allerlei studies in verband gebracht met meer verkeersveiligheid (zie SWOV, 2016c voor een overzicht).
- Zone 30: uit zowel nationale als internationale studies blijkt dat het ombouwen van een 50km/uur-gebied naar een Zone 30 tot circa 25% reductie in letselongevallen leidt (spreiding: 20%; Elvik, 2001). Dit komt overeen met de Nederlandse bevindingen (-22%, spreiding: 13%) van Vis & Kaal (1993) voor wegen zonder doorgaand verkeer en voldoende snelheidsremmende maatregelen (zie ook SWOV, 2010e). Voor de omvorming naar sober ingerichte Zones 30 wordt een effectschatting van -15% aangehouden (Wijnen, Mesken & Vis, 2010).
- 60km/uur gebieden: uit een evaluatiestudie blijkt dat de omvorming van 80 km/uur-wegen naar 60 km/uur-wegen leidt tot 17% reductie van letselongevallen op wegvakken (veelal sobere inrichting) en 47% reductie op kruispunten (volwaardige snelheidsreducerende inrichting met plateaus; Beenker et al., 2004; Wijnen, Mesken & Vis, 2010). Een latere analyse kwam uit op een -20% reductie van ernstige verkeersslachtoffers op wegvakken en 55% reductie op kruispunten (Jaarsma et al., 2011).
- Rotonde: deze kruispuntvorm zorgt door haar vorm dat verkeer gedwongen wordt in dezelfde richting te rijden, waardoor het aantal conflictpunten wordt verminderd en dwarsconflicten worden voorkomen. De meest recente Nederlandse studie naar de veiligheidseffecten van rotondes komt uit op 76% reductie in doden en 46% ernstige verkeersslachtoffer (Churchill, Stipdonk & Bijleveld, 2010; SWOV, 2012b). In het buitenland worden overigens over het algemeen lagere reducties gevonden (10%-40%; Elvik & Vaa, 2004). Uit onderzoek van Dijkstra (2005) blijken rotondes met vrijliggende fietsvoorzieningen iets veiliger voor fietsers als de fietsers uit de voorrang zijn dan wanneer ze in de voorrang zijn.

- Intelligente snelheidsassistent (ISA): een andere manier om de snelheid te reduceren, is met technologie in het voertuig. Hiervan zijn diverse modi beschikbaar (informerend, waarschuwend, haptisch door tegendruk te geven en begrenzend). Uit allerlei nationaal en internationaal onderzoek blijkt dat de harder begrenzende varianten effectiever zijn dan de informerende varianten (in SWOV, 2015b).

B2.3 Effecten van vergevingsgezinde infrastructurele maatregelen

Onder maatregelen voor fysieke vergevingsgezindheid verstaan we alles wat vlak vóór een ongeval helpt het ongeval te voorkomen of bijdraagt aan letselreductie. We behandelen hier met name de maatregelen die niet per se actieve interactie met de verkeersdeelnemer vragen.

- Draagkrachtige berm: om te zorgen dat het voertuig bestuurbaar blijft bij het raken van de berm, is een draagkrachtige, (semi)verharde berm belangrijk, net als nihil hoogteverschil met de wegverharding en liefst uitgevoerd in een afwijkende kleur of textuur om de weg niet breder te laten lijken. Uit onderzoek van de provincie Overijssel blijken grasbetontegels hiervoor het beste geschikt (Overkamp, 2004). (Semi)draagkrachtige berm worden in onderzoek in verband gebracht met 20%-40% reductie van bermongevallen met letsel op enkelbaans stroom- en gebiedsontsluitingswegen (zie SWOV, 2013a).
- Obstakelvrije zone: deze is idealiter afgestemd op de snelheidslimiet en varieert tussen de 2,5 en 13 meter (Schoon & Bos, 1983). Verbreding van de obstakelvrije zone van 1 à 2 naar 6 meter langs een 80km/uur-weg zou tot een reductie leiden van circa 80% van de bermongevallen (Wijnen, Mesken & Vis, 2010). Greppels, water en steile taluds worden ook gezien als obstakels. Voor taluds is vastgesteld dat deze voor de veiligheid neerwaarts niet steiler mogen zijn dan 1:6 en opwaarts niet steiler dan 1:2 en dat begin en eind van de helling afgerond dienen te zijn (Schoon, 1999). Ook geparkeerde voertuigen kunnen een botsobstakel vormen. De effectiviteit van het instellen van een parkeerverbod wordt op basis van internationaal onderzoek geschat op -12% voor letselongevallen (Wijnen, Mesken & Vis, 2010).
- Afschermingsconstructies van obstakels: indien obstakels niet verwijderd kunnen worden, is botsvriendelijke afscherming een veilig alternatief. Op autosnelwegen wordt hiervoor een geleiderailconstructie toegepast en voor losse obstakels een rimpelbuisobstakelbeveiliger (RIMOB). Ook een wielklemconstructie (WICON) of 'cable-barrier' bieden alternatieven. Naar schatting kan met een WICON dezelfde effectiviteit in de reductie van bermongevallen worden bereikt als met een (semi)verharde berm en voldoende grote obstakelvrije zone (in Wijnen, Mesken & Vis, 2010). Uit een evaluatiestudie van de RIMOB blijkt deze effectief als bescherming van objecten en leidt tot minder letsel dan zonder afscherming (Van der Drift, 1992). De zorgen van motorrijders dat een cable-barrier voor hen onveiliger zou zijn dan andere afschermingsconstructies, wordt tot nu toe niet bevestigd in wetenschappelijk onderzoek (zie SWOV, 2017c).

B2.4 Effecten van vergevingsgezinde maatregelen in of aan het voertuig

Onder maatregelen voor fysieke vergevingsgezindheid verstaan we alles wat vlak vóór een ongeval helpt het ongeval te voorkomen of bijdraagt aan letselreductie. We behandelen hier voornamelijk die systemen die zelf ingrijpen. Over het algemeen zijn automatisch werkende systemen effectiever dan waarschuwende systemen (zie SWOV, 2010d).

- Systemen voor behoud van rijstrook: er bestaan verschillende voertuigmaatregelen op dit gebied. Voorbeelden zijn het Lane Departure Warning System (LDWS; werkt via waarschuwing van de bestuurder) en Lane Keeping System (LKS). Beide systemen hebben nog maar een lage penetratiegraad en effectiviteit van deze systemen is nog onvoldoende bekend (Christoph, 2010).
- Stabiliteitscontrole: om te zorgen dat het voertuig bestuurbaar blijft bij het raken van de berm of andere oorzaken van controleverlies, zijn systemen zoals Electronic Stability Control (ESC), Roll Stability Control (RSC) en Anti-Slip Regulation (ASR) ontwikkeld. Met name van ESC

zijn positieve effecten bekend in het voorkomen van enkelvoudige ongevallen, met reducties in dodelijke enkelvoudige ongevallen van 30%-62% (Erke, 2008; Ferguson, 2007) en in ongevallen met gewonden van 18%-64% (Erke, 2008). Bij voertuigen met een hoger zwaartepunt (zoals SUV's) zijn de effecten groter. De effectiviteit van ESC op de reductie van meervoudige ongevallen is minder eenduidig (zie SWOV, 2010a).

- **Antiblokkeersysteem (ABS):** zorgt ervoor dat de remmen bij een nootstop niet blokkeren, waardoor het voertuig bestuurbaar blijft. Bij motoren zou ABS tot 34%-43% reductie in ongevallen met dodelijk en ernstig letsel leiden (Rizzi et al., 2015). Voor auto's zouden de positieve effecten van ABS een stuk bescheidener zijn, vooral vanwege onwetendheid bij bestuurders hoe ideaal te handelen (Kahane & Dang, 2009).
- **Ongeval voorkomen:** er bestaan ook systemen die bij een bewegend voorwerp voor het voertuig automatisch zorgen (of waarschuwen) om een ongeval te voorkomen: Collision Avoidance System (CAS) of voertuigdetectie op kruispunten. De effectiviteit van grootschalige implementatie van dergelijke systemen zou naar schatting tot 45% reductie in dodelijke ongevallen kunnen leiden (zie Jagtman, 2001). Om ongevallen met voetgangers te voorkomen, wijzen schattingen uit dat een autonoom remsysteem zou kunnen bijdragen aan 44% reductie van hoofdletsel doordat de impactsnelheid lager wordt (Fredriksson & Rosen, 2012).
- **Gordels, airbags en kinderzitjes:** driepuntsgordels geven een tot 48% lagere kans op dodelijk letsel dan zonder gordel. Achterin is dit circa 44%. Gecombineerd met een airbag leiden gordels tot 54% minder kans op dodelijk letsel voor bestuurders en -44% voor passagiers (Glassbrenner & Starnes, 2009; Mizuno et al., 2007). Op passagiers jonger dan 12 jaar heeft een airbag over het algemeen geen positief effect. Kinderzitjes reducerende kans op dodelijk letsel met 50% en op ernstig letsel met 30% (Brown, Griffiths & Paine, 2002; Schoon & Van Kampen, 1992).
- **Botsvriendelijk autofront:** effectschattingen van een botsvriendelijk autofront (omhoogkomende motorkap en externe airbags voor de voorruit en voorstijlen) worden geschat op 34% reductie in hoofdletsel bij voetgangers (Fredriksson & Rosen, 2012). In combinatie met actieve ongevalspreventiesystemen zoals een automatisch remsysteem waardoor de impactsnelheid verlaagd wordt, zou de effectiviteit zelfs kunnen oplopen tot 64%. Voor de Nederlandse situatie zou een botsvriendelijk autofront voor fietsers en voetgangers (VRU) een jaarlijkse reductie van 47% dodelijke slachtoffers en 12% ernstig gewonde slachtoffers binnen de doelgroep kunnen betekenen (De Hair-Buijssen et al., 2010).
- **Onderrijbeveiliging bij vrachtwagens en bussen:** een open systeem zou tot 25% reductie in doden en ernstig gewonden kunnen leiden, gesloten zijafscherming tot 35% (Van Kampen & Schoon, 1999). Dit effect zit deels in het feit dat onderrijbeveiliging zorgt dat de tegenpartij niet onder het voertuig komt, maar ook dat diens veiligheidsvoorzieningen daardoor minder goed werken (in geval van een auto als tegenpartij).

B2.5 Effecten van vergevingsgezinde maatregelen aan de verkeersdeelnemer

De hier besproken maatregelen zijn afhankelijk van de vraag in hoeverre de verkeersdeelnemer ze aantrekt en/of goed gebruikt.

- **Helmen:** bieden bescherming tegen hoofdletsel. Motorhelmen blijken de kans op dodelijke letsel met 42% te reduceren en de kans op ernstig hoofdletsel met 69% (Liu, 2008). De effectiviteit van bromfietshelmen is niet bekend. Uit buitenlands onderzoek blijkt dat een fietshelm tot 69% reductie in ernstig hoofdletsel kan leiden en 65% reductie in dodelijk hoofdletsel (Olivier & Creighton, 2016). Een fietshelm zou vooral beschermen tegen de (veelal secundaire) val op de grond, en niet of nauwelijks tegen de klap met een voertuig (Fingleton & Gilchrist, 2013).
- **Beschermende kleding:** met name motorrijders dragen beschermende kleding. Uit onderzoek blijkt dat een speciale motorbroek en -laarzen de kans op ernstig letsel aan het onderlichaam met 68% kunnen reduceren. Een beschermende motorjas en handschoenen kunnen tot 48% reductie van letsel aan handen en polsen bewerkstellingen (De Rome, Stanford & Wood, 2003).

B2.6 (Bio)mechanicaresultaten van tien jaar Duurzaam Veilig-beleid

Uit de evaluatie van tien jaar Duurzaam Veilig (Weijermars & Van Schagen, 2009) blijkt ten aanzien van de homogeniteit en vergevingsgezindheid dat de volgende resultaten te zijn geboekt die vanuit het *Startprogramma Duurzaam Veilig zijn* aangezwengeld:

- De Duurzaam Veilig-principes zijn vertaald naar richtlijnen voor wegontwerp.
- Er zijn snelheidsremmende maatregelen aangebracht op erftoegangswegen (ETW): op ruim 70% van de ETW30 (kruispunten en/of wegvakken) en op 45% van de ETW60 (vooral kruispunten).

Uit de evaluatie blijkt verder het volgende:

- 59% van de gebiedsontsluitingswegen met een 50km/uur-limiet (GOW50) is uitgerust zijn met vrijliggende fietspaden. In drie van de vier situaties met vrijliggende fietspaden is de bromfiets naar de rijbaan gegaan.
- Op GOW80 hebben nog maar weinig wegen veilige berm; twee op de drie wegen hebben een 'geslotenverklaring' voor langzaam gemotoriseerd verkeer en 10% heeft een fysieke rijrichtingscheiding.
- Op kruispunten met GOW's is er nog maar weinig sprake van snelheidsremming.

Effecten:

- De Zone 30 heeft naar schatting 51 tot 77 (geregistreerde) doden bespaard in 2008 ten opzichte van 1998.
- De aanleg van 60km/uur-wegen heeft naar schatting geleid tot 60 bespaarde (geregistreerde) verkeersdoden in 2008 ten opzichte van 1998.
- De maatregel 'Bromfiets op de rijbaan' blijkt te leiden tot 15% reductie in ongevallen waarbij een bromfietser betrokken is (AVV, 2001).

Infrastructurele maatregelen en voertuigmaatregelen die in Duurzaam Veilig passen en die vooral uitwerking geven aan het homogeniteits- en fysieke vergevingsgezindheidsprincipe, hebben voor een reductie van ten minste 160 tot 245 (geregistreerde) verkeersdoden gezorgd in 2008 vergeleken met de situatie in 1998.

B2.7 Het effect van massaverschillen op ongevallen

Berekeningen hebben aangetoond dat tussen 1985 en 2005 de gemiddelde massa van het wagenpark met 10 kilo is toegenomen (Van Kampen, 2004). Aangenomen dat de remafstand gelijk is gebleven, is daardoor de kans op dodelijke afloop door een aanrijding tussen twee auto's in deze periode met 5% toegenomen. Dit staat los van de toegenomen veiligheid van auto's voor inzittenden.

B3 Resultaten van toepassingen op het gebied van PSYCHOLOGICA

B3.1 De rol van gevaarherkenning bij het ontstaan van ongevallen

Uit Amerikaans onderzoek blijkt dat in ongevallen met jonge onervaren automobilisten in 44% van de gevallen gebrek aan gevaarherkenning een rol had gespeeld. Daarnaast werden afleiding (23%) en te hard rijden voor de omstandigheden (21%) als belangrijke oorzaken gevonden bij deze groep (McKnight & McKnight, 2003).

Bestuurders die beter zijn in gevaarherkenning blijken uit internationaal onderzoek naar verhouding minder vaak betrokken bij ongevallen (zie Vlakveld, 2011).

B3.2 Psychologische factoren die een rol spelen in de oorzaken van ongevallen

In een veel aangehaalde Amerikaanse *tri-level*studie (Treat et al., 1977) werd gevonden dat 63%-93% van de ongevallen (mede) veroorzaakt wordt door menselijke factoren. Dit betreft vooral herkenningfouten (perceptie en begrijpen), beslisfouten, uitvoeringsfouten en niet-uitgevoerde handelingen. Er zijn meer studies die deze orde van grootte vinden als het gaat om de rol van menselijke fouten als oorzaak van verkeersongevallen (zie ook NHTSA, 2015; Salmon, Regan & Johnston, 2005).

Ook in recentere dieptestudies die zijn uitgevoerd in Nederland (zie bijvoorbeeld Davidse, 2011; Davidse & Van Duijvenvoorde, 2012; Davidse et al., 2014) komt een aanzienlijk aandeel expliciete maar ook impliciete mens-gerelateerde oorzaken aan het licht: factoren die gerelateerd zijn aan statusonderkenning van betrokken verkeersdeelnemers, maar ook gedrag van anderen op of langs de weg en (meer impliciet) gedrag van systeemontwerpers.

B3.3 Effecten van toelatingsmaatregelen tot het verkeer

- Theorie-examen: er is in onderzoek nauwelijks bewijs gevonden dat het verplicht afnemen van een theorie-examen positieve effecten heeft op de verkeersveiligheid, veilig gedrag en de slaagkans van het praktijkexamen (Simpson et al., 2002). Het ontbreken van dit verband zou kunnen liggen aan het veelal ontbreken van toetsen van hogere-ordevaardigheden zoals gevaarherkenning, verkeersinzicht en persoonlijke doelen (Goldenbeld et al., 2013).
- Praktijkexamen en rijbewijsverlening: uit internationaal onderzoek blijkt dat mensen met een geldig rijbewijs een lager ongevalsrisico hebben dan mensen die rijden zonder geldig rijbewijs. Dit is overigens een combinatie van mensen die nooit een geldig rijbewijs gehaald hebben en mensen met een rijontzegging. Rijden zonder geldig rijbewijs leidt in Nederland naar schatting tot een 2,5 keer hoger risico dan rijden met geldig rijbewijs. Zouden deze mensen effectief uit het verkeer geweerd worden, dan zou dat enkele procenten minder ernstige auto-ongevallen tot gevolg hebben.
- Toelating met functiebeperkingen en leeftijdsafhankelijke keuring: uit internationaal onderzoek blijkt dat rijden met hersenaandoeningen en cognitieve stoornissen (zoals dementie, beroerte, epilepsie) een hoger ongevalsrisico geeft dan functiebeperkingen die te maken hebben met matige zichtscherpte, terwijl daar vaak bij de leeftijdsgebonden keuring veel aandacht aan wordt besteed. Landen met een leeftijdsgebonden keuring blijken niet minder ongevallen met ouderen te hebben dan landen zonder een dergelijke keuring (Vlakveld & Davidse, 2011).
- Alcohollimiet: het instellen van limieten zoals een alcohollimiet heeft doorgaans effect op het gedrag (bijvoorbeeld een reductie in het aandeel mensen dat onder invloed rijdt van alcohol). Het effect is wel voor een groot deel afhankelijk van begeleidende handhaving (zie SWOV, 2016b).
- Alcoholslot: Uit verschillende buitenlandse studies blijkt dat het alcoholslot tot een reductie van 65%-90% in recidive leidt ten opzichte van een rijontzegging of ongeldigverklaring van het rijbewijs (Bax, 2001; Bjerre & Bergman, 2004). Na verwijdering van het alcoholslot schieten mensen vaak weer in hun oude gewoonte terug (Beirness & Robertson, 2002; SWOV, 2016a).

B3.4 Effecten van voorlichting over risico's, regels en veilig gedrag in het verkeer

- Bewustwording van gevaren in het verkeer: voorlichting kan bijdragen aan bewustwording van problemen, maar de effectiviteit hiervan hangt zowel af van de kenmerken van de doelgroep (o.a. competenties) als van het onderwerp (hoe ver staat het onderwerp af van de gangbare norm en dat wat leeft; SWOV, 2017e).
- Gedrag en verkeersregels: er is weinig verband gevonden tussen kennis van de verkeersregels en verkeersveiligheid (Goldenbeld & Houwing, 2001; Senserrick & Haworth, 2005). Campagnes die voorlichting combineren met handhaving (zoals de fietsverlichting-, BOB- en Goochem-campagnes voor respectievelijk rijden onder invloed en gordeldracht op de achterbank)

blijken succesvol in het veranderen van gedrag (DVS, 2009; Goldenbeld & Schaap, 1999). Ook voorlichting in combinatie met beloning heeft een positief effect op gedragsverandering (Delhomme et al., 2009; Hoekstra & Wegman, 2011). Voorlichting zonder aanvullende maatregel heeft weinig tot geen effect op gedragsverandering maar kan wel bijdragen aan attitudeverandering, draagvlak, bewustwording en agendering van problemen (Mathijssen, 2006; SWOV, 2017e). Verder is het van belang om vooral de voordelen van het gewenste gedrag te benadrukken (Goldenbeld, De Craen & Wildervanck, 2012; Hoekstra & Wegman, 2011). Invloed van voorlichting op ingesleten gewoontegedrag is nihil (Wakefield, Loken & Hornik, 2010).

- Gebruik van beschermingsmiddelen: de effectiviteit van deze campagnes bleek af te hangen van de mate waarin het onderwerp al leeft bij de bevolking en het gemak waarmee het gedrag is aan te passen (hoofdsteunen: Rooijers & De Bruin, 1988), en als het gecombineerd wordt met bestraffing of beloning (gordeldracht: DVS, 2009). Campagnes blijken effectiever als ze aansluiten bij maatschappelijke trends en gedragspatronen. Communicatie over maatschappelijke normen vindt vooral informeel plaats (Renes et al., 2011).

B3.5 Effecten van educatie en training gericht op verbetering van taakbekwaamheid

- Rehabilitatiecursussen (EMA, EMG en LEMA.): eerste evaluaties laten zien dat rehabilitatiecursussen een positief effect hebben op (zelfgerapporteerde) kennis en houding (Nägele, Vissers & Reurig, 2010; Vissers & Van 't Hoff, 1998). Een eerste studie naar recidive duidt erop dat de LEMA wel effect lijkt te hebben na de cursus, de EMG niet (Blom, 2013), maar vervolgonderzoek zal uitwijzen hoe deze effecten op de langere termijn zijn. De cursussen zijn niet geschikt voor mensen met verslavingsproblemen en psychische stoornissen (SWOV, 2015b). Internationale studies laten zien dat rehabilitatiecursussen over het algemeen een licht positief effect hebben op reductie van overtredingen en soms ook op ongevallen, maar dan vooral in combinatie met een tijdelijk ingetrokken rijbewijs (Boets et al., 2008; Masten & Peck, 2004; SUPREME, 2007).
- Verkeerseducatie aan kinderen en jongeren: de effectiviteit van cursussen voor jonge verkeersdeelnemers hangt mede af van hun leeftijdsgebonden competenties (SWOV, 2017d). Een Nederlandse evaluatie liet zien dat circa de helft van de programma's (zes van de elf) effectief tot verbeterd gedrag leidde kort na de cursus (zoals het dodehoek-programma 'Veilig op weg'; Twisk, Vlakveld & Commandeur, 2007), de andere niet. Dit bleek niet afhankelijk van het onderwerp, maar vermoedelijk meer van de gekozen methode. Langetermijneffecten op gedrag en effecten op ongevalsrisico zijn onbekend. Uit een recente Europese studie blijkt dat effectieve verkeerseducatie vooral training van hogere-ordevaardigheden bevat (vermijden van afleiding tijdens het rijden, gevaarherkenningstraining, omgaan met technologische ontwikkelingen) en daarnaast een minimale hoeveelheid oefenen op de openbare weg, in verschillende omstandigheden, zowel bij licht als bij duisternis (Helman et al., 2016).
- Verkeerseducatie aan ouderen: de BROEM-cursussen voor ouderen waren gericht op een rijvaardigheidsanalyse aangevuld met kennisoverdracht. Uit een evaluatie van de geactualiseerde cursus (Davidse & Hoekstra, 2010) bleek dat deelnemers zelf het beeld hadden dat hun kennis en zelfvertrouwen was toegenomen. De kennis bleek in de praktijk echter niet te zijn verbeterd. Verbetering in rijgedrag is niet geëvalueerd. In 2016 is de BROEM-cursus overigens gestopt vanwege de kosten en omdat de cursus achterhaald zou zijn.
- Training van specifieke vaardigheden: blijken meestal te kort en gericht op te specifieke en weinig voorkomende omstandigheden (bijvoorbeeld een antislipcursus) om daadwerkelijk vaardigheden 'op ruggenmergniveau' (dat wil zeggen: op het niveau dat mensen niet meer hoeven na te denken over de juiste handelingen maar dit in een soort reflex doen) te krijgen; bovendien geven ze cursisten ten onrechte de indruk dat ze bepaalde vaardigheden hebben opgedaan. Zij blijken dan ook niet bij te dragen aan ongevallenreductie in die situaties die ze beogen te trainen (Elvik & Vaa, 2004).

- Training van gevaarherkenning: het herkennen en analyseren van risico's in het verkeer blijkt aan te leren door ervaringen in de praktijk, maar ook door 'droog' te trainen met beelden van gevaarlijke situaties. Het is echter nog onvoldoende duidelijk of kortstondig trainen beklijft en of het ongevalrisico in het verkeer daadwerkelijk afneemt door alleen een korte training (Boele, De Craen & Erens, 2013; SWOV, 2014).

B3.6 Effecten van maatregelen ter bevordering van veilig verkeersgedrag

- Verboden: een verlaging van de snelheidslimiet levert meestal een lagere gemiddelde snelheid op die 25% tot 50% van de limietwijziging bedraagt (zie Wilmot & Khanal, 1999).
- Politiehandhaving: politiecontroles hebben in principe een positieve invloed op regelnaleving als de pakkans groot genoeg is en mensen – mede op basis daarvan – zelf ook de pakkans redelijk groot inschatten (Goldenbeld, 2005).
- Directe beboeting: de preventieve werking van politiecontrole is naast een grote pakkans groter als de sanctie sneller volgt op de overtreding en naarmate er meer draagvlak is voor het gehandhaafde gedrag (Goldenbeld, 2005).
- Sanctiehoogte: de hoogte van de sanctie blijkt minder maatgevend voor de effectiviteit van verkeershandhaving dan de pakkans (Goldenbeld, Van Wijk & Mesken, 2013).

B3.7 Effecten van mensgerichte maatregelen in de fysieke omgeving

- Lichtvoering: lichtvoering door fietsers kan tot 17% reductie van fietsongevallen met gemotoriseerd verkeer leiden (Kuiken & Stoop, 2012). Ook zijn er aanwijzingen dat wanneer fietsers overdag ook hun licht aan zouden hebben, een reductie van 41% in letselongevallen te verwachten is, met name doordat fietsers met permanente verlichting in de schemering beter zichtbaar zijn (Madsen, Andersen & Lahrmann, 2013). Als ze zelf besluiten hun licht aan te doen, is de schemerfase vaak al voorbij en is het vaak al donkerder.
- Reflectie: op basis van buitenlandse studies schat SWOV dat verplicht aanwezige retroreflecterende contourmarkering op vrachtwagens bij schemer en duisternis een 10%-30% reductie van het aantal ongevallen met vrachtverkeer zou betekenen (De Niet, Goldenbeld & Langeveld, 2002).
- Dodehoekspiegel: de invoering van de dodehoekspiegel heeft in 2002 -2003 naar schatting 10 verkeersdoden bespaard, maar het effect bleek daarna weer teniet te zijn gedaan. Een verklaring voor dit kortstondige effect was dat de destijds geïmplementeerde dodehoekspiegel niet zo zeer effectief bleek, maar dat verhoogde alertheid vooral aan het effect had bijgedragen (Schoon, 2006). De introductie van bollere breedtespiegels en trotoirspiegels en een vooruitkijkspiegel in 2007 hebben de oude dodehoekspiegel overbodig gemaakt en bestrijken een groter oppervlak.
- Herkenbaarheid van wegen: met name autosnelwegen blijken goed herkenbaar door aanwezigheid van portalen, geleiderails en vluchtstrook. Fietsstroken blijken geschikt om de verwachting op te roepen dat er fietsers op de rijbaan kunnen zijn (Davidse et al., 2007; Kaptein & Theeuwes, 1996). Uit onderzoek naar de Essentiële Herkenbaarheidskenmerken is gebleken dat de toepassing van deze markering ertoe bijdraagt dat verkeersdeelnemers verschillende wegtypen kunnen onderscheiden, maar dat door de gevarieerde toepassing en de keuze voor markering die voor de verkeersdeelnemer niet in alle gevallen betekenisvol is (onderbroken versus doorgetrokken kantmarkering), wegen hiermee niet automatisch de gewenste verwachtingen oproepen (Davidse et al., 2007). Daarnaast blijkt gewenst rijgedrag vooral beïnvloed te worden door het algehele wegontwerp (Aarts, Davidse & Christoph, 2007).

B3.8 Psychologica-resultaten van tien jaar Duurzaam Veilig-beleid

De evaluatie van tien jaar Duurzaam Veilig (Weijermars & Van Schagen, 2009) laat de volgende ontwikkelingen zien die verband houden met psychologisch ingestoken Duurzaam Veilig-maatregelen:

Infrastructuur

- In 2004 verschijnt de Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidskenmerken (EHK; CROW, 2004c).
- Uit een enquête onder wegbeheerders blijkt in 2008 dat buiten de bebouwde kom circa 75% van de erftoegangswegen en circa 40% van de gebiedsontsluitingswegen is voorzien van EHK.
- Wel blijkt dat uniformiteit van inrichting ten bate van herkenbaarheid niet op alle aspecten is gerealiseerd: er bestaan regionaal afwijkende uitwerkingen en ook de voorrang op rotondes is niet overal hetzelfde (Aarts et al., 2006).
- Daarnaast blijkt dat op 70% van de 30km/uur-gebieden snelheidsremmende maatregelen zijn aangebracht op zowel wegvakken als kruispunten. Op de 60km/uur-wegen is dit in 45% het geval. Het toevoegen van snelheidsremmende maatregelen wil overigens niet altijd zeggen dat de inrichting daarmee ook leidt tot een voor verkeersdeelnemers geloofwaardige snelheidslimiet. Dat blijkt ook uit het feit dat met name op 60km/uur-wegen de snelheid nauwelijks is veranderd.
- Effectiviteit: schattingen op basis van onderzoek gaan uit van 20%-30% reductie van ernstige ongevallen in 30km/uur-gebieden en 24% in 60km/uur-gebieden. Dit effect is een gecombineerd effect van natuurkundige en psychologische wetmatigheden.

Educatie

- Er is een 'toolkit permanente verkeerseducatie' ontwikkeld die voor alle leeftijdsgroepen een aantal projecten en leerdoelen beschrijft.
- Voorlichtingscampagnes vinden vanaf nu gecoördineerd plaats onder de noemer 'Daar kun je mee thuiskomen'.
- Effectiviteit: uit een evaluatie van elf educatieprogramma's voor kinderen (Twisk, Vlakveld & Commandeur, 2007) en een educatieprogramma voor ouderen (Davidse & Hoekstra, 2010) bleek dat van zes van de kinderprogramma's een positief effect op veiliger verkeersgedrag kon worden vastgesteld. De effectiviteit van de coördinatie van campagnes is niet goed te beoordelen omdat de effectiviteit mede afhangt van begeleidende handhaving. In combinatie met handhaving blijken de BOB-campagne en de Goochem-gordelcampagne effectief te zijn geweest.

Handhaving

- De instelling van de regionale verkeershandhavingsteams heeft ertoe geleid dat het politietoezicht flink is geïntensiveerd. Daarnaast is ook de effectiviteit van het toezicht verbeterd door de inzet van techniek (camera's en trajectcontrole) en kentekening van gemotoriseerde tweewielers.
- Effectiviteit: de handhavingsinspanningen zijn vooral in verband gebracht met een toename van het gordelgebruik en een reductie van rijden onder invloed in weekendnachten.

B3.9 Aanbevelingen voor veilig ontwerp vanuit de informatieverwerking van mensen

10 Gouden regels om rekening te houden met de weggebruiker (Wildervanck, 2008); PIARC-verkeersveiligheidshandboek voor veilige inrichting van wegen (PIARC, 2015); Ontwerprichtlijnen voor veilig ontwerp van voertuiginformatie voor weggebruikers (Kroon et al., 2016).

10 Gouden regels van Rijkswaterstaat (Wildervanck, 2008):

- Verkeersdeelnemer heeft vaak egoïstische motieven.
- Verkeersdeelnemer kan niet alles tegelijk.
- Vertellen biedt geen garantie voor goed gedrag.
- Verkeersdeelnemer accepteert alleen voor hem zinvolle maatregelen.
- Gedrag is vaak verrassend.
- Verwachtingen sturen het verkeersgedrag.
- Heb een plan B als het fout gaat.
- Vertel alleen wat echt belangrijk is.

- Breng de verkeersdeelnemer niet in de war.
- Informatie moet zichtbaar, duidelijk en begrijpelijk zijn.

Veilige ontwerpregels PIARC (PIARC, 2015):

- Bied de bestuurder voldoende tijd om te reageren.
- De weg moet een veilig zichtveld bieden.
- De wegomgeving moet overeenkomen met de perceptiologica van de verkeersdeelnemer.

Ontwerprichtlijnen in-voertuig-informatie Smart Mobility (Kroon et al., 2016):

- Beperk aanvullende werkbelasting.
- Presenteer informatie tijdig.
- Prioriteer de informatie naar relevantie, afhankelijk van context en urgentie.
- Vermijd visuele en auditieve afleiding van de rijtaak.
- Informatie is duidelijk, valide en betrouwbaar.
- Informatie is herkenbaar en overeenkomstig regelgeving langs de weg.
- Informatie is geloofwaardig en gericht op hoge acceptatie en naleving.
- Fysieke interactie met de bestuurder dient tot een minimum beperkt te blijven.
- Informatiediensten beperken negatieve bijeffecten.

B4 Resultaten van toepassingen op het gebied van VERANTWOORDELIJKHEID

B4.1 Voorbeelden van succesvolle bottom-up-benaderingen

De volgende succesvolle voorbeelden van een 'bottom-up'-benadering zijn te noemen (IPO et al., 2009; OECD/ITF, 2016):

- Euro NCAP³²: het sterrensysteem voor auto's heeft geleid tot een verhoging van het kwaliteitsbewustzijn bij industrie en (in mindere mate) ook bij kopers.
- EuroRAP³³: het sterrensysteem voor wegen beoogt eenzelfde doel en in een aantal landen en voor een aantal wegbeheerders heeft dit inderdaad tot meer kwaliteitsbewustzijn geleid (zo heeft Rijkswaterstaat in 2008 verklaard heeft dat haar wegen in 2020 minimaal drie sterren moeten scoren).
- Elektronische stabiliteitscontrole (ESC): deze voertuigmaatregel is met name in Zweden in zeer korte tijd grootschalig ingevoerd door een combinatie van actieve communicatie over de wetenschappelijke evidentie van de voordelen die dit systeem biedt³⁴.
- In 2012 is de ISO 39001³⁵ gelanceerd met goede voorbeelden op het gebied van verkeersveiligheid. Toepassing van deze ISO-norm is op vrijwillige basis maar kan bijdragen aan een beter kwaliteitsbewustzijn en aan de implementatie van een veilig verkeerssysteem.
- In Zwitserland heeft men actoren bewuster gemaakt van de invloed die ze hebben op verkeersveiligheid. Dit heeft uiteindelijk haar weerslag gevonden in de Zwitserse aanpak van verkeersveiligheid zoals weggelegd in 'Via Secura'³⁶.



³² www.euroncap.com/nl

³³ www.eurorap.org

³⁴ https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/esave/esafety_measures_known_safety_effects/electronic_stability_control_en

³⁵ www.iso.org/standard/44958.html

³⁶ www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/verkehrssicherheit/via-sicura.html

B4.2 'Management by objectives' als gestructureerde aanpak voor gedeelde verantwoordelijkheid

De Zweden hebben hun Vision Zero geconcretiseerd aan de hand van tussendoelen (zie bijvoorbeeld Swedish Transport Administration, 2012; Vägverket, 2009). Hiervoor maken ze gebruik van risicofactoren of Safety Performance Indicators (SPI's), zoals het aandeel snelheids-overtreders, rijders onder invloed van alcohol en gordel dragers, maar ook het aandeel verkeer over wegen met minder dan vijf EuroRAP-sterren en aandeel verkeer met minder dan vijf Euro NCAP-sterren, et cetera. Vertaald naar Vision Zero zou het aandeel verkeer binnen ieder van deze risicofactoren uiteindelijk nul moeten worden. De Zweden hebben vervolgens eerst in kaart gebracht wat de daadwerkelijke situatie is. Met diverse actoren – zoals wegbeheerders, verzekeraars, politie, voertuigindustrie – zijn afspraken gemaakt om tot verbeteringen te komen in de genoemde risicofactoren. De resultaten worden gemonitord en regelmatig gezamenlijk besproken.

Indicator	Toestand in 2010	Doelstelling voor 2020
Aandeel verkeersdeelnemers dat zich aan de snelheidslimiet houdt	Nationale wegen: 43% Lokale wegen: 52%	Alle wegen: 80%
Aandeel verkeersdeelnemers dat niet onder invloed is van alcohol	99,74%	99,90%
Aandeel verkeer dat gordel draagt	96%	99%
Aandeel tweewielers dat een helm draagt	Fietsers: 27% Bromfietsers: onbekend	Fietsers: 65% Bromfietsers: wacht op meting
Aandeel veilige auto's in het verkeer (hoogste veiligheidsbeoordeling van Euro NCAP)	35%	80%
Aandeel motorrijders met ABS	18%	70%
Aandeel veilige nationale wegen (aandeel verkeer op wegen met limiet van 80 km/uur of hoger die een niet-overrijdbare rijrichtingscheiding hebben)	67%	100%
Aandeel veilige voetganger, fiets en bromfietsoverstekten (= met plateau of drempel) binnen de kom	Metingen ontbreken nog	Afhankelijk van metingen
Aandeel voetganger- en fietspaden dat goed is onderhouden (geen losse onderdelen, kuilen e.d.)	Metingen ontbreken nog	Afhankelijk van metingen



Tabel gebaseerd op: Swedish Transport Administration (2012).

B4.3 Verdeling van kosten en baten van verkeersveiligheid

Volgens de SER (1999) zullen meer investeringen in verkeersveiligheid bijdragen aan een toename van de welvaart. Er is echter nog onvoldoende sprake van 'internalisering' van kosten: veroorzakers (waaronder ook systeemactoren die onveilig inrichten) draaien nog niet voor alle veroorzaakte kosten van een ongeval op.

De SER adviseert grotere overheidsbijdragen die gelegitimeerd kunnen worden vanuit de gunstige kosten-batenverhouding van verkeersveiligheidsinvesteringen. Wegbeheerders zouden bijvoorbeeld meer geprikkeld kunnen worden tot een veilige en goed onderhouden inrichting door aansprakelijkheidstelling, boetes en beloningen.

Kosten van verkeersongevallen en baten van verkeersveiligheidsmaatregelen zijn ongelijk verdeeld over betrokkenen. Hieronder een overzicht van kostendragers en baathebbers (Wijnen, 2014).

Kostendragers en baat-hebbers	Kosten	Baten*
Particulieren	>€ 10 mld.; immateriële kosten, voertuigschade, afhandelingskosten verzekeraars, letsel-schadevergoeding (incl. niet-verzekerde), inkomensverlies, medische kosten, rechtsbijstand, uitvaart-kosten, bezoeken, filekosten	Reductie in ongevalkosten, minder boetes, reistijdwinst.
Bedrijven	>€ 1,3 mld.; schade voertuigen, omzetverlies, arbeidsongeschiktheidspremies, afhandelingskosten verzekeraars, filekosten, medische kosten (werkgeversbijdrage)	Werkgelegenheid door uitvoer of verkoop maatregelen
Overheid	€ 0,3 mld.; opsporing veroorzakers, afhandeling ongevallen, medische kosten (thuiszorg, zorgtoeslag, AWBZ), woningaanpassing, brandweer, vervolging, rechtsbijstand	Inkomsten van boetes
Totaal	€ 12,5 mld.	



* Deels afhankelijk van de ingevoerde maatregelen.

B4.4 Resultaten van verantwoordelijkheidsverdeling in de Actie -25% en het Startprogramma Duurzaam Veilig

Uit de evaluatie van de Actie -25% (Mulder, 1994) bleek dat vrijwel alle gemeenten hadden deelgenomen. De actie kon daarnaast vooral in verband worden gebracht met grondigere verkeersveiligheidsanalyses en betere samenwerking met de regionale organen verkeersveiligheid (ROV's). Andere doelen waren niet zonder meer verbeterd. Dit werd deels geweten aan de manier waarop de sturingsdoelen geformuleerd en geconcretiseerd waren

Uit evaluaties van het *Startprogramma Duurzaam Veilig* (Goudappel Coffeng & AVV, 2005; Weijermars & Van Schagen, 2009) blijken de volgende resultaten³⁷ in verband met organisatie en verantwoordelijkheden:

Stuwende kracht (lead agency):

- Het ministerie van Verkeer en Waterstaat trad op als aansturend orgaan in dit convenant en maakte in het convenant 24 afspraken met decentrale overheden (provincies, gemeenten en waterschappen).
- Naast de inhoudelijke afspraken over uit te voeren maatregelen stelde het ministerie 50% cofinanciering voor de uitvoering van het gehele convenant ter beschikking, waarvan 400 miljoen gulden (182 miljoen euro) voor de aanleg van infrastructuur.

Resultaten:

- Categorisering van wegen: vóór 2000 zouden alle wegbeheerders hun wegennet hebben opgedeeld in verkeersaders en verkeersluwe gebieden gevolgd door categorisering in stroomwegen, gebieds-ontsluitingswegen en erftoegangswegen volgens de CROW-richtlijn (1997). In 2003 bleken vrijwel alle wegen gecategoriseerd te zijn. Wel bleken wegbeheerders



³⁷ In dit overzicht hebben we ons beperkt tot de resultaten als direct gevolg van het *Startprogramma Duurzaam Veilig*; de invoering van een aantal maatregelen heeft daarna nog verdere ontwikkelingen gekend (zie Weijermars & Van Schagen, 2009).

daarbij niet altijd de richtlijnen te hebben gevolgd en bleek er een grote verscheidenheid aan wijzen van categorisering.

- Aanleg 30km/uur-gebieden binnen kom: 12.000 kilometer aanleg beoogd (cofinanciering hiervoor beschikbaar), uiteindelijk 19.000 kilometer aangelegd. Omdat gemeenten veel meer 30km/uur-wegen hebben aangelegd dan beoogd, heeft het Rijk voor 36% bijgedragen in plaats van de beoogde 50%. Wel is het grootste deel van deze wegen sober aangelegd.
- Aanleg 60km/uur-gebieden buiten kom: 3.000 kilometer aanleg beoogd (cofinanciering beschikbaar); uiteindelijk is er 10.000 kilometer aangelegd. Aanlegkosten bleken hoger uit te vallen dan gedacht al is ook hier het grootste deel van de wegen sober ingericht. De hogere aanlegkosten en het feit dat er meer is aangelegd dan beoogd maken dat het Rijk uiteindelijk voor 18% financieel heeft bijgedragen.
- Uniformering van voorrang op rotondes: er is afgesproken dat het verkeer op de rotonde voorrang heeft op het naderende verkeer, en dat fietsers op vrijliggende fietspaden buiten de kom geen voorrang hebben op het gemotoriseerde verkeer; binnen de bebouwde kom hebben zij wel voorrang. Buiten de bebouwde kom is de voorrang vrijwel overal volgens de afspraken geregeld; binnen de bebouwde kom voor 60%.
- Regeling van voorrang op verkeersaders: ter uniformering van de voorrangsregelingen met het buitenland, waarbij ook langzaam verkeer van rechts voorrang heeft op ongeregelde kruispunten, was de afspraak dat wegbeheerders uiterlijk in 2000 op verkeersaders de voorrang expliciet met bebording zouden regelen. Dit is gebeurd en in 2001 is de regel ingevoerd dat langzaam verkeer van rechts voorrang heeft op ongeregelde kruispunten.
- Bromfiets op de rijbaan: om het verkeer beter te homogeniseren is er geëxperimenteerd met bromfietsers binnen de bebouwde kom op de rijbaan te laten rijden. Deze maatregel is uiteindelijk in 1999 definitief ingevoerd. Op ongeveer 2.000 kilometer wegen binnen de bebouwde kom (circa 50%) is de maatregel ingevoerd. Wel blijkt de wijze van invoering niet uniform tussen wegbeheerders.
- Ontwikkeling van ontwerprichtlijnen: uiterlijk 1999 zouden wegbeheerders ontwerpcriteria tegemoet kunnen zien om te gebruiken bij het uitvoeren van de infrastructurele afspraken. Dit is inderdaad gebeurd; daarnaast zijn in een latere fase nog aanvullende ontwerprichtlijnen verschenen.
- Verkeershandhaving: decentrale overheden zeggen toe verkeershandhaving nadrukkelijker te betrekken bij de prioriteitstelling van de politie; daarnaast zal er een kabinetsstandpunt komen ten behoeve van een adequaat niveau van politietoezicht. Dit leidt in 2001 tot de oprichting van regionale verkeershandhavingsteams die uitsluitend op een aantal gevaarlijke gedragingen handhaven. Er zijn wel aanwijzingen dat deze impuls in verkeershandhaving leidt tot minder aandacht voor verkeer onder de reguliere politie.
- Educatie en communicatie richting verkeersdeelnemers: het Rijk gaat samen met de regionale organen verkeersveiligheid (ROV's) voorlichtingscampagnes verzorgen over de veranderende regelgeving; daarnaast krijgen de ROV's een belangrijke rol bij educatieve projecten in het basis- en voortgezet onderwijs. Uiteindelijk krijgt dit laatste vorm als 'permanente verkeerseducatie', waarvoor ook een 'toolkit' beschikbaar komt.
- Kennisverspreiding tussen verkeersprofessionals: gekoppeld aan het opgerichte kennisplatform voor verkeer en vervoer (VERDI-convenant) wordt een informatiepunt opgericht specifiek voor Duurzaam Veilig. Dit informatiepunt werd tussen 1998-2000 bij wijze van proef door het Rijk gefinancierd en publiceerde diverse nieuwsbrieven en andere publicaties. Het infopunt wordt ook na 2000 nog in leven gehouden en wordt in 2004 ingelijfd bij het CROW, het VERDI-platform bij het KpVV.
- Auditprotocol voor veilige inrichting van wegen: vanaf 1998 zijn auditprotocollen opgesteld, zijn auditors opgeleid en zijn er proefaudits gehouden. Audits zijn in beperkte mate toegepast.
- Inventarisatie alternatieve financiering verkeersveiligheidsmaatregelen: het Rijk heeft in 1999 de SER verzocht met voorstellen te komen. In haar advies heeft de SER gepleit voor meer prioriteit voor verkeersveiligheidsbeleid in de begroting van overheden. Ze bepleit daarnaast om meer volgens normstellingen te gaan werken om zo tot optimale resultaten te komen.

- **Organisatie:** de ondertekenaars van het convenant nemen zitting in een bestuurlijke regiegroep Duurzaam Veilig. Het Rijk financiert de eerste vier jaar hiervoor een bijstandsteam.
- **Voortgangsmonitoring:** er wordt afgesproken om de werking van het convenant jaarlijks te monitoren. Hiertoe dragen wegbeheerders gegevens aan aan de regiegroep, die ze ter bespreking voorlegt aan het Landelijk Overleg Verkeer en Vervoer (LOVV) of het bestuurlijk overleg verkeersveiligheid. In 2000 staat een door het Rijk gefinancierde tussenevaluatie gepland. Deze evaluatie heeft daadwerkelijk plaatsgevonden (SGBO, 2001), gevolgd door nog een eindevaluatie (Goudappel Coffeng & AVV, 2005).

B5 Resultaten van toepassingen op het terrein van LEREN en INNOVEREN

B5.1 Lessen uit de eerste fase Duurzaam Veilig

De evaluatie van het *Startprogramma Duurzaam Veilig* en andere maatregelen (Weijermars & Van Schagen, 2009) die in Duurzaam Veilig passen, brengt aan het licht dat de maatregelen in 2007 naar schatting 300 tot 400 doden heeft bespaard ten opzichte van 1998, een daling van 30%. Wel blijken de maatregelen vooral succesvol te zijn geweest in de reductie van doden en minder in het reduceren van ernstig verkeersgewonden.

Dit heeft dan ook geleid tot verdere analyse en aanbevelingen ten aanzien van het voorkómen van ernstig verkeersgewonden (zie Weijermars et al., 2013). Hierbij spelen vooral ongevallen met fietsers zonder betrokkenheid van gemotoriseerd verkeer een belangrijke rol. Dit heeft er onder meer toe geleid dat er meer aandacht is gekomen voor fietsveiligheid als zelfstandige entiteit in het verkeer, naast de fiets in interactie met het gemotoriseerde verkeer (zie bijvoorbeeld Davidse et al., 2014; Schepers, 2013; Wijlhuizen, Dijkstra & Van Petegem, 2014; Wijlhuizen et al., 2016).

B5.2 Resultaten van koppeling van slachtofferbronnen

Doden

Door koppeling van de doden uit de politieregistratie (BRON), de doodsoorzakenstatistiek van de gemeentelijke basisadministratie en rechtbankverslagen blijkt dat tot 2009 de registratiegraad van doden in BRON boven de 90% is geweest. Vanaf 2009 is dit onder de 90% gedaald. Met name (brom)fietsers worden minder goed geregistreerd.

Uit analyse van de doden blijkt dat auto-inzittenden al jaren de grootste groep vormt. Het aantal doden onder fietsers neemt de tweede plaats in en neemt niet af. Doden onder berijders van scootmobielen en invalidevoertuigen nemen de laatste jaren in aantal toe (zie bijvoorbeeld Weijermars et al., 2016). Dit inzicht heeft ertoe geleid dat er recentelijk meer aandacht is gekomen voor de veiligheid van scootmobielen en invalidevoertuigen en wordt hiernaar onder andere een dieptestudie uitgevoerd.

Ernstig verkeersgewonden

Door de koppeling te leggen tussen slachtoffers in de politieregistratie (BRON) en die in de ziekenhuisregistratie (LBZ), is ontdekt dat de ernstgraad van het letsel volgens de politieregistratie kan verschillen van dat zoals geregistreerd in de ziekenhuizen. Daarnaast missen er ernstig gewonden in de registratie van de politie, met name fietsers die gewond raken zonder betrokkenheid met gemotoriseerd verkeer. Hiervan is slechts een paar procent in de politieregistratie aanwezig; voor ernstig gewonden in ongevallen met gemotoriseerd verkeer is de registratiegraad circa 50% (SWOV, 2017f). Dit inzicht heeft ertoe geleid dat er meer aandacht is gekomen voor fietsveiligheid, vooral ook zonder interactie met gemotoriseerd verkeer (zie bijvoorbeeld Weijermars et al., 2013).

B5.3 Resultaten uit dieptestudies

De ongevallestudies van de Onderzoeksraad voor Veiligheid brengen vooral systeemfouten aan het licht, zoals gebrekkige of zelfs ontbrekende regelgeving, maar ook kennisgebrek bij verkeersdeelnemers.

Bevindingen uit enkele thematische studies vanaf 2000 zijn:

- Ongevallen met voertuigen te water blijken vooral buiten de bebouwde kom te gebeuren na met een wiel in de berm te zijn geraakt. Belangrijkste oorzaken voor een ernstige afloop blijken vooral de elektrische bediening (weigert bij aanraking met water) en gelaagdheid van ramen (lastig in te slaan). Ook constateert de Onderzoeksraad kennisgebrek bij verkeersdeelnemers over wat te doen bij te water raken (Raad voor de Transportveiligheid, 2002a).
- Manoeuvreeerongevallen met vrachtwagens blijken te ontstaan door gebrekkige zichtbaarheid van het voertuig, vormgeving van inritten en gebrekkige kennis bij vrachtwagenchauffeurs en overige verkeersdeelnemers (Raad voor de Transportveiligheid, 2002b). Vrachtwagenongevallen op de autosnelweg blijken vooral verband te houden met verminderde alertheid van vrachtwagenchauffeurs en de economische druk vanuit de werkgever waardoor er te weinig aandacht is voor veiligheid (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2012).
- Ongevallen met (land)bouwvoertuigen blijken vooral samen te hangen met gebrekkige regelgeving (voertuigeisen en gebruikerseisen) waardoor handhaving bemoeilijkt wordt en allerlei wildgroei in voertuigvormen, weggedrag en oneigenlijk gebruikt ontstaat (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2010).
- Gebrekkige regelgeving (voertuigeisen, uniformering en regelgeving met betrekking tot de infrastructuur) blijkt ook een probleem dat een rol speelt bij tramongevallen (Raad voor de Transportveiligheid, 2003b). Daarnaast speelt ook de fijnmazigheid van het tramnet in steden (meer menging met ander verkeer) en incompatibiliteit met het overige verkeer (snel, zwaar en stijf) een rol bij het ontstaan en de ernst van ongevallen.
- Vluchtstrookongevallen komen relatief vaak voor bij problemen met een aanhanger (Raad voor de Transportveiligheid, 2003a). Kennisgebrek is in dit geval niet het probleem, wel het maken van onveilige keuzen. Ook speelt het ontbreken van een vluchtstrook of een strak langs de weg gemonteerde geleiderail een rol bij het op onvoldoende afstand van de rijbaan kunnen parkeren van het voertuig.
- Onveilige N-wegen houden vooral verband met beleidsmatige oorzaken zoals het niet systematisch en transparant in beeld brengen van risico's bij de besluitvorming, complexe besluitvorming door betrokkenheid van meerdere wegbeheerders en een ontbrekend kwaliteitszorgsysteem. Ook speelt een rol dat wegbeheer en verkeersveiligheidsbeleid gescheiden zijn en er geen harde eisen en nationale wettelijke kaders zijn voor de inrichting van infrastructuur, waardoor suboptimale oplossingen mogelijk zijn. Daarbij komt dat investeringen kosteneffectief zijn, maar de baten niet bij de investeerders terecht komen, waardoor er geen financiële prikkels zijn (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2005).

Diepteonderzoek van SWOV biedt inzicht in het ongevalsproces en nieuwe aanknopingspunten voor beleid (zie Davidse, 2012).

- Bermongevallen buiten de bebouwde kom blijken veelal plaats te vinden op locaties die niet voldoen aan de richtlijnen voor veilige bermen en criteria voor krappe boogstralen. Daarnaast worden geen botsvriendelijke lichtmasten toegepast. Ook de wisselwerking tussen de infrastructurele inrichting (bochten, veilige snelheidslimieten) en gedrag (afleiding, gekozen snelheid) speelt een rol (Davidse, 2011).
- Veel bestelauto-ongevallen blijken te maken te hebben met achteruitrijd-manoeuvres en voetgangers achter de bestelauto (Davidse & Van Duijvenvoorde, 2012).
- Fietsongevallen met oudere fietsers zonder betrokkenheid van gemotoriseerd verkeer vallen uiteen in drie categorieën: valongevallen, obstakelongevallen en fiets-(snor)fietsongevallen (Davidse et al., 2014) In veel gevallen – ook de helft van de val- en obstakelongevallen – blijkt de interactie met een andere verkeersdeelnemer een rol te hebben gespeeld. Deze verkeersdeelnemers belemmerden het zicht, beperkte de manoeuvreerruimte of leidde de aandacht af. Wat betreft gedrag bleken met name hoge snelheid (racefietsers) en een rijpositie te dicht

langs de kant van de weg een rol te spelen. Ook een smalle rijbaan, de hellingshoek van het wegdek, paaltjes, ontbrekende bebording en onveilige bermen dragen bij aan het ontstaan van dergelijke ongevallen. In enkele gevallen spelen ook voertuigfactoren (afstelling zadel of remmen) een rol.

B5.4 Resultaten uit naturalistic driving en -riding studies

- INTERACTION heeft inzicht opgeleverd in het gebruik en de interactie tussen gebruikers-systemen in de auto en autobestuurders, zoals de frequentie, locatie en snelheid waarbij systemen gebruikt worden. Uit het onderzoek blijkt dat navigatiesystemen het meest gebruikt worden, gevolgd door de mobiele telefoon, cruisecontrol en andere snelheidssystemen. Systemen worden meestal veilig gebruikt en meer naarmate er langzamer gereden wordt. Onveilig gebruik wordt ook geconstateerd en hangt onder andere samen met over-vertrouwen in systemen die de rijtaak ondersteunen, afnemende eigen vaardigheden, incorrect gebruik van de systemen. Onveiligheid wordt ook vergroot als er verwarring ontstaat op momenten dat meerdere systemen om de aandacht van de bestuurder vragen, bij onbekendheid met de beperking van de systemen en bij slechte rijgewoonten (zie: cordis.europa.eu/project/rcn/90097_en.html).
- Uit het UDRIVE-onderzoek blijkt dat vrachtwagenchauffeurs 20% van hun rijtijd met afleidende activiteiten bezig is; bij automobilisten is dat 10%. Vrachtwagenchauffeurs laten zich daarbij in 3% van de tijd afleiden door de mobiele telefoon, bij automobilisten is dat 4%. Vrachtwagenchauffeurs blijken maar in 20% van de rechts afslaande bewegingen hun dode hoek te checken (zie www.udrive.eu).
- De projecten PROLOGUE, DaCoTA en 2BeSafe waren meer methodologisch van aard en gingen over respectievelijk de haalbaarheid van een Europese naturalistic driving-studie en de mogelijkheden en beperkingen van verschillend ingerichte naturalistic driving-studies, in het laatste geval met gemotoriseerde tweewielers.

Literatuur

3VO (2004). Samenvatting van de meetresultaten. Notitie. 3VO, Huizen.

Aarts, L. (2011). Methoden en instrumenten voor het onderbouwen van verkeersveiligheidsbeleid. Een inventarisatie. R-2011-3. SWOV, Leidschendam.

Aarts, L. (2016). Risicogestuurd verkeersveiligheidsbeleid. Wat is het en wat kun je ermee? Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeersveiligheidscongres 2016, 'sHertogenbosch.

Aarts, L. & Bax, C. (2014). Benchmarking van verkeersveiligheid. Een inventarisatie en aanbevelingen voor de opzet van verkeersveiligheidsbenchmarks in Nederland. R-2014-5. SWOV, Den Haag.

Aarts, L., Dijkstra, A. & Bax, C. (2014). ProMeV: Proactief Meten van Verkeersveiligheid. Inzicht in onveiligheid vóórdat er slachtoffers vallen. R-2014-10. SWOV, Den Haag.

Aarts, L., Eenink, R. & Weijermars, W. (2014). Opschakelen naar meer verkeersveiligheid. Naar maximale veiligheid voor en door iedereen. R-2014-37. SWOV, Den Haag.

Aarts, L. & Nes, N. van (2007). Een helpende hand bij snelhedenbeleid gericht op veiligheid en geloofwaardigheid; Eerste aanzet voor een beslissingsondersteunend instrument voor veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten. D-2007-2. SWOV, Leidschendam.

Aarts, L.T., Davidse, R.J. & Christoph, M. (2007). Herkenbaar wegontwerp en rijgedrag; Een rijsimulatorstudie naar herkenbaarheid van gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom. R-2006-17. SWOV, Leidschendam.

Aarts, L.T., Davidse, R.J., Louwerse, W.J.R., Mesken, J., et al. (2006). Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag; Een theorie- en praktijkverkenning. R-2005-17. SWOV, Leidschendam.

Aarts, L.T., Eenink, R.G., Weijermars, W.A.M., Knapper, A., et al. (2014). Soms moet er iets gebeuren voor er iets gebeurt; Verkenning van mogelijkheden om de haalbaarheid van de verkeersveiligheidsdoelstellingen te vergroten. R-2014-37a. SWOV, Den Haag.

Aarts, L.T., Loenis, B.J.C., Dijkstra, A., Deden, N.Y., et al. (2016). Risicofactoren nader onderzocht: 50 km/uur-kruispunten. Het concept van Safety Performance Indicators (SPI's) nader belicht, risicofactoren bij dodelijke ongevallen en kwantificering van roodlichtnegatie. R-2016-17. SWOV, Den Haag.

Aben, R., Hoven, M., Mensink, J. & Talens, H. (2013). Stromen en verblijven. Naar een integrale ontwerpvisie op verkeer en openbare ruimte. CROW, Ede.

Alexander, G.J. & Lunefeld, H. (1986). Driver expectancy in highway design and traffic operations. Report No. FHWA-TO-86-1. Transportation Federal Highway Administration Office of Traffic Operations, Washington DC.

Alink, G., Egeraat, D. van & Hertogh, M. (2009). Een nieuw handelingsperspectief voor duurzame mobiliteit; Deel 1 in de serie 'Duurzame mobiliteit in stad en regio'. Paper gepresenteerd op Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, 19 en 20 november 2009, Antwerpen.

Allers, M.A. & Steiner, B. (2015). Gemeenten in perspectief 2014-2018. Centrum voor Onderzoek van de Economie van de Lagere Overheden, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

Andriesse, H.C. & Hansen, I.A. (1996). De fietsstraat. Onderzoek naar fietsverbindingen door verblijfsgebieden. Faculteit der Civiele Techniek, Vakgroep Infrastructuur, TU Delft, Delft.

ANWB (2013). Aansprakelijkheid van de wegbeheerder. ANWB, Den Haag.

ANWB, Aon, Immers, B., Bosch, J.W., et al. (2017a). Verkeersveiligheid: een nationale prioriteit; Kiezen voor meer veiligheid en minder slachtoffers. 6 april 2017. ANWB, Den Haag.

ANWB, RAI Vereniging, TLN, NS, et al. (2017b). Vooruit! Slimmer, flexibel, groen en veilig. Mobiliteitsalliantie.

Arends, P., Hees, S. van & Bunschoten, N. (2013). Modelaanpak veilig fietsen. Een handreiking voor het opstellen of versterken van een lokale aanpak veilig fietsen. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Vereniging van Nederlandse Gemeenten, Fietsberaad, Twynstra & Gudde, Amersfoort.

Asmussen, E. (1980). Ongelijkheid en ongelijkwaardigheid in het verkeer; De risico's van confrontaties tussen verkeersdeelnemers van verschillende categorie. R-80-10. SWOV, Voorburg.

Asmussen, E. (1983). Van 'heer in het verkeer' tot 'beheerst verkeer'. Proefschrift Technische Hogeschool Delft, Delft.

Asmussen, E. (1996). De Nieuwe Normmens. Commissie Provinciaal Overleg Verkeersveiligheid, Zuid-Holland, Den Haag.

Asmussen, E. & Kranenburg, A. (1985). Dynamische systeembenadering van de verkeersonveiligheid; het fasemodel van het vervoer- en verkeers-(onveiligheids)proces. R-85-57. SWOV, Leidschendam.

AVV (2001). Eindrapportage praktijkproef Intelligente Snelheidsaanpassing. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV, Rotterdam.

Bakker, N. (2018). *Erik Asmussen, normmens*. In: Verkeerskunde, vol. 1/2018, 23 februari 2018.

Bannink, D. (2013). *Van Rijk naar gemeente: Blijft de boel op orde?* Geraadpleegd april 2018 op Nemo Kennislink.

Barjonet, P.E. & Tortosa, F. (2001). Transport psychology in Europe: a historical approach. In: Barjonet, P.E. (red.), Traffic psychology today. Kluwer Academic Publishers, Boston, p. 13-29.

Bax, C., Eenink, R., Commandeur, J. & Loenis, B. (2017). ProMeV Light. Een invulling van risicogestuurde aanpak van weginfrastructuur. R-2017-7. SWOV, Den Haag.

Bax, C.A. (2001). Alcohol interlock implementation in the European Union; feasibility study; Final report of the European research project. D-2001-20. SWOV, Leidschendam.

Bax, C.A. (2012). Historie en toekomst: ruim honderd jaar verkeersveiligheidsbeleid en -kennis in Nederland. R-2012-11. SWOV, Leidschendam.

Bax, C.A., Litjens, B.P.E.A., Jagtman, H.M. & Pröpper, I.M.A.M. (2008). Samenwerking bij het aanleggen van 60km/uur-gebieden; Eindrapport. R-2008-7. SWOV, Leidschendam.

Bax, C.A., Wijnen, W., Vissers, L. & Schagen, I.N.L.G. van (2015). Wet of richtlijn? Werkt de wet geluidhinder beter dan de richtlijnen voor verkeersveiligheid? R-2015-24. SWOV, Den Haag.

Beenker, N., Mook, H. van, Dijkstra, A. & Ruijter, M. de (2004). Waterschap gaat door met 60 km-gebieden: eerste evaluatiegegevens 60 km-maatregel tonen significant verkeersveiligheidseffect. In: Verkeerskunde, vol. 55, nr. 2, p. 26-31.

Beirness, D.J. & Robertson, R.D. (2002). Best practices for alcohol interlock programs: findings from two workshops. In: the 16th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety T2002. Volume 1, Montreal, p. 119-124.

Berends, E.M. & Stipdonk, H.L. (2009). De veiligheid van voetgangers en fietsers op 30km/uur-erftoegangswegen; De invloed van de inrichting van erftoegangswegen binnen de bebouwde kom op ongevallen tussen langzaam verkeer en motorvoertuigen. R-2009-6. SWOV, Leidschendam.

Birch, E.L. (1980). Radburn and the American planning movement. In: Journal of the American Planning Association, vol. 46, nr. 4, p. 424-431.

Bjerre, B. & Bergman, H. (2004). The Swedish ignition interlock programme; is it possible to forecast which DWI offenders will succeed in the programme and which will not? In: The 17th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety T2004. Glasgow.

Blerck, H. van, Boer, K.-J. & Hauptmeijer, W. (2011). Over heggen, heulen en hovelingen. Een interactief inrichtingsplan in de vorm van een catalogus met een bouwdoos. Paper nr. 1. Paper gepresenteerd op Verkeerskundecongres, 2 november 2011, Nieuwegein.

Bliss, T. & Breen, J. (2008). Implementing the Recommendations of The World Report on Road Traffic Injury Prevention Country guidelines for the conduct of road safety management capacity reviews and the related specification of lead agency reforms, investment strategies and safety programs and projects. Global Road Safety Facility. World Bank, Washington.

Blom, M. (2013). Recidivemeting LEMA en EMG 2009. Achtergrondkenmerken en strafrechtelijke recidive van de eerste LEMA- en EMG-deelnemers - tussentijdse rapportage. No. Memorandum 2013-2. WODC, Den Haag.

Blomberg, R.D., Peck, R.C., Moskowich, H., Burns, M., et al. (2005). Crash risk of alcohol involved driving: A case-control study. Dunlap and Associates, Inc., Stamford.

Boele, M., Panneman, M., Adriaensens, L., Goldenbeld, C., et al. (2016). Fietshelmcampagne 'Coole kop, helm op!' in Zeeland. Evaluatie van de effecten. Provincie Zeeland, Middelburg.

Boele, M.J., Craen, S. de & Erens, A.L.M.T. (2013). De effecten van een eendaagse voortgezette rijopleiding voor motorrijders. R-2013-3. SWOV, Leidschendam.

Boer, N.A. de (1964). Integratie van het Verkeer in de stedenbouw. In: Boer, N.A. de, et al. (red.), Verkeersordering. PT Monografieën-reeks 28. Technische Uitgeverij H. Stam, p. 4-11.

Boets, S., Meesman, U., Klipp, S., Bukasa, B., et al. (2008). State of the Art on Driver Rehabilitation: Literature Analysis & Provider Survey. Deliverable 5.1.1. DRUID Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines. Brussels. Europese Commissie, Brussel.

Breider, A., Groot, I. de & Nederveen, A.A.J. (2006). Delft bouwt vierde weg. In: Verkeerskunde, vol. 10, p. 22-27.

Broeks, J. & Bijlsma-Boxum, J. (2017). Apparatuurgebruik automobilisten. Rijkswaterstaat, Den Haag.

Brömmelstroet, M. te (2012). Het kruispunt en de fietser. In: Verkeerskunde, nr. 5/2012, 3 september 2012.

Brown, J., Griffiths, M. & Paine, M. (2002). Effectiveness of child restraints; The Australian experience. Research Report RR06/02. Australian New Car Assessment Program ANCAP.

Brundtland Commission (1987). Our common future. World Commission on Environment and Development, Verenigde Naties, Oslo.

Bruhèze, A.A., de la & Veraart, F.C.A. (1999). Fietsverkeer in praktijk en beleid in de twintigste eeuw. Stichting Historie der Techniek, Rijkswaterstaat, Den Haag.

Buchanan, C. (1963). Traffic in Towns; A study of the long term problems of traffic in urban areas. Her Majesty's Stationery Office, London, UK.

Buitelaar, S. (2016). Zorgen over veiligheid op gemeentelijke wegen. In: Binnenlands bestuur, 1 december 2016.

Buiter, H. (2005). Riool, rails en asfalt. 80 jaar straatruimte in vier Nederlandse steden. Walburg Pers.

Calman, K. (2009). Beyond the 'nanny state': Stewardship and public health. In: Public Health, vol. 123, nr. 1, p. e6-e10.

Christoph, M.W.T. (2010). Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen. R-2010-8. SWOV, Leidschendam.

Churchill, T., Stipdonk, H. & Bijleveld, F. (2010). Effects of roundabouts on road casualties in the Netherlands. R-2010-21. SWOV, Leidschendam.

Cialdini, R.B. & Goldstein, N.J. (2004). Social influence: Compliance and conformity. In: Annual Review of Psychology, vol. 55, p. 591-621.

Commission of the European Communities (2003). European road safety action programme: Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: A shared responsibility. Communication from the Commission Com (2003) 311 final. European Commission, Brussels.

Covello, V.T., Sandman, P.M. & Slovic, P. (1988). Risk communication, risk statistics, and risk comparisons: a manual for plant managers. Chemical Manufacturers Association, Washington D.C.

CROW (1997). Handboek categorisering wegen op duurzaam veilige basis. Deel 1: (voorlopige) functionele en operationele eisen. CROW, Ede.

CROW (2002). Handboek wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom: basiscriteria. Publicatie 164a. CROW, Ede.

CROW (2004a). Handboek Veilige inrichting van bermen. Niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom. Publicatie 202. CROW, Ede.

CROW (2004b). Langzaam Rijden Gaat Sneller, een handreiking voor verkeerskundigen. Publicatie 191. CROW, Ede.

CROW (2004c). Richtlijn essentiële herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur: wegwijzer voor implementatie. Publicatie 203. CROW, Ede.

CROW (2005). Richtlijn bewegwijzering. Publicatie 222. CROW, Ede.

CROW (2008). Plattelandswegen mooi en veilig – een beeldenboek. Publikatie 259. CROW, Ede.

CROW (2010). Karakteristieken van voertuigen en mensen. Publicatie 279. CROW, Ede.

CROW (2011a). Duurzaam Veilig en Shared Space. Publicatie Nr. 303. CROW, Ede

CROW (2011b). Seniorenproof Wegontwerp - Ontwerpsuggesties voor een veiliger infrastructuur binnen de bebouwde kom. Publicatie 309. CROW, Ede.

CROW (2012a). ASVV 212 - Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom. Publicatie 723. CROW, Ede.

CROW (2012b). Handboek Basiskenmerken Wegontwerp. Categorisering en inrichting van wegen. Publicatie 315. CROW, Ede.

CROW (2014a). Inspiratieboek snelle fietsroutes. Publicatie 340. CROW, Ede.

CROW (2014b). Lopen loont; de voetganger in beleid, ontwerp en beheer. Publicatie 333. CROW, Ede.

CROW (2014c). Richtlijn bewegwijzering 2014. Publicatie 322. CROW, Ede.

CROW (2016). Ontwerpwijzer Fietsverkeer. Publicatie 351. CROW, Ede.

Davidse, R.J. (2002). Verkeerstechnische ontwerpelementen met oog voor de oudere verkeersdeelnemer; Een literatuurstudie. R-2002-8. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J. (2003a). Op zoek naar de oorzaak van ongevallen. Lessen uit diverse veiligheidsdisciplines. Inventarisatie en beoordeling van onderzoeksmethoden gericht op menselijke fouten. R-2003-19. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J. (2003b). Ouderen en ITS: samen sterk(er)? Literatuurstudie naar de toegevoegde waarde van Intelligente Transportsystemen voor de veiligheid van de oudere automobilist. R-2003-30. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J. (2011). Bermongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventies. Resultaten van een dieptestudie naar bermongevallen op 60-, 70-, 80- en 100km/uur-wegen. R-2011-24. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J. (2012). Diepteonderzoek naar de invloedsfactoren van verkeersongevallen. Samenvatting en evaluatie van de resultaten van de pilotstudie diepteonderzoek 2008-2011. R-2012-19. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J. & Duijvenvoorde, K. van (2012). Bestelauto-ongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventies. Resultaten van een dieptestudie naar ongevallen met bestelauto's binnen de bebouwde kom. R-2012-18. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Duijvenvoorde, K. van, Boele, M., Doumen, M., et al. (2014). Letselongevallen van fietsende 50-plussers. Hoe ontstaan ze en wat kunnen we eraan doen? R-2014-3. SWOV, Den Haag.

Davidse, R.J. & Hoekstra, A.T.G. (2010). Evaluatie van de BROEM-cursus nieuwe stijl. Een vragenlijststudie onder oudere automobilisten. R-2010-6. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Mesken, J., Korswagen, K. & Aarts, L.T. (2007). Herkenning van wegen buiten de bebouwde kom door weggebruikers; De rol van wegkenmerken en informatieverschaffing bij het indelen van wegen. R-2006-16. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Vlakveld, W.P., Doumen, M.J.A. & Craen, S. de (2010). Statusonderkenning, risico-onderkenning en kalibratie bij verkeersdeelnemers. Een literatuurstudie. R-2010-2. SWOV, Leidschendam.

Delbressine, R.R.H.L. (2013). The traffic safety of bicycle streets in the Netherlands. Proefschrift TU-Delft, Delft.

Delhomme, P., De Dobbeleer, W., Forward, S. & Simões, A. (red.) (2009). Manual for designing, implementing, and evaluating road safety communication campaigns; Deliverable 3.2a of Campaigns and Awareness Raising Strategies in Traffic Safety (CAST). Directorate-General for Transport and Energy, European Commission, Brussels.

Deming, W.E. (1986). Out of the crisis. MIT Center for Advanced Engineering Study, Cambridge.

Dijkstra, A. (2000). Veiligheidsaspecten van verkeersvoorzieningen in stedelijke gebieden. R-2000-5. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2004). Kwaliteitsaspecten van duurzaam veilige weginfrastructuur. R-2003-10. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2005). Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers? Welke voorrangsregeling voor fietsers is veilig op rotondes in de bebouwde kom? R-2004-14. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2010). Welke aanknopingspunten bieden netwerkopbouw en wegcatégorisering om de verkeersveiligheid te vergroten? Eisen aan een duurzaam veilig wegennet. R-2010-3. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2011). En route to safer roads; How road structure and road classification can affect road safety. Proefschrift Universiteit Twente. SWOV Dissertatiereeks, SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2017). Veilige verplaatsingen voor ouderen. Ritten en routes van oudere fietsers en oudere automobilisten nader onderzocht. R-2017-23. SWOV, Den Haag.

Dijkstra, A., Eenink, R. & Wegman, F. (2007). Met een veilige snelheid over wegen; SWOV-visie op 'de grijze weg'. In: Verkeerskunde, vol. 58, nr. 7, p. 48-52.

Dijkstra, A. & Hummel, T. (2004). Veiligheidsaspecten van het concept 'Bypasses voor bereikbaarheid'; Analyse van het concept van TNO Inro in het perspectief van Duurzaam Veilig. R-2004-6. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A., Louwerse, R. & Aarts, L. (2010). Veiligheidsgehalte toetsen van verkeersinfrastructuur: hoe doe je dat? Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeerskunde Congres NVC 2010, 3 november 2010, Rotterdam.

Dijkstra, A. & Tromp, H. (2010). Gaat een robuust wegennet samen met Duurzaam Veilig? Verslag van een pilotstudie. R-2010-24. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. & Twisk, D.A.M. (1991). Over beheren en manoeuvreren: Een synthese van verkeerskundige en gedragswetenschappelijke inzichten over functie, vormgeving en gebruik van de verkeersinfrastructuur. R-91-54. SWOV, Leidschendam.

Dingus, T.A., Klauer, S.G., Neale, V.L., Petersen, A., et al. (2006). The 100-Car Naturalistic Driving Study, Phase II - Results of the 100-Car field experiment. DOT HS 810 593. National Highway and Traffic Safety Administration NHTSA, Department of Transportation, Washington D.C.

Drift, R. van der (1992). Cost benefit of the Dutch RIMOB impact attenuator. In: Proceedings of the conference Road safety in Europe. Volume rapport 380A, Part 1 30 September - 2 October, 1992, Berlin, Germany, VTI, p. 253-264.

DSM (2017). Royal DSM Integrated Annual Report 2016. Royal DSM, Heerlen.

Duivenbode, H.P.M. van, Twist, M. van, Veldhuizen, M. & Veld, R. in 't (2000). Kettenmanagement in de publieke sector. Utrecht.

Dupuis, H. (2005). Veilig gedrag in het verkeer: moraal en kennis van zaken. In: Wegman, F. & Aarts, L. (red.), Denkend over Duurzaam Veilig. SWOV, Leidschendam, p. 36-41.

DVS (2009). Thuis komen in 2008; Een overzicht van de monitoringsresultaten van de verkeersveiligheids campagnes in 2003-2008. Dienst Verkeer en Scheepvaart, Rijkswaterstaat, Delft.

Ekman, L. (2017). Vision Zero. Paper gepresenteerd op European Road Safety Summer School, August 28, 2017, Mechelen.

Elliott, M.A., McColl, V.A. & Kennedy, J.V. (2003). Road design measures to reduce drivers' speed via 'psychological' processes: A literature review. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne.

Elvik, R. (1999). Can injury prevention efforts go too far?: Reflections on some possible implications of Vision Zero for road accident fatalities. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 31, nr. 3, p. 265-286.

Elvik, R. (2001). Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 33, nr. 3, p. 327-336.

Elvik, R. & Vaa, T. (2004). The handbook of road safety measures. Pergamon Press, Amsterdam, The Netherlands.

EPZ (2016). OSART Review. Samenvatting veiligheidsonderzoek IAEA Kerncentrale Borssele, September 2014; Resultaten eerste follow-up missie, December 2016. EPZ, Borssele.

EPZ (2017). Voorlopige INES-meldingen 2017. EPZ, Kerncentrale Borssele, Borssele.

Erke, A. (2008). Effects of electronic stability control (ESC) on accidents: A review of empirical evidence. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 40, nr. 1, p. 167–173.

Eugensson, A. (2010). Drive towards zero injuries and fatalities. In: Road Safety 2009; Australasian Road Safety Research Policing Education Conference. November 2009, Sydney.

Euro NCAP (2016). Film & photo protocol. Version 1.2. European New Car Assessment Programme (Euro NCAP).

European Union Agency for Railways (2016). Railway safety performance in the European Union. European Union Agency for Railways, Valenciennes Cedex.

EuroRAP & Euro NCAP (2011). Roads that cars can read; A consultation paper. June 2011. Gedownload van www.eurorap.org.

Ewalds, D., Moritz, G. & Sijstermans, M. (2013). Bromfietsen in Nederland. Centraal Bureau voor de Statistiek CBS, Den Haag/Heerlen.

Ferguson, S.A. (2007). The effectiveness of Electronic Stability Control in reducing real-world crashes: A literature review. In: Traffic Injury Prevention, vol. 8, nr. 4, p. 329-338.

Fietsberaad & CROW (2005). Fietsstraten in hoofdfietsroutes; Toepassingen in de praktijk. Publicatie 216. Fietsberaad en CROW, Ede.

Fietsersbond (2012). Nederland telt bijna 35.000 km fietspad. In: Verkeerskunde, 29 augustus 2012.

Fildes, B.N. & Lee, S.J. (1993). The speed review: road environment, behaviour, speed limits, enforcement and crashes. Report CR 127. Federal Office of Road Safety, Department of Transport and Communication, Canberra.

Fingleton, K. & Gilchrist, M. (2013). A study of the protective capabilities of cycle-helmets in collisions involving motor-vehicles based on computer simulated reconstructions. University College Dublin UCD, School of Mechanical & Materials Engineering, UCA, Dublin.

Fortuijn, L.G.H. (2012). Turborotonde en turboplein: ontwerp, capaciteit en veiligheid. Proefschrift TU Delft, Delft.

Fredriksson, R. & Rosen, E. (2012). Integrated pedestrian countermeasures – Potential of head injury reduction combining passive and active countermeasures. In: Safety Science, vol. 50, nr. 3, p. 400-407.

Fuller, R. (2005). Towards a general theory of driver behaviour. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 37, nr. 3, p. 461-472.

Gemeente Amsterdam (2016). Meerjarenplan verkeersveiligheid 2016-2021. Gemeente Amsterdam, Amsterdam.

Glassbrenner, D. & Starnes, M. (2009). Lives saved calculations for seat belts and frontal air bags. NHTSA Technical Report DOT HS 811 206. NHTSA, Washington, D.C.

Goldenbeld, C. (2002). Publiek draagvlak voor verkeersveiligheid en verkeersveiligheidsmaatregelen; Overzicht van bevindingen en mogelijkheden voor onderzoek. D-2002-2. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C. (2004). Politiek draagvlak voor Intelligente Snelheidsaanpassing – ISA. Interviewstudie onder vertegenwoordigers van Nederlandse politieke partijen. R-2004-5. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C. (2005). Verkeershandhaving in Nederland; Inventarisatie van kennis en kennisbehoeften. R-2004-15. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Craen, S. de & Wildervanck, C. (2012). Pas op voor foute verkeersvrienden. Gedrag en meningen van de Nederlandse automobilist in Europees perspectief. Resultaten van het SARTRE-4 project. In: Verkeerskunde, vol. 63, nr. 7.

Goldenbeld, C., Groot-Mesken, J. de & Temürhan, M. (2017). Nudging van rijsnelheid via Dick Brunaborden: een veldexperiment. De effecten op werkelijk gereden snelheden in vijf gemeenten onderzocht. R-2017-11. SWOV, Den Haag.

Goldenbeld, C. & Houwing, S. (2001). De rijvaardigheid en trainbaarheid van jonge verkeersdeelnemers: een wetenschappelijk experiment met jonge bromfietzers in het verkeer van Leeuwarden en omgeving. R-2001-16. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Popkema, M. & Wildervanck, C. (2008). Verkeershandhaving. In: Handboek verkeersveiligheid. CROW, Ede, p. 343-382.

Goldenbeld, C. & Schaap, J. (1999). Evaluatie van de campagne 'Val op, fiets verlicht'. R-99-16. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Schagen, I.N.L.G. van & Drupsteen, L. (2006). De invloed van weg- en persoonskenmerken op de geloofwaardigheid van 80km/uur-limieten; Een verkennend onderzoek. R-2005-13. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Wijk, A.P. van & Mesken, J. (2013). Sancties in het verkeer. Een vergelijking tussen het terrein van de verkeersveiligheid en de jeugdcriminaliteit. R-2012-12. SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Wijlhuizen, G.J., Vlakveld, W.P., Commandeur, J.J.F., et al. (2013). Evaluatie van het bromfietspraktijkexamen. Onderzoek naar de werking van het bromfietspraktijkexamen en voorbereidende theorielessen op de verkeersveiligheid. R-2013-6. SWOV, Den Haag.

Gorris, T. & Rietveld, P. (2009). Afstemmen ruimtelijke ordening en verkeer en vervoer als sleutel tot duurzame mobiliteit; Deel 2 in de serie 'duurzame mobiliteit in stad en regio'. Paper gepresenteerd op Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, 19 en 20 november 2009, Antwerpen.

Goudappel Coffeng (2001). Erfaansluitingen en verkeersveiligheid. Goudappel Coffeng, Deventer.

Goudappel Coffeng & AVV (2005). Veilig op weg: Monitoring Startprogramma Duurzaam Veilig. Eindverslag. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV, Rotterdam.

Goudappel, H.M. & Perlot, J.A. (1965). Verkeer en stad; Problematiek en ordening van het verkeer in middelgrote en kleine gemeenten. In: Beusekom, H.G. & Jonge, D. de (red.), Stedenbouwkundige studies 4. VUGA-Boekerij, Delft.

Groot-Mesken, J. de (2014). De waarde van nul. Nulvisies en verkeersveiligheidsbeleid. R-2014-8. SWOV, Den Haag.

Haan, P. de (2012). 15 jaar Shared Space. Paper 122. Paper gepresenteerd op het Nationaal Verkeerskundecongres, 31 oktober 2012, 's Hertogenbosch.

Hagenzieker, M.P. (2015). 'Dat paaltje had ook een kind kunnen zijn'. Over verkeersveiligheid en gedrag van mensen in het verkeer. Intreerede 21 oktober 2015 ter gelegenheid van de aanvaarding van het ambt van hoogleraar Verkeersveiligheid aan de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen van Technische Universiteit Delft, Delft.

Hagenzieker, M.P., Commandeur, J.J.F. & Bijleveld, F. (2014). The history of road safety research: a quantitative approach. In: Transportation Research Part F, nr. 25, p. 150-162.

Hair-Buijssen, S. de, Malone, K., Veen, J. van der, Versmissen, T., et al. (2010). VRU Airbag; Effectiveness study. TNO-033-HM-2010-00695/2P. TNO Science and Industry, Delft

Hamilton-Baillie, B. (2008). Shared Space; Final evaluation and results. Keuninginstituut, Provincie Friesland, Leeuwarden.

Hansen, I. (2005). Duurzaam veilig 2: van infrastructuurbeleid naar intelligent sturen. In: Wegman, F. & Aarts, L. (red.), Denkend over Duurzaam Veilig. SWOV, Leidschendam, p. 81-87.

Hartog, J.J. de, Boogaard, H., Nijland, H. & Hoek, G. (2010). Do the health Benefits of cycling outweigh the risks? In: Environmental Health Perspectives, vol. 118, nr. 8, p. 1109–1116.

Health Effects Institute (2003). Revised analyses of time-series studies of air pollution and health. Health Effects Institute, Boston.

Heijkamp, A.H. (2001). Duurzaam Veilig: 5 jaar gedemonstreerd. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV. Rotterdam.

Helman, S., Vlakveld, W.P., Fildes, B., Oxley, J., et al. (2016). Study on driver training, testing and medical fitness. European Commission, DG MOVE, Brussel.

Herslund, M.B. & Jørgensen, N.O. (2003). Looked-but-failed-to-see-errors in traffic. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 35, p. 885-891.

Hest, M. van & Sannen, A. (2014). Alcohol en agressie in het uitgaansleven. Centrum voor criminaliteitspreventie en Veiligheid & Trimbos Instituut, Utrecht.

Hoekstra, T. & Wegman, F.C.M. (2011). Improving the effectiveness of road safety campaigns; Current and new practices. In: IATSS Research, vol. 34, nr. 2, p. 80-86.

Horst, A.R.A., van der & Kraay, J.H. (1988). De Nederlandse conflictobservatietechniek "DOCTOR". R-88-7. SWOV, Leidschendam.

- Hout, R. van den (2013).** Verkeersveiligheid provinciale wegen. ANWB, Den Haag.
- Houtenbos, M. (2008).** Expecting the unexpected: A study of interactive driving behaviour at intersections. Proefschrift Technische Universiteit Delft. SWOV Dissertatiereeks, SWOV, Leidschendam
- Houtenbos, M. (2009).** Sociale vergevingsgezindheid. Een theoretische verkenning. R-2009-8. SWOV, Leidschendam.
- Houtenbos, M. & Stelling, A. (2011).** Een vervolgstudie naar sociale vergevingsgezindheid. Verschillende uitingen van sociale vergevingsgezindheid en de effecten van rijervaring en geregeldheid van de setting. R-2011-9. SWOV, Leidschendam.
- Houtenbos, M., Weller, G., Aarts, L., Laureshyn, A., et al. (2011).** Road User Pilot. Testing the self-explaining nature of roads: the effects of combinations of road features in different European countries; Questionnaire survey of the impact of different road features on driver speed choice and 'self-explainingness'. Evaluation to Realise a common Approach to Self-explaining European Roads (ERASER), Report No. WP02-02. SWOV, Leidschendam, The Netherlands.
- Howard, E. (1898).** Tomorrow: A peaceful path to real reform. Swan Sonnenschein & Co., Londen.
- Howard, E. (1902).** Garden cities of tomorrow. Swan Sonnenschein & Co., Londen.
- Hu, J. & Klinich, K.D. (2012).** Toward designing pedestrian-friendly vehicles. UMTRI-2012-19. Transportation Research Institute, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.
- Hudson, P.T.W. & Parker, D. (2002).** Profiling safety culture: The OGP interview study. Report to OGP. Universiteit Leiden, Leiden.
- Hughes, B.P., Anund, A. & Falkmer, T. (2015).** System theory and safety models in Swedish, UK, Dutch and Australian road safety strategies. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 74, p. 271-278.
- Immers, B., Egeter, B., Diepens J. & Weststrate, P. (2016).** Verkeer in de Stad. Een nieuwe ontwerpaanpak voor de stedelijke openbare ruimte. ANWB, Den Haag.
- Inspectie voor Leefomgeving en Transport (2012).** Staat van de transportveiligheid 2012. Inspectie voor Leefomgeving en Transport, Den Haag.
- IPO (2014).** ProMeV: proactief meten verkeersveiligheid. Interprovinciaal Overleg IPO, Den Haag.
- IPO, SkVV, UvW, VNG, et al. (2009).** Actieprogramma Verkeersveiligheid 2009-2010. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- Jaarsma, C.F., Rienks, W. & Hermans, T. (2010).** De tractor en de openbare weg; Precieze achtergrondinformatie en handvatten op maat voor de tractorproblematiek. In: Verkeerskunde, vol. 61, nr. 6, p. 38-43.
- Jaarsma, R., Dijkstra, A., Louwerse, R. & Vries, J. de (2011).** Sobere herinrichting van waterschapswegen werkt. In: Verkeerskunde, vol. 6/2011, 26 september 2011.

Jagtman, H.M. (2001). Current knowledge on safety impacts of Collision Avoidance Systems (CAS). In: the 5th conference on Technology, Policy and Innovation. 26-29 June 2001, The Hague.

Janssen, S.T.M.C. (1974). Verkeersveiligheid als criterium voor het wegontwerp. In: Congresdag 1974. Wegontwerp en wegverlichting tegen de achtergrond van de verkeersveiligheid, 6 december 1974, Utrecht, p. 13-40.

Janssen, S.T.M.C. (1992). Veiligheid van ongelijkvloerse kruispunten op enkelbaanswegen. R-92-35. SWOV, Leidschendam.

Janssen, S.T.M.C. (red.) (1997). Functionele eisen voor de categorisering van wegen; Eerste stap naar een handleiding voor duurzaam-veilige wegcategorieën. R-97-34. SWOV, Leidschendam.

Janssen, S.T.M.C. & Kraay, J.H. (1984). Demonstratieproject herindeling en herinrichting van stedelijke gebieden (in de gemeenten Eindhoven en Rijswijk). Eindrapport van het onderzoek Verkeersveiligheid. R-84-29. SWOV, Leidschendam.

Kahane, C.J. & Dang, J.N. (2009). The Long-Term Effect of ABS in Passenger Cars and LTVs. National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, Washington D.C.

Kampen, L.T.B. van (2004). Het ledig gewicht van motorvoertuigen; Ontwikkelingen sinds 1985. R-2003-35. SWOV, Leidschendam.

Kampen, L.T.B. van & Schoon, C.C. (1999). De veiligheid van vrachtauto's; Een ongevals- en maatregelenanalyse. R-99-31. SWOV, Leidschendam.

Kanne, P., Meurs, M. & Klein Kranenburg, L. (2015). Scooters in de binnensteden. Rapport no. 2015/172. Rapport in opdracht van Milieudefensie. I&O Research, Enschede.

Kaptein, N.A. & Theeuwes, J. (1996). Effecten van vormgeving op categorie-indeling en verwachtingen ten aanzien van 80 km/h wegen buiten de bebouwde kom. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

Kelegom, M. van, Groot, R. & Groot, M. (2017). Twijfels aan de grondslagen van Duurzaam Veilig. Paper 22. Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeerskundecongres, 2 november 2017, Zwolle.

Kemp, R., Loorbach, D. & Rotmans, J. (2007). Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. In: The International Journal of Sustainable Development and World Ecology, vol. 14, nr. 1, p. 78–91.

Kempen, E.E.M.M. van, Swart, W., Wendel-Vos, G.C.W., Steinberger, P.E., et al. (2009). Exchanging car trips by cycling in the Netherlands. A first estimation of the health benefits. RIVM, Bilthoven.

Kjemtrup, K. (1992). Speed management and traffic calming in urban areas in Europe: a historical view. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 24, nr. 1, p. 57-65.

Kloeden, C.N., Ponte, G. & McLean, A.J. (2001). Travelling speed and the risk of crash involvement on rural roads. Report No. CR 204. Adelaide University, Road Accident Research Unit, Adelaide.

Koornstra, M., Lynam, D., Nilsson, G., Noordzij, P., et al. (2002). SUNflower: A comparative study of the road safety in Sweden, the United Kingdom and the Netherlands. SWOV, Leidschendam.

Koornstra, M.J. (1996). Duurzaam-veilig wegverkeer en de nieuwe normmens; Bijdrage aan de Werkconferentie 'De nieuwe normmens', 7 november 1996, Gouda. D-98-13. SWOV, Leidschendam.

Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M., Mulder, J.A.G., Roszbach, R., et al. (red.) (1992). Naar een duurzaam veilig wegverkeer; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010. SWOV, Leidschendam.

Kortlever, W.-J. (2013). Voorzorg in Nederland. Ontwikkelingen in de maatschappelijke omgang met kindermishandeling, verkeersonveiligheid en genetische modificatie. Proefschrift Erasmus Universiteit Rotterdam, Rotterdam.

Kraay, J.H. & Bakker, M. (1984). Experimenten in verblijfsruimten; Verslag van onderzoek naar de effecten van infrastructurele maatregelen op verkeersongevallen. R-84-50. SWOV, Leidschendam.

Kroeze, P. (2004). Van 'grijze' weg naar ontsluitingsstraat. In: Verkeerskunde, vol. 8, p. 32–37.

Kroeze, P., Schepers, P. & Sweers, W. (2010). Veiligheid van fietsers op voorrangskruispunten binnen de bebouwde kom. Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeerskundecongres, 3 november 2010, Rotterdam.

Kroon, E.C.M., Martens, M.H., Brookhuis, K.A., Hagenzieker, M.P., et al. (2016). Human factor guidelines for the design of safe in-car traffic information services. Smart mobility round table human behaviour. DITCM, Helmond.

Kuiken, M. & Stoop, J. (2012). Verbetering van fietsverlichting. Verkenning van beleidsmogelijkheden. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.

Kuiken, M.J. & Twisk, D.A.M. (2001). Safe driving and the training of calibration. R-2001-29. SWOV, Leidschendam.

Kusiak, L. (2013). 'Een blame-cultuur draagt niets bij aan veiligheid'. KLM-er Paul van der Berk over veiligheidsmanagement. In: Sigma, nr. 2.

Kwakernaak, M. (1980). De ongevallenkans van (brom)fietsers op wegvakken buiten de bebouwde kom. In: Verkeerskunde, vol. 31/1980, p. 561-566.

Lesisz, R. (2004). Honderd jaar fietsen in Nederland 1850 – 1950; Over het begin van de fietscultuur. Proefschrift Universiteit van Wroclaw, Wroclaw.

Liu, B.C. (2008). Helmets for preventing injury in motorcycle riders. In: Cochrane Database of Systematic Reviews 2008.

Louwerse, K. (2011). Handleiding kwaliteitsnet landbouwverkeer. Kennisplatform Verkeer en Vervoer KpVV, Utrecht.

Louwerse, W.J.R., Davidse, R.J., Sluijs, L.C. van, Duivenvoorden, C.W.A.E., et al. (2012). Over bermen, bochten en bomen: verkeerstechnische resultaten van diepteonderzoek naar bermongevallen. Bijdrage 134. Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeerskundecongres 2012, 31 oktober 2012, 's-Hertogenbosch.

Madsen, J.C., Andersen, T. & Lahrmann, H.S. (2013). Safety effects of permanent running lights for bicyclists: a controlled experiment. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 50, p. 820-829.

Mansvelder, E., Dijkstra, A. & Delbressine, R. (2013). Hoe verkeersveilig zijn fietsstraten? In: Verkeerskunde, vol. 7, nr. 13, p. 16-17.

Martens, M.H. (2007). The failure to act upon important information: where do things go wrong? Proefschrift Vrije Universiteit, Amsterdam.

Masten, S.V. & Peck, R.C. (2004). Problem driver remediation; A meta-analysis of the driver improvement literature. In: Journal of Safety Research, vol. 35, nr. 4, p. 403-425.

Mathijssen, R. (2006). Rijden onder invloed. Adviseur Alcohol, Drugs & Verkeer, in opdracht van WODC, Den Haag.

McKnight, A.J. & McKnight, A.S. (2003). Young novice drivers: careless or clueless? In: Accident Analysis & Prevention, vol. 35, nr. 6, p. 921-925.

Meijboom, W. & Prikken, L.J.J. (1994). "De fietsstraat". Ontwerputgangspunten, criteria en dwarsprofielen. Grontmij Advies & Techniek bv, De Bilt.

Mesken, J., Louwerse, W.J.R., Veen, M.W. van der & Beenker, N.J. (2011). Een kwaliteitszorgsysteem voor verkeersveiligheid in het wegontwerp en –beheer. Bouwstenen voor een handleiding. R-2011-2. SWOV, Leidschendam.

Michels, T. & Meijer, E. (1989). Scheiding van verkeerssoorten in Flevoland: criteria en prioriteitsstelling voor scheiding van langzame en snelle motorvoertuigen op secundaire wegen. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding ICW, Wageningen.

Michon, J.A. (1989). Modellen van bestuurdersgedrag. In: Knippenberg, C.W.F. van, Rothengatter, J.R. & Michon, J.A. (red.), Handboek sociale verkeerskunde. Van Gorcum, Assen, p. 207- 231.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1987). Meer kilometers, minder ongelukken. Meerjarenplan Verkeersveiligheid 1987-1991. Directie Verkeersveiligheid, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012a). Beleidsimpuls Verkeersveiligheid. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012b). Maatregelen verkeersveiligheid. Brief van de Minister van Infrastructuur en Milieu. kst 29 398, nr. 346. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012c). Structuurvisie infrastructuur en ruimte. Nederland concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2015). Aantal ernstig verkeersgewonden 2014. Brief van de Minister van Infrastructuur en Milieu. IenM/BSK-2015/186394. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Aantal ernstig verkeersgewonden 2015. Brief van de Minister van Infrastructuur en Milieu. IenM/BSK-2016/220922. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Ministerie van Verkeer & Waterstaat & Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijk Ordening (1980). Eindrapport verkeersleefbaarheid in steden en dorpen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat / Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijk Ordening, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1984). Handboek 30km/h maatregelen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1985). Van woonerf naar erf. Directie verkeersveiligheid, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1998). Eindrapport Masterplan Fiets. Samenvatting, evaluatie en overzicht van de projecten in het kader van het Masterplan Fiets 1990-1997. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008). Maatregelen verkeersveiligheid. Brief van de Minister van Verkeer en Waterstaat. kst 29 398 nr. 120. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2009). Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2008-2020. Van, voor en door iedereen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2010). Veilig vervoeren, veilig werken, veilig leven met spoor. Derde kadernota railveiligheid. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, IPO, VNG & UvW. (1997). Convenant over het Startprogramma Duurzaam Veilig. Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat & Ministerie van VROM (2004). Nota Mobiliteit. Naar een betrouwbare en voorspelbare bereikbaarheid. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Minnen, J. van (1994). Duurzaam-veilig in rurale gebieden. R-94-83. SWOV, Leidschendam.

Minnen, J. van (1997). Voorwaarden invoering 30 km/uur binnen de bebouwde kom. Een studie naar de minimum-voorwaarden waaraan gebieden moeten voldoen voor aanwijzing als 30 km/uur-gebied in het kader van fase 1 van het Uitvoeringsprogramma 'duurzaam-veilig'. R-97-21. SWOV, Leidschendam.

Minnen, J. van (2000). Regiotoets voor duurzaam-veilige wegcategorysering. Deel 2: eindrapport. R-2000-13. SWOV, Leidschendam.

Mizuno, K., Ikari, T., Tomita, K. & Matsui, Y. (2007). Effectiveness of seatbelt for rear seat occupants in frontal crashes. ESV paper 07-0224. In: The 20th International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles ESV. 18-21 June 2007, Lyon, France.

Modra, J. (1984). Cost-benefit analysis of the application of traffic noise insulation measures to existing houses. Environmental Protection Authority of Victoria, Melbourne.

Mom, G. & Filarski, R. (2008). Van transport naar mobiliteit; De mobiliteitsexplosie [1895 – 2005]. Walburg Pers, Zutphen.

Monderman, H. (2004). Weg van het landschap; Wegen voor mensen. Programmabureau Weg van het landschap, Groningen.

Mooi, H.G. & Galliano, F. (2001). Dutch in-depth Accident investigation: first experiences and analysis results for motorcycles and mopeds. Paper no 236. Paper gepresenteerd op 17th International Technical Conference on the Enhances Safety of Vehicles (ESV), Amsterdam.

MuConsult (2015). Monitoring en evaluatie van SLIM benutten Arnhem - Nijmegen. Evaluatie herinrichting Boulevard Heuvelink en Johan de Wittlaan in Arnhem volgens het LARGAS-principe. MuConsult, Amersfoort.

Muhrad, N., Papadimitriou, E. & Yannis, G. (2012). Final Report of WP1 – Road Safety Policy. Deliverable 1.6 of the EC FP7 project DaCoTA. IFSTTAR, Lyon.

Mulder, J.A.G. (1994). Het stimuleringsplan Actie -25% geevalueerd. Een totaaloverzicht van de resultaten en verschillende deelonderzoeken. R-94-28. SWOV, Leidschendam.

Nägele, R.C., Vissers, J. & Reurig, J. (2010). Evaluatie Educatieve Maatregel Gedrag [en verkeer] (EMG) : inhoudelijke en procedurele evaluatie. Eindrapport. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.

Nes, C.N. van & Duivenvoorden, C.W.A.E. (2017). Veilig naar het verkeer van de toekomst. Nieuwe mogelijkheden, risico's en onderzoeksagenda voor de verkeersveiligheid bij automatisering van het verkeerssysteem. R-2017-2. SWOV, Den Haag.

Nes, C.N. van, Houwing, S., Brouwer, R.F.T. & Schagen, I.N.L.G. van (2007a). Naar een checklist voor geloofwaardige snelheidslimieten; Ontwikkeling van een beoordelingsmethode op basis van weg- en omgevingskenmerken. R-2006-12. SWOV, Leidschendam.

Nes, C.N. van, Schagen, I.N.L.G. van, Houtenbos, M. & Morsink, P. (2007b). De bijdrage van geloofwaardige limieten en ISA aan snelheidsbeheersing; Een rijimulatorstudie. R-2006-26. SWOV, Leidschendam.

NHTSA (2015). Critical reasons for crashes investigated in the national motor vehicle crash causation survey; Traffic safety facts, crash stats. DOT HS 812 115. NHTSA's National Center for Statistics and Analysis, Washington D.C.

Niet, M. de, Goldenbeld, C. & Langeveld, P.M.M. (2002). Veiligheidseffecten van retro-reflecterende contourmarkering op vrachtauto's. R-2002-16. SWOV, Leidschendam.

OECD/ECMT (1990). Behavioural adaptations to changes in the road transport system. Organisation for Economic Co-operation and Development; Road Transport Research, Paris.

OECD/ECMT (2006). Speed management. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, Paris.

OECD/ITF (2008). Towards zero. Ambitious road safety targets and the safe system approach. Organisation for Economic Co-operation and Development / International Transport Forum, OECD publications, Paris.

OECD/ITF (2016). Zero road deaths and serious injuries. Leading a paradigm shift to a safe system. Organisation for Economic Co-operation and Development / International Transport Forum, OECD publishing, Paris.

Olivier, J. & Creighton, P. (2016). Bicycle injuries and helmet use: a systematic review and meta-analysis. In: International Journal of Epidemiology, vol. 46, nr. 1, p. 278-292.

Onderzoeksraad voor Veiligheid (2005). Langdurig onveilige regionale hoofdwegen. Veiligheidsstudie. Onderzoeksraad voor Veiligheid, Den Haag.

Onderzoeksraad voor Veiligheid (2010). Verkeersongevallen met (land)bouwoertuigen. Themaonderzoek. Onderzoeksraad voor Veiligheid, Den Haag.

Onderzoeksraad voor Veiligheid (2012). Vrachtwagenongevallen op snelwegen. Onderzoeksraad voor Veiligheid, Den Haag.

Ormel, W., Klein Wolt, K. & Hertog, P. den (2008). Enkelvoudige fietsongevallen; Een LIS-vervolgonderzoek. Stichting Consument en Veiligheid & Rijkswaterstaat, Amsterdam.

Overdijk, R.P.J. van (2016). The influence of comfort aspects on route and mode choice decisions of cyclists in the Netherlands; An approach to improve bicycle transportation planning in practice. Proefschrift University of Technology Eindhoven, Eindhoven.

Overkamp, D. (2004). Proef bermverharding Overijssel. Werkgroep Bermverharding, Eenheid Wegen en Kanalen, Provincie Overijssel, Zwolle

Page, M. (2005). Non-motorized transportation policy. Volume Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions. Handbooks in Transport. University of Leeds, Leeds.

Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., et al. (2004). World report on road traffic injury prevention. World Health Organisation WHO, Genève.

Peltzman, S. (1975). The Effects of Automobile Safety Regulation. In: Journal of Political Economy, vol. 83, nr. 4, p. 677-725.

Pfundt, K. & Ministerium für WMV Nordrhein-Westfalen (1979). Großversuch Verkehrsberuhigung in Wohngebieten. Schlußbericht der Beratergruppe. Kirschbaum Verlag, Keulen.

PIARC (2015). Road Safety Manual. A guideline for practitioners. World Road Association (PIARC), Parijs.

Pit, C. (2017). Dilemma's over provinciale wegen. Technische briefing. 18 januari 2017, Arnhem.

Plasmans, N. & Tuinenburg, D. (2006). Eindevaluatie pilot subjectieve verkeersonveiligheid regio IJsselland. BVOM, Soesterberg.

Pol, B., Swankhuisen, C. & Vendeloo, P. van (2007). Nieuwe aanpak in overheidscommunicatie: mythen, misverstanden en mogelijkheden. Coutinho, Bussum.

Poppe, F. (1996). Risico's onderscheiden naar wegtype. Eindrapportage van het kencijfer-project uit het Onderzoekjaarplan 1995. R-96-62. SWOV, Leidschendam.

Provincie Zuid-Holland (2016). Kansen voor beter bermbeleid. Provincie Zuid-Holland, Den Haag.

Raad voor de financiële verhoudingen (2017). Geld (om te) zorgen. Naar een toekomstbestendige bekostiging van het gemeentelijk sociaal domein. Raad voor het openbaar bestuur – Raad voor de financiële verhoudingen, Den Haag.

Raad voor de Transportveiligheid (2002a). Auto te water: Ontsnappingsproblemen. Veiligheidsstudie. Raad voor de Transportveiligheid, Den Haag.

Raad voor de Transportveiligheid (2002b). Ongevallen met manoeuvrerende vrachtauto's bij duisternis. Raad voor de Transportveiligheid, Den Haag.

Raad voor de Transportveiligheid (2003a). De 'Vrije' trambaan. Veiligheidsstudie tramongevallen: botsveiligheid, infrastructuur en de bestuurlijke factoren. Raad voor de Transportveiligheid, Den Haag.

Raad voor de Transportveiligheid (2003b). Ongevallen op de vluchtstrook. Veiligheidsstudie. Raad voor de Transportveiligheid, Den Haag.

Radar (2018). Fietsersbond: 'Maak 30 maximumsnelheid in bebouwde kom'. Radar nieuwsbericht, 25 januari 2018.

Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. In: IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Volume SMC-13, p. 257-266.

Reason, J. (1990). Human Error. Cambridge University Press, Cambridge.

Reichow, H.B. (1959). Die autogerechte Stadt. Otto Maier Verlag, Ravensburg.

Renes, R.J., Putte, B. van de, Breukelen, R. van, Loef, J., et al. (2011). Gedragsverandering via campagnes. Ministerie van Algemene Zaken, Dienst Publiek en Communicatie, Den Haag.

Reurings, M.C.B. & Janssen, S.T.M.C. (2007). Accident prediction models for urban and rural carriageways. Based on data of The Hague region Haaglanden. R-2006-14. SWOV, Leidschendam.

Rijkswaterstaat (1975). Richtlijn ontwerp autosnelwegen, deel VI. Rijkswaterstaat, Rotterdam.

Rijkswaterstaat (1993). Richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen (ROA). Dienst Verkeerskunde, Rijkswaterstaat, Delft.

Rijkswaterstaat (2001). Bermwijzer. In: Nieuwsbrief van het Steunpunt Veilige Inrichting van Bermen, vol. 1, nr. 1.. Bouwdienst Rijkswaterstaat, Apeldoorn.

Risser, R. & Lehner, U. (1998). Acceptability of speeds and speed limits to drivers and pedestrians/cyclists. Master Report D6. Europese Commissie, Brussel.

Rizzi, M., Strandroth J., Kullgren A., Tingvall C., et al. (2015). Effectiveness of motorcycle Antilock Braking Systems (ABS) in reducing crashes, the first cross-national study. In: Traffic Injury Prevention, vol. 16, nr. 2, p. 177-183.

Rome, L. de, Stanford, G. & Wood, B. (2003). Motorcycle protective clothing. In: the Road Safety Research, Policing and Education Conference. 24-26 September 2003, Sydney, p. 24-26.

RONA (1980). Categorie-indeling voor wegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen voor de categorie-indeling. Commissie Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom, Den Haag.

RONA (1992). Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Rooijers, T. & Bruin, R.A. de (1988). Voorlichting en verkeersveiligheid. Verkeerskundig Studiecentrum VSC, Rijksuniversiteit Groningen, Haren.

Rosén, E., Stigson, H. & Sandera, U. (2011). Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 34, p. 25-33.

Roszbach, B. & Blokpoel, A. (1991). Veiligheidseffecten van de invoering van 100- en 120 km/uur snelheidslimieten op autosnelwegen. Vervolg van de evaluatiestudie. R-91-95. SWOV, Leidschendam.

Rumar, K. (1999). Transport safety visions, targets and strategies: beyond 2000. Paper gepresenteerd op 1st European Transport Safety Lecture, Brussel.

Salmon, P.M., Regan, M.A. & Johnston, I. (2005). Human error and road transport; phase one - literature review. Report no. 256. Monash University, Accident Research Centre, Clayton, Victoria.

Schagen, I. van & Aarts, L. (2018). DV3 – Huidige situatie, maatschappelijke trends en wensbeelden. Kader voor de visie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030. R-2018-6A. SWOV, Den Haag.

Schagen, I.N.L.G. van, Wegman, F.C.M. & Roszbach, R. (2004). Veilige en geloofwaardige snelheidslimieten; Een strategische verkenning. R-2004-12. SWOV, Leidschendam.

Schepers, P. (2013). A safer road environment for cyclists. Proefschrift TU Delft. SWOV Dissertatiereeks, SWOV, Leidschendam.

Schermers, G. & Petegem, J.W.H. van (2013). Veiligheidseisen aan het dwarsprofiel van gebiedsontsluitingswegen met limiet 80 km/uur. Aanbevelingen voor de actualisatie van het Handboek Wegontwerp. D-2013-2. SWOV, Den Haag.

Schermers, G., Stelling, A. & Duivenvoorden, C.W.A.E. (2014). Maatgevende normen in de Nederlandse richtlijnen voor wegontwerp; Actualisatie van de norm-mens en het ontwerpvoertuig. R-2014-38. SWOV, Den Haag.

Schoon, C.C. (1999). Criteria for roadside safety of motorways and express roads. A proposal for road authorities in the framework of the European research project SAFESTAR, Workpackage 1.2. D-99-2. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (2001). Op weg naar een 'Nationaal Programma Veilige Bermen'. R-2003-11. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (2006). Problematiek rechts afslaan vrachtauto's; Een analyse gebaseerd op de ongevallen van 2003 en de nieuwe Europese richtlijnen met ingang van 2007. R-2006-2. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. & Bos, J.M.J. (1983). Boomongevallen: een verkennend onderzoek naar de frequentie en ernst van botsingen tegen obstakels in relatie tot de breedte van de obstakelvrije zone. R-83-23. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. & Hendriksen, H. (2000). Verkeersveiligheidsconsequenties van nieuwe, bijzondere voertuigsoorten. Veiligheid van de scootermobiel, open drie- en vierwielers en motorvoertuigen met beperkte snelheid. R-2000-9. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. & Kampen, L.T.B. van (1992). Effecten van maatregelen ter bevordering van het gebruik van autogordels en kinderzitjes in personenauto's. R-92-14. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C., Reurings, M.C.B. & Huijskens, C.G. (2011). Verkeersveiligheidseffecten in 2020 van maatregelen op het gebied van de veiligheid van personenauto's. Effectschatting van primaire, secundaire en tertiaire veiligheidsvoorzieningen. R-2011-18. SWOV, Leidschendam.

Schrijver, J., Egeter, B., Immers, B. & Snelder, M. (2008). Visie robuust wegennet ANWB. TNO-rapport 2008-D-R0661-C. TNO, Delft.

Schwab, A.L. & Appleman, N. (2013). Dynamics and control of a steer-bywire bicycle. Paper gepresenteerd op Bicycle and Motorcycle Dynamics 2013 Symposium on the Dynamics and Control of Single Track Vehicles, 11-13 November 2013, Narashino, Japan.

Senge, P. (1992). The fifth discipline. Doubleday/Currency.

Senge, P., Scharmer, C.O., Jaworski, J. & Flowers, B.S. (2005). Presence: Exploring Profound Change in People, Organizations and Society. Nicholas Brealy Publishing.

Senserrick, T. & Haworth, N. (2005). Review of literature regarding national and international young driver training, licensing and regulatory systems. Monash University Accident Research Centre, Clayton, Victoria.

SER (1995). Advies herziening rijtijdenbesluit 1977. Publicatie nr. 10. SER, Den Haag.

SER (1999). Investeren in verkeersveiligheid. Publicatie 99/13. SER, Den Haag.

SGBO (2001). Duurzaam Veilig fase 1: een onderzoek naar de stand van zaken. SGBO Onderzoeks- en Adviesbureau, Den Haag.

Simons, R. & Jaarsma, R. (2010). Struinen door het buitengebied van het Nederlandse metropolitane landschap: het faciliteren van activiteiten met 'groene' vervoerwijzen in de vrije tijd. Paper B24. Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeerskundecongres, 3 november 2010, Rotterdam.

Simpson, H., Chinn, L., Stone, J., Elliott, M., et al. (2002). Monitoring and evaluation of safety measures for new drivers. TRL Limited, Crowthorne.

Sitter, L.U. de (1981). Op weg naar nieuwe fabrieken en kantoren: productie-organisatie en arbeidsorganisatie op de tweesprong. Kluwer, Deventer.

Slinger, W. & Talens, H. (2017). Proeftuinen Risicogestuurde aanpak – Ervaringen met de indicator 'snelheid'. Kennisplatform CROW, Ede.

Slovic, P. (1987). Perception of risk. In: Science, nr. 236, p. 280-285.

Smeets, M. (2009). Transumo is dood, leve Transumo? In: Change Magazine.

Snoeren, P.W.M. (2008). Een bon voor de wegbeheerder? Vrijheid in vormgeving en inrichting van wegen aan banden. Afstudeerscriptie. Universiteit Utrecht, Nieuwegein.

Stam, B. (2005). Houten vangrail doorstaat tests en is klaar voor praktijk. In: Techniek & wetenschap in perspectief, nieuwsbericht, 25 maart 2005.

Stelling, A., Houtenbos, M. & Nägele, R. (2010). Het meten en beïnvloeden van sociale vergevingsgezindheid. De waarneembaarheid van sociale vergevingsgezindheid onderzocht aan de hand van gedrag in verschillende verkeersomgevingen. R-2010-17. SWOV, Leidschendam.

Stipdonk, H.L., Aarts, L.T., Schoon, C.C. & Wesemann, P. (2006). De essentie van de daling in het aantal verkeersdoden. Ontwikkelingen in 2004 en 2005, en nieuwe prognoses voor 2010 en 2020. R-2006-4. SWOV, Leidschendam.

Sully, J. (1882). Illusions: a psychological study. D. Appleton and company, New York.

Summala, H. & Näätänen, R. (1988). The zero-risk theory and overtaking decisions. In: Rothengatter, J.A. & Bruin, R.A. (red.), Road user behaviour; theory and research. Van Gorcum, Assen.

SUPREME (2007). Thematic report: education and campaigns. Part F1 of the SUPREME Final report. Europese Commissie, Brussel.

Swedish National Board of Urban Planning (1968). Principles for urban planning with respect to road safety. Swedish National Board of Urban Planning, Stockholm.

Swedish Transport Administration (2012). Review of interim Targets and Indicators for Road Safety in 2010–2020. Analytic report. Publication 2012:162. Trafikverket, Stockholm.

SWOV (1970). Bermbeveiliging. Rapport 1970-1. SWOV, Voorburg

SWOV (2002). SWOV 40 jaar wetenschap in dienst van verkeersveiligheid. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2007). De top bedwongen. Balans van de verkeersonveiligheid in Nederland 1950-2005. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009). Voortgezette rijopleiding voor beginners. SWOV-Factsheet, april 2009. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010a). Electronic Stability Control (ESC). SWOV-Factsheet, juli 2010. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010b). Fietsvoorzieningen op gebiedsontsluitingswegen. SWOV-Factsheet, december 2010. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010c). Intelligente Transportsystemen (ITS) en verkeersveiligheid. SWOV-factsheet, juli 2010. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010d). Sociale vergevingsgezindheid. SWOV-Factsheet, maart 2010. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010e). Zone 30: verblijfsgebieden in de bebouwde kom. SWOV-Factsheet, december 2010. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2011). Verkeersonveiligheid van openbaar vervoer. SWOV-Factsheet, februari 2011. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012a). Kwetsbare verkeersdeelnemers. SWOV-Factsheet, juli 2012. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012b). Rotondes. SWOV-Factsheet, januari 2012. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012c). Subjectieve verkeersonveiligheid. SWOV-Factsheet, februari 2012. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2013a). Bermongevallen. SWOV-Factsheet, maart 2013. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2013b). Duurzaam Veilig: uitgangspunten, misverstanden en relatie met andere visies. SWOV-Factsheet, juli 2013. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2014). Trainen van gevaarherkenning. SWOV-Factsheet, september 2014. SWOV, Den Haag.

SWOV (2015a). Angstaanjagende en confronterende voorlichting. SWOV-Factsheet, juli 2015. SWOV, Den Haag.

SWOV (2015b). Intelligente Snelheidsassistentie (ISA). SWOV-Factsheet, januari 2015. SWOV, Den Haag.

SWOV (2015c). Ouderen in het verkeer. SWOV-Factsheet, augustus 2015. SWOV, Den Haag.

SWOV (2016a). Alcoholslot. SWOV-Factsheet, maart 2016. SWOV, Den Haag.

SWOV (2016b). Rijden onder invloed van alcohol. SWOV-Factsheet, september 2016. SWOV, Den Haag.

SWOV (2016c). Snelheid en snelheidsmanagement. SWOV-Factsheet, november 2016. SWOV, Den Haag.

SWOV (2016d). Van aansprakelijkheid naar verantwoordelijkheid. Omgevingswet en wegbeheer. Verslag van SWOV-kenniscafé, maart 2016. SWOV, Den Haag.

SWOV (2017a). Landbouwverkeer. SWOV-Factsheet. SWOV, Den Haag.

SWOV (2017b). Mobiel telefoongebruik door bestuurders. SWOV-Factsheet. SWOV, Den Haag.

SWOV (2017c). Motorrijders. SWOV-Factsheet. SWOV, Den Haag.

SWOV (2017d). Verkeerseducatie. SWOV-Factsheet, december 2017. SWOV, Den Haag.

SWOV (2017e). Voorlichting. SWOV-factsheet, november 2017. SWOV, Den Haag.

SWOV (2017f). Wegwijzer – Verkeersveiligheidscijfers. SWOV-Datasheet. mei 2017. SWOV, Den Haag.

SWOV (2018a). DV3 – Duurzaam Veilig Wegerkeer 2018-2030. Principes voor ontwerp en organisatie van een slachtoffervrij verkeerssysteem. SWOV, Den Haag.

SWOV (2018b). Verkeersdoden in Nederland. SWOV-Factsheet, april 2018. SWOV, Den Haag.

Tarko, A., Davis, G., Saunier, N., Sayed, T., et al. (2009). Surrogate measures of safety. White paper. Subcommittee on Surrogate Measures of Safety, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.

Thaler, R.H. & Sunstein, C.R. (2008). Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. Yale University Press, New Haven, CT.

Theeuwes, J. (1994). Self-explaining roads: An exploratory study. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

Theeuwes, J. & Diks, G. (1995). Categorisering van omgevingen: een overzicht van de literatuur. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

Theeuwes, J. & Godthelp, H. (1993). Self explaining roads. In: Kroes, J.L. de & Stoop, J.A. (red.), Safety of transportation. Delft University Press, Delft, p. 56–66.

Theeuwes, J. & Hagenzieker, M.P. (1993). Visual search of traffic scenes: on the effect of location specifications. In: Gale, A.R. (red.), Vision in Vehicles. Volume IV. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, p. 149-158.

Timmermans, H. (2015). Verkeerskundigen: in teams sleutelen aan de wereld van morgen. In: Verkeerskunde, nr. 27 maart 2015.

Tingvall, C. (1997). The zero vision; A road transport system free from serious health losses. In: Holst, H. van, Nygren, Å. & Thord, R. (red.), Transportation, traffic safety and health; The new mobility: proceedings of the first international conference. Göteborg, Sweden, Springer Verlag, Berlin, p. 37-57.

Tingvall, C. & Haworth, N. (1999). Vision Zero: An ethical approach to safety and mobility. In: 6th ITE International Conference - Road Safety and Traffic Enforcement: Beyond 2000. Melbourne.

Toorn, M. van den (2017). “Wegbeheerders, kom snel samen in actie”. In: Verkeer in beeld, vol. 2/2017, 31 mei 2017.

Treat, J.R., Tumbas, N.S., McDonald, S.T., Shinar, D., et al. (1977). Tri-level study of the causes of traffic accidents. Indiana University Final Report to the U.S. D.O.T. Report No. DOT-HS-034-3-535-77-TAC. Institute for Research in Public Safety, Indiana University, Bloomington, Indiana.

Trick, L.M. & Enns, J.T. (2009). A two-dimensional framework for understanding the role of attentional selection in driving. In: C. Castro (red.), Human factors of visual and cognitive performance in driving. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 63-73.

Tromp, H., Huismans, G., Jansen, A. & Walraad, A. (2001). Langzaam rijden gaat sneller; Van concept naar toepassing in Hilversum. In: Verkeerskunde, vol. 8, p. 29-33.

Tweede Kamer (2014). Maatregelen verkeersveiligheid. Verslag van een algemeen overleg, 28 november 2014, vergaderjaar 2014–2015, 29 398, nr. 428. Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag.

Twisk, D.A.M. (2018, te verschijnen). Verkeersveiligheid, wiens verantwoordelijkheid is het eigenlijk? Over patriarchale overheden en eigenzinnige burgers. SWOV, Den Haag. [In voorbereiding]

Twisk, D.A.M., Vlakveld, W.P. & Commandeur, J.J.F. (2007). Wanneer is educatie effectief? Systematische evaluatie van educatieprojecten. R-2006-28. SWOV, Leidschendam.

Twiss, F., Hout, R. van den, Kessels, J., Niet, M. de, et al. (2010). EuroRAP – Road Protection Score. Paper B3. Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeerskundecongres, 3 november 2010, Rotterdam.

Ulrich, K.T. & Eppinger, S.D. (2004). Product design and development. McGraw-Hill, New York.

Vägverket (2009). Management bij objectives for road safety work. Analysis of the road safety development. Publikation 2009: 113. Result Conference 2009. Vägverket, Borlänge

Veenhoven, R. (2000). Welbeing in the welfare state. Level not higher, distribution not more equitable. In: Journal of Comparative Policy Analysis, vol. 2, p. 91-125.

Veldheer, V., Jonker, J.J., Noije, L. van & Vrooman, C. (2012). Een beroep op de burger. Minder verzorgingsstaat, meer eigenverantwoordelijkheid? Sociaal en Cultureel rapport 2012. Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.

Vermeulen, W. (2009). Overzicht verkeerseducatie in Nederland. Stand van zaken en vooruitzicht. Rijkswaterstaat, Afdeling Veiligheid, Rotterdam.

Vis, A.A. (1994). Maximumsnelheid 30 km/uur binnen de bebouwde kom en opheffing voorrang voor gemotoriseerd verkeer. R-94-81. SWOV, Leidschendam.

Vis, A.A. & Kaal, I. (1993). De veiligheid van 30 km/uur-gebieden; Een analyse van letselongevallen in 151 heringerichte gebieden in Nederlandse gemeenten. R-93-17. SWOV, Leidschendam.

Vissers, J., Van Betuw, A., Nägele, R., Kooistra, A., et al. (2005). Leerdoelendocument permanente verkeerseducatie. TT04-056. Traffic Test, Veenendaal.

Vissers, J.A.M.M. & Hoff, J.P. van 't (1998). Effecten van de EMA: Een evaluatieonderzoek naar de leereffecten van de Educatieve Maatregel Alcohol en verkeer. TT98-26. Traffic Test, Veenendaal.

Vissers, L., Kint, S. van der, Schagen, I. van & Hagenzieker, M. (2016). Safe interaction between cyclists, pedestrians and automated vehicles. What do we know and what do we need to know? R-2016-16. SWOV, Den Haag.

Vlakveld, W.P. (2005). Jonge beginnende automobilisten, hun ongevalsrisico en maatregelen om dit terug te dringen. Een literatuurstudie. R-2005-3. SWOV, Leidschendam.

Vlakveld, W.P. (2011). Hazard anticipation of young novice drivers. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, SWOV Dissertatiereeks, SWOV, Leidschendam.

Vlakveld, W.P., Boele, M.J., Aarts, L.T. & Schermers, G. (2013). Natuurlijk Sturen in Limburg. Een kijkgedrag- en snelheidsonderzoek en een verkeerskundige analyse van twee aangepaste wegen. R-2013-2. SWOV, Leidschendam.

Vlakveld, W.P. & Davidse, R.J. (2011). Effect van verhoging van de keuringsleeftijd op de verkeersveiligheid. Geschatte toename in verkeersslachtoffers bij verhoging van de keuringsleeftijd voor het rijbewijs A en B van 70 jaar naar 75 jaar. R-2011-6. SWOV, Leidschendam.

Vlakveld, W.P. & Louwerse, W.J.R. (2011). De relatie tussen Road Protection Scores (RPS) en het slachtofferrisico op wegvakken van provinciale wegen in Utrecht. R-2011-7. SWOV, Leidschendam.

Vlakveld, W.P., Vissers, L., Hulleman, K. & Nes, N. van (2015). An empirical exploration of the impact of transition of control on situation awareness for potential hazards; An experiment about the hazard perception capabilities of drivers after interruption in a video-based scanning task. R-2015-23. SWOV, Den Haag.

Vlassenroot, S., Molin, E., Kavadias, D., Marchau, V.A.W.J., et al. (2011). What drives the acceptability of Intelligent Speed Assistance (ISA)? In: European Journal of Transport and Infrastructure Research vol. 11, nr. 2, p. 256-273.

Vliet, P. van (2017). Kader veiligheidsmanagement Rijkswaterstaat 2017. Samen werken aan veiligheid. Rijkswaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving, Rijswijk.

Vliet, P. van & Lambers, M. (2013). Veiligheidsmanagement bij Rijkswaterstaat. Eén RWS, elke dag veiliger. Paper gepresenteerd op NVVK Veiligheidscongres 2013, 20 en 21 maart 2013, Arnhem.

VVN (2012). Van probleem naar oplossing: de PODOE-aanpak. Handleiding. VVN, Amersfoort.

Wagenaar, W.A. (1983). Menselijk falen. Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar in de toegepaste functieleer aan de Rijksuniversiteit Leiden. Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.

Wakefield, M.A., Loken, B. & Hornik, R.C. (2010). Use of mass media campaigns to change health behaviour. In: The Lancet, vol. 376, p. 1261–1271.

Walraad, A. (2017a). Subjectieve onveiligheid - is dat meer dan klachten afdoen? Verkeerskunde, <http://www.verkeerskunde.nl/blog/blog/subjectieve-onveiligheid-is-dat-meer-dan-klachten.51296.lynkx>.

Walraad, A. (2017b). Blog: Tweede wegcategoryseringsstag Duurzaam Veilig voor de fiets. In: Verkeer in beeld, 16 november 2017.

WCED (1987). Our common future. World Commission on Environment and Development, United Nations, Oslo.

Wee, B. van & Marchau, V. (2005). De veranderende context voor Duurzaam Veilig. Suggesties voor de beoordeling van maatregelen en het proces. In: Wegman, F. & Aarts, L. (red.), Denkend over Duurzaam Veilig. SWOV, Leidschendam, p. 136-143.

Wee, B. van & Nijland, H. (2007). De gezondheidsbaten van fietsen. In: Milieu, vol. 12, nr. 3, p. 21-24.

Wegman, F. & Aarts, L. (red.) (2005). Door met Duurzaam Veilig; Nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020. SWOV, Leidschendam.

Wegman, F.C.M. (2001). Veilig wat heet veilig: SWOV-visie op een nóg veiliger wegverkeer. R-2001-28. SWOV, Leidschendam.

Wegman, F.C.M. (2010). De prijs van water bij de wijn. Intreerede 27 januari 2010 ter gelegenheid van de aanvaarding van het ambt van hoogleraar Verkeersveiligheid aan de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen van de Technische Universiteit te Delft, Delft.

Wegman, F.C.M. (2012). De absurde doelstelling van max. 500 verkeersdoden in 2020. Paper gepresenteerd op Nationaal Verkeersveiligheidscongres NVVC 2012, 19 april 2012, Rotterdam.

Weijermars, W., Bos, N. & Stipdonk, H. (2014). Lasten van verkeersletsel ontleed. Basis voor een nieuwe benadering van verkeersveiligheid. R-2014-25. SWOV, Den Haag.

Weijermars, W., Korving, H., Schagen, I. van, Goldenbeld, C., et al. (2016). Monitor verkeersveiligheid 2016. Toename verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden. R-2016-14. SWOV, Den Haag.

Weijermars, W., Schagen, I. van, Moore, K., Goldenbeld, C., et al. (2017). Monitor verkeersveiligheid 2017. Nieuwe impuls nodig voor verbetering verkeersveiligheid. R-2017-17. SWOV, Den Haag.

Weijermars, W., Stipdonk, H., Aarts, L., Bos, N., et al. (2014). Verkeersveiligheidsbalans 2000-2012. Oorzaken en gevolgen van verkeersonveiligheid. R-2014-24. SWOV, Den Haag.

Weijermars, W.A.M. & Aarts, L.T. (2010). Duurzaam Veilig van theorie naar praktijk. Verkenning van barrières bij de implementatie van Duurzaam Veilig. R-2010-23. SWOV, Leidschendam.

Weijermars, W.A.M., Dijkstra, A., Doumen, M.J.A., Stipdonk, H.L., et al. (2013). Duurzaam Veilig, ook voor ernstig verkeersgewonden. R-2013-4. SWOV, Leidschendam.

Weijermars, W.A.M. & Schagen, I.N.L.G. van (2009). Tien jaar Duurzaam Veilig. Verkeersveiligheidsbalans 1998-2007. R-2009-14. SWOV, Leidschendam.

Weijermars, W.A.M. & Stipdonk, H.L. (2015). De verkeersveiligheid in 2020 en 2030. Prognose voor de aantallen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden. R-2015-17. SWOV, Den Haag.

Weijermars, W.A.M. & Wesemann, P. (2011). Verkeersveiligheidsverkenning 2020: bouwstenen voor bijstelling van het Strategisch Plan Verkeersveiligheid. Interimrapport fase 2. R-2011-22. SWOV, Leidschendam.

Welleman, A.G. & Dijkstra, A. (1988). Veiligheidsaspecten van stedelijke fietspaden. R-88-20. SWOV, Leidschendam.

WHO (2010). Global plan for the decade of action for road safety 2011-2020. World Health Organisation WHO, Genève.

WHO (2013). Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action. World Health Organisation WHO, Genève.

Wijlhuizen, G.J., Dijkstra, A. & Petegem, J.H. van (2014). Safe Cycling Network. Ontwikkeling van een systeem ter beoordeling van de veiligheid van fietsinfrastructuur. R-2014-14. SWOV, Den Haag.

Wijlhuizen, G.J., Petegem, J.W.H. van, Goldenbeld, C., Gent, P. van, et al. (2016). Doorontwikkeling CycleRAP-instrument voor veiligheidsbeoordeling fietsinfrastructuur. R-2016-11. SWOV, Den Haag.

Wijnen, W. (2014). Financieringsmogelijkheden voor 'Opschakelen naar meer verkeersveiligheid': een verkenning. Kostendragers en baathebbers in de verkeersveiligheid. R-2014-40. SWOV, Den Haag.

Wijnen, W., Mesken, J. & Vis, M.A. (2010). Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen. R-2010-9. SWOV, Leidschendam.

Wilde, G.J.S. (1982). The theory of risk homeostasis: Implications for safety and health. In: Risk Analysis, vol. 2, p. 209–225.

Wildervanck, C. (2005). Duurzame misverstanden. Over de noodzaak van meer kennisverspreiding. In: Wegman, F. & Aarts, L. (red.), Denkend over Duurzaam Veilig. SWOV, Leidschendam, p. 150-157

Wildervanck, C. (2008). 10 gouden regels om rekening te houden met de weggebruiker. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer & Scheepvaart, Afdeling Verkeersmanagement Hoofdwegennet, Delft.

Wilmot, C.G. & Khanal, M. (1999). Effect of speed limits on speed and safety: a review. In: Transport Reviews, vol. 19, nr. 4, p. 315-329.

Woolley, J., Stokes, C., Turner, B. & Jurewicz, C. (2018). Towards Safe System Infrastructure: A Compendium of Current Knowledge. Research Report AP-R560-18. Austroads, Sydney.

World Bank (1991). Managing Development - The Governance Dimension. World Bank, Washington D.C.

WRR (2011). Evenwichtskunst. Over de verdeling van verantwoordelijkheid voor fysieke veiligheid. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid WRR, Den Haag.

WRR (2012). Publieke zaken in de marktsamenleving. WRR-rapport nr. 87. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid WRR, Den Haag.

WRR (2014). Met kennis van gedrag beleid maken. WRR-rapport nr. 92. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid WRR, Den Haag.

WRR (2017). Weten is nog geen doen. Een realistisch perspectief op redzaamheid. WRR-rapport nr. 97. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid WRR, Den Haag.

WVL (2013). Kader verkeersveiligheid. Kader voor het borgen van verkeersveiligheid bij Aanleg- en Onderhoudsprojecten op het Rijkswegennet. Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving, Delft.

Yannis, G., Dragomanovich, A., Laiou, A., Richter, T., et al. (2016). Use of accident prediction models in road safety management – an international inquiry. In: Transport Research Proceda, vol. 14, p. 4257-4266.

Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

SWOV

Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov_nl](#) / [@swov](#)

 [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)