Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag

Dr. L.T. Aarts, drs. R.J. Davidse, ir. W.J.R. Louwerse, drs. J. Mesken & dr. R.F.T. Brouwer

R-2005-17

Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag

Een theorie- en praktijkverkenning

R-2005-17
Dr. L.T. Aarts, drs. R.J. Davidse, ir. W.J.R. Louwerse, drs. J. Mesken & dr. R.F.T. Brouwer
Leidschendam, 2006
Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2005-17
Titel:	Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag
Ondertitel:	Een theorie- en praktijkverkenning
Auteur(s):	Dr. L.T. Aarts, drs. R.J. Davidse, ir. W.J.R. Louwerse, drs. J. Mesken & dr. R.F.T. Brouwer
Projectleider:	Dr. R.F.T. Brouwer
Projectnummer SWOV:	39.351
Trefwoord(en):	Layout, road network, behaviour, forecast, classification, perception, psychology, safety, Netherlands.
Projectinhoud:	In een duurzaam veilig wegverkeer zijn voorspelbaarheid van wegverloop en verkeersgedrag erg belangrijk. Dit rapport is een verkennende studie ter voorbereiding van nader onder¬zoek naar herkenbare vormgeving van de infrastructuur en de invloed hier¬van op voorspelbaarheid van verkeersgedrag. Het is een verkenning van zowel de theorie achter 'herkenbaarheid' en 'voorspelbaarheid' en hun onderlinge samenhang, als de praktijk: wat wordt er nu zoal gedaan om de herkenbaarheid van wegen te bevorderen en welke kennis is er reeds beschikbaar?
Aantal pagina's:	90 + 12
Prijs:	€ 20,50
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2006

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

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Samenvatting

Een belangrijk principe om tot een duurzaam veilig wegverkeer te komen is 'herkenbaarheid'. Dit houdt in dat de vormgeving van de weg dusdanig herkenbaar moet zijn voor de weggebruiker dat deze op ieder moment kan weten wat hij op verschillende wegen kan verwachten en hoe hij zich moet gedragen. Hierdoor zou het gedrag uniformer en daardoor voorspelbaarder worden.

Dit rapport is een verkennende studie ter voorbereiding van nader onderzoek naar herkenbare vormgeving van de infrastructuur en de invloed hiervan op voorspelbaarheid van verkeersgedrag. Het rapport betreft zowel een verkenning van de theorie achter concepten zoals 'herkenbaarheid' en 'voorspelbaarheid' en hun onderlinge samenhang, alsook een verkenning van de praktijk: wat wordt er nu zoal gedaan om de herkenbaarheid van wegen te bevorderen en welke kennis is er reeds beschikbaar? Hiermee dienen we in toekomstig onderzoek naar herkenbaarheid en voorspelbaarheid rekening te houden.

De theoretische verkenning is uitgevoerd aan de hand van met name cognitief-psychologische literatuur. Ook is er reeds kennis over dit onderwerp beschikbaar uit onderzoek naar 'self-explaining roads' en veldonderzoek naar de gedragseffecten van diverse wegkenmerken. Een inventarisatie van de praktijk is uitgevoerd onder verschillende wegbeheerders die zich op dit moment bezighouden met het herkenbaar maken van wegcategorieën.

Herkenbaarheid is erop gebaseerd dat mensen hun waarnemingen 'categoriseren'. Deze categorisatie vindt op verschillende detailniveaus plaats, is flexibel en is afhankelijk van context.
Het vereiste detailniveau om Duurzaam Veilig-wegcategorieën 'correct' te categoriseren blijkt behoorlijk groot te zijn. Dit leidt tot de vraag of de gemiddelde weggebruiker wel over voldoende kennis beschikt om deze wegen te herkennen, of dat aanvullende kennis nodig is (bijvoorbeeld door in de rijopleiding aandacht te besteden aan de Duurzaam Veilig-wegcategorieën).
De flexibiliteit waarmee mensen categoriseren roept de vraag op welke elementen cruciaal zijn om de wegcategorieën te herkennen zoals ze zijn bedoeld binnen Duurzaam Veilig. Voor autosnelwegen blijken deze cruciale elementen veel duidelijker dan voor 80-km/uur-wegen (gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom).
Gezien de afhankelijkheid van de context, speelt ook de omgeving van de weg een rol bij categorisatie door de weggebruikers. Het is dan ook de vraag of de Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur (REHK), die de categorisering van wegen door weggebruikers beperkt tot het herkennen van belijningspatronen, voldoende is om de wegen te herkennen zoals bedoeld is binnen Duurzaam Veilig. Deze vraag wordt nog eens onderstreept doordat er veel variatie is in de uitvoering van deze richtlijn. Uit onderzoek is namelijk bekend dat mensen moeilijker in staat zijn te categoriseren indien er te grote variatie is binnen categorieën (te weinig uniformiteit) en tussen categorieën de verschillen te klein zijn.

Binnen Duurzaam Veilig wordt een 'keten' verondersteld van herkenbare vormgeving, via verwachtingen, naar homogeen en voorspelbaar gedrag. Uit onderzoek blijkt dat verwachtingen in het algemeen inderdaad het gedrag sturen, maar dit leidt alleen tot veilig verkeersgedrag indien datgene wat wordt waargenomen overeenkomt met deze verwachtingen. Is dit niet het geval, dan maken mensen juist sneller fouten en dat kan gevaarlijk zijn. Welke verwachtingen mensen hebben hangt echter niet alleen af van wat ze in hun omgeving waarnemen, maar ook van hun ervaringen uit het verleden. Het is dus de vraag of de vormgeving van wegen bij iedereen dezelfde verwachtingen op zal roepen. Als dit niet het geval zou blijken te zijn, dan vormt dit geen basis voor homogeen gedrag. Het is overigens maar de vraag in hoeverre verwachtingen de meest dominante sturingsbron van gedrag vormen en zo tot homogeen en dus voorspelbaar verkeersgedrag kunnen leiden.

De wijziging van alleen de belijning (in het kader van de REHK) kan op zichzelf overigens al tot gedragsverandering leiden. Uit onderzoek blijkt namelijk dat het toevoegen van een as- of kantstreep aan een ongemarkeerde weg en het vernieuwen van de asfaltlaag (bijvoorbeeld voorafgaand aan een wijziging van de wegmarkering) tot een verhoging van de rijsnelheid leiden. Andere wijzigingen van de wegomgeving die tot een toename van de rijsnelheid leiden, zijn het aanbrengen van reflectorpaaltjes en het planten van continue begroeiing.

Deze verkennende studie leidt uiteindelijk tot de volgende aanbevelingen voor onderzoek:

- Voordat onderzocht wordt of een herkenbare vormgeving daadwerkelijk leidt tot uniform(er) verkeersgedrag, moet eerst de vraag beantwoord worden hoe zo'n herkenbare vormgeving eruit zou moeten zien. Dit kan het beste gebeuren met een categorisatie-experiment.
- Bij het beantwoorden van de vraag hoe een herkenbare vormgeving eruit moet zien, is het van belang te weten te komen of de onlangs vastgestelde essentiële herkenbaarheidskenmerken daadwerkelijk leiden tot het herkennen of categoriseren van de wegcategorieën zoals beoogd binnen Duurzaam Veilig. Vragen daarbij zijn of het aanbrengen van (deze) belijning voldoende is, en welke variatie in uitvoering is 'toegestaan' om weggebruikers (nog steeds) de juiste categorieën te laten herkennen.
- Omdat de categorisering die binnen Duurzaam Veilig wordt gehanteerd behoorlijk gedetailleerd is en gedetailleerde kennis vraagt, is het vervolgens ook de vraag of weggebruikers wel over voldoende kennis beschikken om de juiste categorieën te herkennen. De rol van aanvullende kennis aan weggebruikers ter bevordering van de herkenbaarheid van wegen zou dus in een toekomstig experiment onderzocht moeten worden.
- Het wegontwerp dat uit het categorisatie-experiment het beste blijkt te werken, kan in een gedragsstudie als basis dienen voor onderzoek naar de mate waarin deze herkenbare wegomgeving daadwerkelijk leidt tot uniformer (homogener) gedrag. Of dit homogenere gedrag (bijvoorbeeld snelheidsgedrag) ook daadwerkelijk voorspelbaarder gedrag is dan minder homogeen gedrag, is overigens lastig te onderzoeken.

Summary

Predictable road user behaviour by a recognizable road design; a theoretical and practical exploration

'Predictability' is an important principle for achieving a sustainably safe road traffic. This means that the road design must be so recognizable for the road user that he can know what to expect on different roads, and how he is expected to behave at any given moment. The result should be a more uniform, and therefore more predictable, behaviour.

This report is an exploratory study in preparation of further studies of recognizable road design and its influence on the predictability of road user behaviour. The report consists of an exploration of the theory behind terms such as 'recognizability' and 'predictability' and their mutual relation, as well as an exploration of the practical situation: What is being done nowadays to improve the recognizability of roads, and what knowledge is already available? This knowledge needs to be taken into account in future research into elements that play a role in the predictability principle.

The theoretical exploration was carried out with the help of mainly cognitive-psychological literature. Knowledge about predictability and recognizability is also available from studies of 'self-explaining roads', and from fieldwork on the behavioural effects of various road features. We carried out an inventory of the practical situation among various road authorities who at this moment are occupied with making road types more recognizable.

Recognizability is based on the fact that people categorize their observations. This categorizing takes place at different levels of detail, it is flexible, and dependent on context.
The required level of detail to categorize Sustainable Safety road types 'correctly' appears to be rather wide. This leads to the question whether the average road user has sufficient knowledge to recognize these roads, or whether additional knowledge is necessary, for example by including information about Sustainable Safety road categories in the driver training.
The flexibility with which road users categorize roads raises the question which elements are crucial for recognizing road categories as they are intended in Sustainable Safety. These crucial elements are much more obvious for motorways (national through roads) than for 80 km/hour roads, (rural distributor roads).
Seeing the dependence on context, the road surroundings also play a role in categorization by road users. This gives rise to the question if the Guideline Essential Recognizability Characteristics, which limits road user categorizing to recognizing road marking patterns, is sufficient to recognize roads as is intended in Sustainable Safety. This question gets extra emphasis because there is a great deal of variety in the implementation of this guideline.
Research has shown that people find it more difficult to categorize if there is a large variety (too little uniformity) within categories and if the differences between categories are too small.

Within Sustainable Safety, a 'chain' is presumed from recognizable design, via expectations, to homogenous and predictable behaviour. Research has shown that, in general, expectations do indeed guide behaviour, but this only leads to safe traffic behaviour if what one sees, agrees with what one expects. If this is not the case, people just make errors sooner, and this can be dangerous. However, people's expectations not only depend on what they see in their vicinity, but also on their past experiences. It is, therefore, the question whether the road design evokes the same expectations from everybody. If this is not the case, there is no basis for homogenous behaviour. Besides, the question is to what extent expectations are the only and most dominant source of behaviour guidance which leads to homogeneous and, in turn, predictable traffic behaviour.

Just changing the road markings within the framework of the Guideline Essential Recognizability Characteristics, can, on its own, lead to behavioural change. Research has shown that adding an axis or edge marking to an unmarked road and renewing the road surface, for instance before changing the road marking, increases driving speeds. Other changes in the road surroundings that lead to increased driving speeds are installing reflector poles and the presence of continuous vegetation.

This exploratory study ultimately leads to the following recommendations for further research:

- Before studying whether a recognizable road design really does lead to uniform, or more uniform, road user behaviour, the question needs to be answered first what such a recognizable road design should look like. This can best be done in a categorization experiment.
- When answering the question about what a recognizable design should look like, it is important to know whether the recently established essential recognizability characteristics really do lead to the recognition or categorization of the road types as intended in Sustainable Safety. Relevant questions are whether applying line marking is sufficient, and which variation of application is 'permitted' to (still) enable road users to recognize the correct categories.
- Because the categorization which is used in Sustainable Safety is rather detailed and requires detailed knowledge, it is also the question whether road users have sufficient information to recognize the correct categories. How additional road user knowledge can improve road category recognition should, therefore, be studied in a future experiment.
- The road design which is most effective according to the categorization experiment, can serve as the basis for a behavioural study of the extent to which these recognizable road surroundings really lead to more uniform i.e. homogeneous behaviour. Whether or not this homogeneous behaviour, for instance driving speed, is truly more predictable than less homogeneous behaviour, is difficult to study.

Inhoud

1. Inleiding 9
1.1. Achtergrond van het project 9
1.2. Dit rapport 10
1.3. Duurzaam Veilig in vogelvlucht 11
1.3.1. Functionaliteit van wegen 12
1.3.2. Herkenbaarheid van de vormgeving en voorspelbaarheid van weggedrag 14

2. Theoretische analyse 15
2.1. Basis voor herkenbaarheid en voorspelbaarheid in Duurzaam Veilig 15
2.2. Herkenbaarheid en categorisatie 16
2.2.1. Categorisatie en herkenning 16
2.2.2. Categorisatie 17
2.2.3. Herkenning en herkenbaarheid 21
2.2.4. De vertaling naar het Duurzaam Veilig-herkenbaarheidsprincipe 26
2.3. Verwachtingen en voorspelbaar gedrag 27
2.3.1. Verwachtingen 27
2.3.2. Homogenisering en voorspelbaarheid van gedrag 30
2.4. De relatie tussen de verschillende concepten en uiteindelijk gedrag 31
2.5. Samenvatting van de theoretische analyse 32
2.5.1. Categorisatie en herkenning 32
2.5.2. Verwachtingen en voorspelbaar gedrag 33

3. Self-explaining roads – theorie en onderzoek 34
3.1. Achtergronden van het concept 'self-explaining roads' 34
3.1.1. Informatieverwerkings- en taakuitvoeringsindelingen als basis voor SER 34
3.1.2. Fouten in verkeersgedrag 35
3.2. Onderzoek naar het concept 'self-explaining roads' 36
3.2.1. Onderzoek naar verwachtingen in het verkeer 36
3.2.2. Onderzoek naar de categorisatie van 'oude' wegtypen 37
3.2.3. Onderzoek naar categorisatie van Duurzaam Veilig-wegtypen 39
3.2.4. Wegcategorisatie en rijgedrag 41
3.3. Bevindingen over 'self-explaining roads' in vogelvlucht 42

4. Herkenbaarheid van duurzaam veilige wegcategorieën 43
4.1. Kenmerken van wegvakken 43
4.1.1. Kenmerken die voorkomen in de operationele eisen van Duurzaam Veilig-wegen 43
4.1.2. Kenmerken die worden genoemd in de literatuur 45
4.2. Kenmerken van kruispunten, kruisingen en overgangen 46
4.3. Eerste aanzet: de Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidskenmerken 48
4.4. Toepassing van de Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidkenmerken in de praktijk 50
4.4.1. Ruimtegebrek binnen bestaande verhardingsbreedte 51
4.4.2. Afwezigheid van parallelvoorzieningen 52
4.4.3. Koppeling tussen markering en wegtype/snelheidslimiet 53
4.4.4. Rijrichtingscheiding 54

4.4.5. Prognose invoeringstermijn EHK 56
4.4.6. Conclusie 56
4.5. Wegcategorisering en verkeersgedrag 56
4.6. Kenmerken die tot herkenbare wegen kunnen leiden: een slotbeschouwing 57

5. Effecten van wegomgeving op gedrag 59
5.1. Overzicht van de kennis 59
5.2. Het effect van het type verharding 60
5.3. Het effect van de vormgeving van de rijrichtingscheiding 61
5.4. Het effect van markering in lengterichting 63
5.4.1. Bevindingen uit kwalitatieve literatuurstudies 64
5.4.2. Resultaten van een meta-analyse 65
5.5. Het effect van markering in dwarsrichting 70
5.6. Het effect van reflectorpaaltjes 70
5.7. Het effect van fietsvoorzieningen 71
5.7.1. Verschillende typen fietsvoorzieningen 71
5.7.2. Effecten van fiets(suggestie)stroken 72
5.8. Het effect van de aanwezigheid van bebouwing en/of begroeiing 75
5.8.1. Bebouwing 75
5.8.2. Begroeiing 75
5.8.3. Geparkeerde auto's en andere obstakels 76
5.9. Het effect van medeweggebruikers 77
5.10. Wegkenmerken en verkeersgedrag: een samenvatting 77

6. Slotbeschouwing 79
6.1. Uniformiteit in wegontwerp en gedrag 79
6.2. Hoe nu verder? 81

Literatuur 83

Bijlage A Richtlijnen voor de inrichting van GOW's 91

Bijlage B Implementatie essentiële herkenbaarheidskenmerken door provinciale wegbeheerders 96

1. Inleiding

1.1. Achtergrond van het project

Sinds begin jaren negentig speelt de Duurzaam Veilig-visie (Koornstra et al., 1992) een belangrijke rol bij de aanpak van de verkeersonveiligheid in Nederland. Deze visie beoogt een betere verkeersveiligheid te bewerkstelligen door een integrale aanpak van de mens, het voertuig en de weg, waarbij de mens als 'maat der dingen' wordt genomen. Een belangrijk principe om tot een duurzaam veilig wegverkeer te komen is 'herkenbaarheid'. Dat wil zeggen dat de vormgeving van de weg dusdanig herkenbaar moet zijn voor de weggebruiker dat deze op ieder moment kan weten wat hij op verschillende wegen kan verwachten (zowel in wegverloop als in typen verkeersdeelnemers en gedrag van andere verkeersdeelnemers; zie Wegman & Aarts, 2005) en hoe hij zich moet gedragen. Hierdoor zou het gedrag uniformer en daardoor voorspelbaarder worden. De juiste verwachtingen en het juiste gedrag van de weggebruikers moeten bij voorkeur worden opgeroepen door het wegontwerp.

De relevantie van het principe van 'herkenbaarheid' werd afgeleid uit ongevallenstudies, waaruit bleek dat een aantal ongevallen had plaatsgevonden doordat niet aan de verwachtingen van weggebruikers was voldaan (zie Koornstra et al., 1992). Daarnaast werd ook beredeneerd op basis van taakuitvoerings- en foutentheorieën waarom een herkenbare vormgeving belangrijk is voor de veiligheid in het wegverkeer. Hoe dit principe van herkenbaarheid uitgewerkt moest worden, was ten tijde van de definiëring van dit principe echter nog niet zo duidelijk. TNO was begin jaren negentig reeds actief met onderzoek naar elementen die de weg 'self-explaining' kon maken (bijvoorbeeld Brouwer et al., 2000; Kaptein & Theeuwes, 1996; Theeuwes & Godthelp, 1992). En ook de SWOV voerde diverse onderzoeken uit naar elementen die relevant en werkzaam kunnen zijn bij het herkenbaar maken van wegen (bijvoorbeeld Davidse et al., 2004; Gundy, 1994; Van Schagen et al., 1999).

Het bleek op basis van deze onderzoeken echter niet eenvoudig om goed werkzame en tevens praktisch gemakkelijk toepasbare elementen te vinden die de wegen voor weggebruikers herkenbaar kunnen maken. Geruime tijd na de totstandkoming van de Duurzaam Veilig-visie is de herkenbaarheid (en dus ook voorspelbaarheid) dan ook nog lang niet voor alle wegcategorieën voldoende uitgewerkt en/of aanwezig. Een belangrijk knelpunt is de vertaalslag van het herkenbaarheidsprincipe naar concrete ontwerprichtlijnen. Dit knelpunt wordt mede veroorzaakt doordat de kennis over de invloed van omgevingsfactoren, en met name van herkenbare vormgeving op verkeersgedrag nog steeds beperkt is. Inmiddels heeft de praktijk het onderzoek naar bruikbare herkenbaarheidskenmerken van wegen ingehaald. Enerzijds zijn wegbeheerders de afgelopen tijd zelf aan de slag gegaan met de bedoeling hun wegen 'duurzaam veilig' te maken; anderzijds zijn er de zogeheten 'essentiële herkenbaarheidskenmerken' geformuleerd (CROW, 2004b). Dit zijn per wegtype afgesproken combinaties van as- en kantbelijning die de weggebruiker duidelijk moeten maken op wat voor type weg hij rijdt. Het ligt thans in de bedoeling om 's lands wegen de komende jaren in een verhoogd tempo te gaan voorzien van deze 'essentiële

herkenbaarheidskenmerken', zodat in ieder geval de herkenbaarheid (maar nog niet de gehele Duurzaam Veilig-inrichting) van wegen gegarandeerd zal zijn (VenW, 2004).

Maar gaan deze 'essentiële herkenbaarheidskenmerken' werken zoals verwacht? Wat is er eigenlijk nodig om wegen herkenbaar te maken? Nu de SWOV, meer dan een decennium na lancering, de oorspronkelijke Duurzaam Veilig-visie weer eens tegen het licht heeft gehouden en heeft geactualiseerd voor de komende 15 tot 20 jaar (Wegman & Aarts, 2005), rees de vraag wat de stand van zaken is wat betreft het principe van 'herkenbaarheid en voorspelbaarheid' en welke kennis nog nodig is om dit principe in de praktijk niet alleen praktisch haalbaar maar ook werkzaam te maken.

Om een antwoord te kunnen vinden op bovenstaande vragen is de SWOV in het kader van haar onderzoeksprogramma 2003-2006 van start gegaan met het project *Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag*.

1.2. Dit rapport

Deze verkennende studie dient als basis voor het project *Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag.* Het is een literatuurstudie waarin de theorie en de praktijk achter 'herkenbaarheid' en 'voorspelbaarheid' in het verkeer zijn geïnventariseerd. Het verenigt daarmee fundamentele psychologische kennis met uitkomsten van onderzoek naar herkenbaarheid en verwachtingen en met de huidige inrichting van wegen en de effecten van wegkenmerken op rijgedrag.

Deze verkennende studie bestaat uit twee delen die inhoudelijk los van elkaar gelezen kunnen worden. Wat de twee delen gemeen hebben is hun gezamenlijke onderwerp 'herkenbaarheid' maar beide delen kijken hiernaar vanuit een heel ander gezichtspunt.

Het eerste deel (*Hoofdstuk 2*) bevat theoretische benadering van 'herkenbaarheid' en 'voorspelbaarheid' en van de begrippen 'categorisatie' en 'verwachtingen', die hieraan nauw verwant zijn. Dit gebeurt aan de hand van fundamentele, theoretische kennis uit de psychologie. Daar waar mogelijk wordt tevens gekeken hoe resultaten uit deze discipline zich verhouden tot de ideeën binnen Duurzaam Veilig.

Het tweede deel van deze studie (*Hoofdstukken 3 t/m 5*) heeft een meer praktisch perspectief. In dat deel beperken we ons tot de categorie gebieds-ontsluitingswegen vanwege de specifieke veiligheidsproblemen met deze wegcategorie (zie *§ 1.3.1* voor meer details). Het is voor deze wegcategorie het lastigste om eenduidige, uniforme inrichtingscriteria te ontwikkelen die de vereiste homogeniteit en voorspelbaarheid garanderen en die bovendien praktisch uitvoerbaar zijn.
Hoofdstuk 3 behandelt de overlap die bestaat tussen de gedachten achter 'Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag' (Koornstra et al., 1992) en 'Self explaining roads' (Theeuwes & Godthelp, 1992) en het onderzoek dat binnen dat kader is uitgevoerd.
In *Hoofdstuk 4* wordt nagegaan welke kenmerken geschikt kunnen zijn om de herkenbaarheid van wegcategorieën te vergroten. Hier wordt ook stilgestaan bij de 'essentiële herkenbaarheidskenmerken' zoals die zijn

opgenomen in de richtlijnen van CROW (2004b), en hoe deze richtlijnen in de praktijk worden toegepast.
In *Hoofdstuk 5* wordt bekeken wat de onderzoeksliteratuur ons leert over de effecten die de potentiële herkenbaarheidskenmerken hebben op het rijgedrag. Bepaalde kenmerken kunnen wel leiden tot een betere herkenbaarheid maar als ze het rijgedrag negatief beïnvloeden (onveiliger maken), zouden ze misschien beter niet gebruikt kunnen worden.

Hoofdstuk 6 tot slot, bevat een samenvatting van de bevindingen en daaruit voortvloeiende aanbevelingen voor de volgende stappen binnen het project *Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag*.

Voordat we echter kond doen van onze verkenning, nemen we in deze inleiding in vogelvlucht eerst de basisgedachte en -principes van Duurzaam Veilig door, waarbij we uiteindelijk inzoomen op die zaken die voor dit project het meest relevant zijn. Zij die bekend zijn met de Duurzaam Veilig-visie kunnen deze vogelvlucht overslaan zonder dat dit de leesbaarheid van de rest van dit rapport hindert.

1.3. Duurzaam Veilig in vogelvlucht

De Duurzaam Veilig-visie zag begin jaren negentig het levenslicht in het boek *Naar een duurzaam veilig wegverkeer* (Koornstra et al., 1992). Nadat in een aantal demonstratieprojecten ervaringen met de implementatie van Duurzaam Veilig-maatregelen waren opgedaan, leidde dit in 1997 uiteindelijk tot het tekenen van het *Startprogramma Duurzaam Veilig*, een convenant van 24 afspraken tussen de centrale en decentrale overheden ten aanzien van een aantal relatief snel uit te voeren Duurzaam Veilig-maatregelen en de financiering daarvan. Sindsdien is Duurzaam Veilig de basis van het verkeersveiligheidsbeleid in Nederland.

Het doel van Duurzaam Veilig is om (met name ernstige) ongevallen te voorkomen en daar waar dat niet kan de kans op ernstig letsel nagenoeg uit te sluiten. Dit wordt gerealiseerd door een integrale aanpak van latente fouten in de hoofdelementen van het verkeerssysteem, te weten: 'mens', 'voertuig' en 'weg'. Bij dit alles wordt de mens als 'maat der dingen' genomen.
Zo moet de infrastructuur aansluiten bij de menselijke capaciteiten en beperkingen, dienen voertuigen de rijtaak te vereenvoudigen en bescherming te bieden bij een ongeval, en moeten verkeersdeelnemers goed opgeleid en geïnformeerd zijn en waar nodig gecontroleerd worden.

Om bovenstaande te verwezenlijken zijn oorspronkelijk drie Duurzaam Veilig-principes geformuleerd (Koornstra et al., 1992). Deze principes zijn onlangs geactualiseerd en aangevuld met twee nieuwe principes (Wegman & Aarts, 2005):
- *Functionaliteit* van wegen: wegen dienen om te stromen (stroomwegen) of toegang te bieden (erftoegangswegen) en worden onderling verbonden door gebiedsontsluitingswegen.
- *Homogeniteit* van massa's, snelheid en richting: verkeerssoorten met een te groot verschil in massa of snelheid moeten fysiek van elkaar gescheiden worden. Daar waar dat niet kan, moet de snelheid zo laag zijn dat alle conflicten die zich daar kunnen nog veilig kunnen aflopen, dat wil zeggen zonder ernstige gevolgen.

- *Herkenbaarheid* van de vormgeving van de weg en voorspelbaarheid van wegverloop en gedrag van weggebruikers: weggebruikers moeten door een uniforme en goed op het gewenste gedrag afgestemde omgeving weten wat voor rijgedrag van hen verwacht wordt en wat ze van anderen kunnen verwachten. Hieraan is in de geactualiseerde visie toegevoegd dat ook het wegverloop voorspelbaar moet zijn.
- *Vergevingsgezindheid* van de omgeving (fysiek) en de weggebruikers onderling (sociaal): dit is een principe dat enerzijds al uitgewerkt wordt in veilige bermen; anderzijds moet aan de sociale kant van dit principe (anticipatie van weggebruikers op gedrag van anderen) nog nader invulling worden gegeven.
- *Statusonderkenning* door de verkeersdeelnemer: dit principe doelt op het vermogen of de faciliteit van de verkeersdeelnemer om zijn eigen taakbekwaamheid goed te kunnen inschatten. Hij moet dus weten over welke vaardigheden hij beschikt en of deze voldoende zijn om veilig aan het verkeer te kunnen deelnemen. Maar ook dient hij van zichzelf te weten wanneer zijn – tijdelijke – toestand dusdanig is dat verkeersdeelname niet verantwoord is, bijvoorbeeld door de invloed van alcohol, stress of vermoeidheid. Dit principe moet in de praktijk nog worden uitgewerkt.

Voor onze studie naar de achtergronden en de praktijk van een herkenbare vormgeving van de weg en van voorspelbaar gedrag van verkeersdeelnemers, is vooral nadere informatie over de principes van 'functionaliteit' en 'herkenbaarheid' van belang.

1.3.1. *Functionaliteit van wegen*

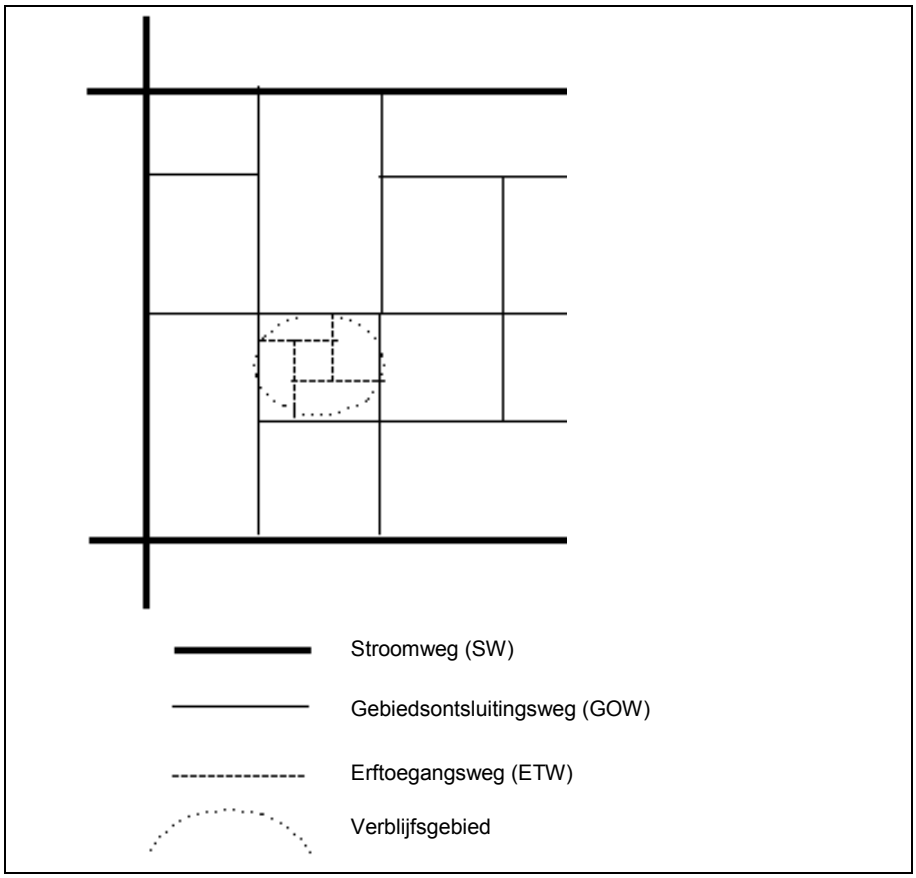
Het functionaliteitsprincipe is gebaseerd op twee verkeersfuncties binnen een verkeerssysteem:

1. Stromen: het verplaatsen van voertuigen over een relatief lange afstand en met relatief hoge snelheid. Denk hierbij aan een autosnelweg.
2. Uitwisselen: het voortbewegen van voetgangers en voertuigen met wisselende richting en snelheid. Hieronder vallen oversteken, afslaan, kruisen, stoppen, maar ook parkeren. Hierbij kan gedacht worden aan een woonstraat.

Het strikt scheiden van verschillende verkeerssoorten vereist passende infrastructurele voorzieningen. Hierbij komen de drie duurzaam veilige wegcategorieën om de hoek kijken, met elk een eigen functie, specifieke operationele eisen en eisen ten aanzien van het gedrag van en de interactie tussen weggebruikers (Koornstra et al., 1992; CROW, 1997):

- Stroomwegen (SW), die bedoeld zijn voor een continue doorstroming van het gemotoriseerd verkeer;
- Gebiedsontsluitingswegen (GOW), die bedoeld zijn als verbinding tussen stroomwegen en erftoegangswegen;
- Erftoegangswegen (ETW), die bedoeld zijn voor het toegankelijk maken van particuliere of openbare percelen of groepen van percelen (woonerf/ winkelgebied).

De verschillende wegcategorieën zijn schematisch weergegeven in *Afbeelding 1.1*.



Afbeelding 1.1. *Categorisering van een duurzaam veilig wegennet.*

Gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen komen zowel binnen als buiten de bebouwde kom voor en hebben daar verschillende snelheids-limieten. Om duidelijk te maken om wat voor type weg het gaat, bevat de afkorting voor het wegtype daarom ook de snelheidslimiet op dat type weg: GOW80 en ETW60 buiten de bebouwde kom en GOW50 en ETW30 binnen de bebouwde kom; stroomwegen worden duidelijkheidshalve aangeduid met SW100.

Zoals de naam al zegt faciliteren stroomwegen het stromen. Motorvoertuigen spelen hier een hoofdrol. Erftoegangswegen maken het voetgangers en/of voertuigen mogelijk om op het erf van een individuele woning, winkel of bedrijf te komen. Hierop speelt 'uitwisselen' dus een prominente rol. Voor een duurzaam veilig wegverkeer heeft een weg idealiter een van deze functies (monofunctionaliteit). Om stroomwegen en erftoegangswegen met elkaar te verbinden is er echter nog een derde categorie nodig: de gebiedsontsluitingswegen (zie *Afbeelding 1.1*). Op gebiedsontsluitingswegen zijn beide uiterste verkeerssoorten aanwezig, maar deze worden gescheiden naar plaats: de wegvakken van de gebieds-ontsluitingsweg faciliteren het stromen van het gemotoriseerde snelverkeer en op de kruispunten vindt, bij lagere snelheid, het uitwisselen plaats. Toch is met name door deze mix van verkeersfuncties dit een relatief gevaarlijk wegtype. *Tabel 1.1* toont de drie wegcategorieën met bijbehorende verkeersfunctie(s).

Wegcategorie	Verkeersfunctie	
	wegvak	kruispunt
Stroomweg	stromen	
Gebiedsontsluitingsweg	stromen	uitwisselen
Erftoegangsweg	uitwisselen	

Tabel 1.1. *Wegcategorieën en verkeersfuncties.*

Functionaliteit moet op netwerkniveau gerealiseerd worden, wat wil zeggen dat de verbindingen van wegen met een verschillende functionaliteit en daarmee de opbouw van een route, logisch op elkaar aansluiten. Uiteindelijk moet het totale wegennet ingedeeld zijn in de drie duurzaam veilige wegcategorieën: een weg is óf een erftoegangsweg, óf een gebiedsontsluitingsweg óf een stroomweg. Elk van deze categorieën heeft een eigen, unieke functie en moet ook zodanig worden gebruikt. Dit heeft tot gevolg dat op de verschillende wegcategorieën verschillend verkeersgedrag vereist is en er andere soorten interacties tussen verkeersdeelnemers zullen plaatsvinden. Op een stroomweg, bijvoorbeeld, zal men uitsluitend gemotoriseerd snelverkeer tegenkomen, zullen de snelheden hoog zijn en kan men geen gelijkvloers kruisend verkeer tegenkomen. Op een erftoegangsweg daarentegen, maakt alle verkeer gebruik van dezelfde ruimte en kan men dus ook alle vormen van verkeer tegenkomen, die bovendien gelijkvloers kruisen. Om dit veilig te kunnen laten afwikkelen, moeten de snelheden er laag zijn.

1.3.2. *Herkenbaarheid van de vormgeving en voorspelbaarheid van weggedrag*

Het herkenbaarheidsprincipe moet ervoor zorgen dat weggebruikers op ieder moment kunnen weten wat zij kunnen verwachten en hoe zij zich moeten gedragen. Dit zou onzeker rijgedrag, en daarmee (ernstige) fouten die tot verkeersongevallen kunnen leiden moeten voorkomen (zie ook *§ 2.1*). Behalve door een beperkt aantal wegcategorieën te hanteren (zoals hiervoor beschreven onder het functionaliteitsprincipe; *§ 1.2.1*), zou hiermee rekening moeten worden gehouden door bij de inrichting van het wegennet (en de afzonderlijke wegen) de volgende eisen in acht te nemen:

- "Garandeer herkenbaarheid door unieke wegelementen, gedragingen, regels en manoeuvres per wegcategorie.
- Bij overgangen van categorie dit duidelijk markeren; logische overgangen naar opvolgende categorie.
- Afwijkingen (substandaard) duidelijk herkenbaar maken door speciale waarschuwing.
- Bebakening en markering en elektronische verkeersbeheersingssystemen op unieke manier koppelen aan categorie, bijvoorbeeld op wegen met stroomfunctie route- en snelheidsgeleiding en op wegen met erffunctie snelheidsbegrenzing."

(Koornstra et al., 1992, blz. 81).

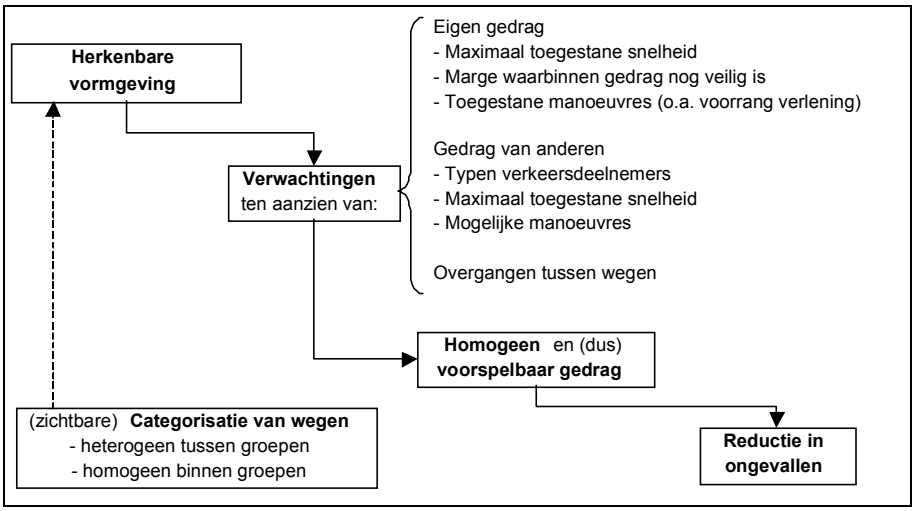
'Herkenbaarheid' zou op die manier op elk moment in tijd en plaats aanwezig zijn, conform de Duurzaam Veilig-visie.

2. Theoretische analyse

2.1. Basis voor herkenbaarheid en voorspelbaarheid in Duurzaam Veilig

Het principe dat wegen een herkenbare vormgeving moeten hebben, is gebaseerd op de redenering dat verkeersdeelnemers gemiddeld zo'n 25 handelingen per minuut uitvoeren (in Koornstra et al., 1992). Met name als deze handelingen niet op routine berusten, is de kans aanzienlijk om ernstige fouten te maken die tot verkeersongevallen kunnen leiden (Reason, 1990; zie ook Wegman & Aarts, 2005). Bovendien blijkt uit enkele studies dat verwachtingen een belangrijke rol spelen bij de selectie en verwerking van informatie en bij de fouten die daarbij op kunnen treden (zie bijvoorbeeld Theeuwes, 1991). Het is daarom van belang om het aantal handelingen per minuut zo veel mogelijk te beperken, zo veel mogelijk op routine te laten plaatsvinden en om onzekerheden te beperken. Een van de manieren om dit te bewerkstellingen, zo is de redenering binnen Duurzaam Veilig, is door wegen *herkenbaar vorm te geven* zodat ze tot de juiste verwachtingen en daarmee tot *homogeen* en *voorspelbaar gedrag* leiden (zie *Afbeelding 2.1*).

Datgene wat weggebruikers moeten herkennen door de vormgeving van de weg zijn de verschillende *wegcategorieën* die binnen Duurzaam Veilig bestaan. Deze zijn ieder namelijk gelieerd aan een set van eigenschappen op basis waarvan de weggebruiker zijn of haar verwachtingen kan baseren. Deze verwachtingen worden in Duurzaam Veilig-literatuur alleen maar globaal aangegeven (zoals gedragingen, regels, manoeuvres), maar zijn in *Afbeelding 2.1* wat specifieker uitgewerkt.



Afbeelding 2.1. *Keten van gebeurtenissen ten aanzien van herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag zoals verondersteld binnen Duurzaam Veilig.*

Maar kunnen we op basis van de literatuur concluderen dat de keten van vormgeving, herkenning, verwachtingen en voorspelbaar gedrag inderdaad zo werkt als verondersteld? Wat ligt bijvoorbeeld ten grondslag aan het herkennen van een weg en zijn omgeving, en hoe kan dit leiden tot

voorspelbaar gedrag? Om dit te kunnen begrijpen, is het noodzakelijk om te weten wat er wordt bedoeld met 'herkenbaarheid' en 'categorisatie', en met 'verwachtingen' en 'voorspelbaarheid'. In dit hoofdstuk zal aan de hand van 1) theorieën uit de cognitieve psychologie en 2) de uitwerking zoals beoogd binnen Duurzaam Veilig, worden gezocht naar een *definitie* van deze begrippen.

Omdat er weinig literatuur is over 'herkenbaarheid' en 'voorspelbaarheid' in verkeerssituaties, is begonnen met een brede zoektocht binnen de literatuur. De bruikbare theorieën vanuit de cognitieve psychologie bleken vooral betrekking te hebben op (patronen en) objecten en niet op omgevingen, waar we eigenlijk naar op zoek waren. De theorieën zijn wel zo veel mogelijk vertaald naar omgevingen in het algemeen en de wegomgeving in het bijzonder. Deze inventarisatie leidt uiteindelijk tot de definities zoals deze in het project *Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag* zullen worden gehanteerd.

2.2. Herkenbaarheid en categorisatie

Concepten zoals 'herkenning' en 'herkenbaarheid' blijken in de literatuur vaak in één adem te worden genoemd met 'categorisatie' (zie ook Theeuwes & Diks, 1995). Hiermee wordt 'categorisatie' dus in de psychologische betekenis gebruikt: mensen 'categoriseren' hun waarnemingen. Omdat 'herkenbaarheid' en 'categorisatie' zo nauw met elkaar samenhangen zullen in deze paragraaf beide begrippen dan ook in onderlinge samenhang worden besproken.

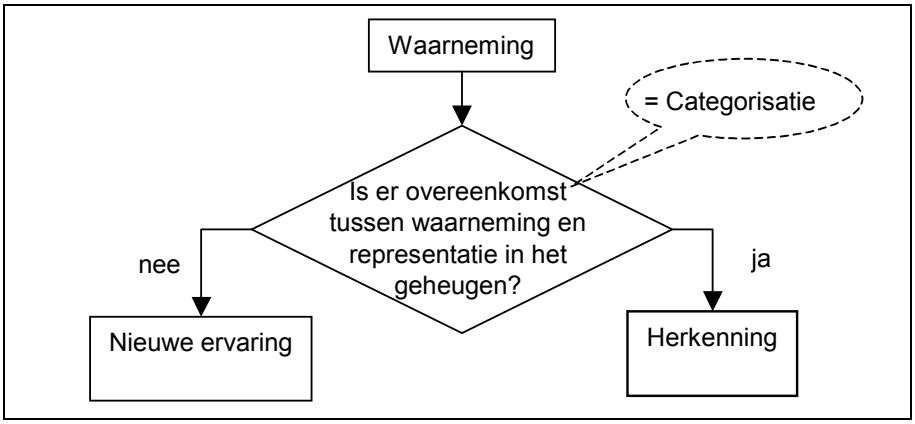
2.2.1. *Categorisatie en herkenning*

Wat is categorisatie eigenlijk? Is het hetzelfde als 'herkenning' of zijn er toch verschillen? Op deze vragen zal als eerste worden ingegaan. Daarna zal aan de hand van diverse theorieën over categorisatie en herkenbaarheid worden bekeken welke elementen en processen waarschijnlijk aan categorisatie en herkenbaarheid ten grondslag liggen.

In een eerdere literatuurverkenning in het kader van 'Self-explaining roads' (zie *§ 3.1*) stellen Theeuwes & Diks (1995) vast dat categorisatie vooral een proces is waarbij eenheden gelijk worden gesteld aan andere eenheden binnen eenzelfde categorie (homogeniteit binnen groepen) en ongelijk worden gesteld aan eenheden uit andere categorieën (heterogeniteit tussen groepen). Categorisering is daarmee gericht op het vereenvoudigen van de complexe wereld om ons heen. Door dit vereenvoudigingsproces zijn we in staat grotere hoeveelheden informatie efficiënter te verwerken. Dit wordt ook wel het principe van 'cognitieve zuinigheid' genoemd. Zo is categorisering volgens McGarty (1999) een natuurlijke respons om mentale overbelasting tegen te gaan. Harnad (2003) ziet categorisatie als een resultante van het feit dat ons geheugen en waarnemingsvermogen maar beperkt is. Harnad stelt 'herkenning' nagenoeg gelijk met 'categorisatie'. Maar is het wel hetzelfde?

Een antwoord hierop kunnen we wellicht vinden als we het proces langslopen van herkenning en/of categorisatie bij de waarneming van een al dan niet bekend object. Volgens de theorie van Harnad kan 'herkenning' gedefinieerd worden als 'het correct categoriseren (of classificeren) van een

object'. Een eenheid die voor het eerst wordt waargenomen en op geen enkele wijze 'past' binnen een in het geheugen opgeslagen referentie- of categorisatiestructuur (en dus niet wordt herkend) kan wel worden opgeslagen als een nieuwe categorie. Hiermee is dus al een onderscheid aangegeven tussen 'categorisatie' en 'herkenning'. Categorisatie gaat dus altijd vooraf aan herkenning, maar herkenning hoeft niet noodzakelijkerwijs te volgen op een categorisatieproces. Het kan ook een zelfstandig proces zijn (zie *Afbeelding 2.2*).



Afbeelding 2.2. *Schematische weergaven van samenhang tussen herkennen en categoriseren.*

2.2.2. *Categorisatie*

2.2.2.1. Categorisatietheorieën

Als categorisatie in ieder geval een basiselement is voor herkenning, kunnen we wellicht meer over herkenning te weten komen door na te gaan hoe categorisatie in zijn werk gaat. Omdat categorisering (van objecten) een veel onderzocht en gedefinieerd fenomeen is, is er een behoorlijk aantal theorieën over de elementen die een rol spelen in het categorisatieproces hiervan. De belangrijkste theorieën worden hier kort beschreven (voor een uitgebreidere beschrijving van de meeste zie Theeuwes & Diks, 1995):

1. *Klassieke theorie* (bijvoorbeeld Aristoteles, in Theeuwes & Diks, 1995; in McGarty, 1999). Volgens deze theorie worden regels gevormd over kenmerken die noodzakelijk zijn voor het behoren tot een categorie. Indien deze kenmerken niet aanwezig zijn, behoort een object niet tot die categorie.

2. *Exemplaartheorie* (bijvoorbeeld Medin & Schaffer, 1978; in Theeuwes & Diks, 1995; in McGarty, 1999). Volgens deze theorie wordt een categorie gevormd door de herinnering aan specifieke exemplaren. Daarbij worden dus niet apart kenmerken of abstracte regels van de betreffende categorie opgeslagen. Kenmerken van de categorie worden afgeleid van een bekend exemplaar. Bij een vreemd object wordt gelijkenis gezocht met het meest gelijkende exemplaar in de herinnering.

3. *Prototype theorie* (o.a. Reed, 1972; Rosch & Mervis, 1975; in Theeuwes & Diks, 1995; in McGarty, 1999). Volgens deze theorie worden categorieën opgeslagen aan de hand van prototypen. Een prototype is de representatie van een object waarbij alle relevante kenmerken van de categorie vertegenwoordigd zijn. Een object wordt sneller gecategoriseerd naarmate het meer lijkt op het prototype van de betreffende categorie.

4. *Gemengde theorie* (o.a. Neisser, 1978; Fried & Holyoak, 1984; in Theeuwes & Diks, 1995; in McGarty, 1999). Deze theorie gaat uit van het feit dat de gelijkheid van een object aan een prototype of exemplaar in een bepaalde categorie niet altijd voldoende is om te behoren tot die categorie. Bij de gemengde theorie is het dan ook een mix van prototypen, specifieke ervaringen, regels, doelen en theorieën die kunnen bepalen of een waargenomen object tot een bepaalde categorie behoort.

5. *Spreiding-van-activatiemodellen* (o.a. Collin & Loftus, 1975; McClelland & Rumelhart, 1981; in Theeuwes & Diks, 1995; in McGarty, 1999). In deze theorie is de basis een netwerk van begrippen en eigenschappen. Indien deze begrippen of eigenschappen sterk gerelateerd zijn aan elkaar, liggen ze dichter bij elkaar. De relaties (knopen) tussen de eigenschappen en begrippen kunnen verschillend van aard zijn (bijvoorbeeld 'is', 'heeft', 'lijkt op'). Indien een knoop geactiveerd wordt, wordt deze activatie over het netwerk verspreid. Knopen die dichter in de buurt van de bron zitten worden meer geactiveerd dan knopen die verder weg liggen en waarmee het associatieve verband met de bron dus lager ligt.

6. *Theorie van Harnad* (2003). Deze theorie gaat niet zozeer uit van de elementen op basis waarvan categorisatie plaatsvindt als wel het proces van categorisatie zelf. Doordat de categorisatie van een object op basis van heel veel verschillende eigenschappen kan geschieden, zijn er vele categorisatiemogelijkheden per object. Tot welke categorie een object behoort hangt vooral af van de context en het abstractieniveau waarin het wordt waargenomen. De theorie van Harnad ondersteunt vooral het flexibele en creatieve karakter dat categorisatie kan hebben.

2.2.2.2. Evaluatie van categorisatietheorieën

Als we voorgaande theorieën met elkaar vergelijken dan blijkt vooral een onderscheid tussen de theorieën die iets zeggen over de *elementen* op basis waarvan gecategoriseerd wordt (theorie 1, 2, 3 en 4), of theorieën die veel meer uitgaan van het *proces* van categorisatie (theorie 5 en 6). De eerste vijf theorieën nemen echter geen van alle contextafhankelijkheid in overweging, alhoewel de gemengde theorie nog enige flexibiliteit vertoont in het verklaren van het feit dat mensen op basis van verschillende elementen of processen kunnen categoriseren. Hierbij wordt echter niet expliciet aangegeven dat dit afhankelijk kan zijn van de context. Met andere woorden: alleen de theorie van Harnad beschrijft hoe het kan dat mensen een bepaald object in de ene situatie anders categoriseren dan in een andere situatie of context. Dit is een flexibele eigenschap van mensen die bij het analyseren van het begrip of proces van 'categorisatie' niet over het hoofd gezien mag worden. Het heeft namelijk consequenties voor de binnen Duurzaam Veilig veronderstelde uniformiteit in verwachtingen die een bepaald wegbeeld bij mensen op zou moeten roepen.

Belangrijke bezwaren tegen de exemplaar- en prototypetheorie zijn verder dat de eerste niet efficiënt is en niet kan verklaren dat mensen toch abstracte categorieën in hun hoofd kunnen hebben. De tweede kan niet verklaren dat mensen zich soms toch specifieke exemplaren herinneren en bovendien meestal aan een paar relevante abstracte kenmerken voldoende hebben om een object te kunnen categoriseren.

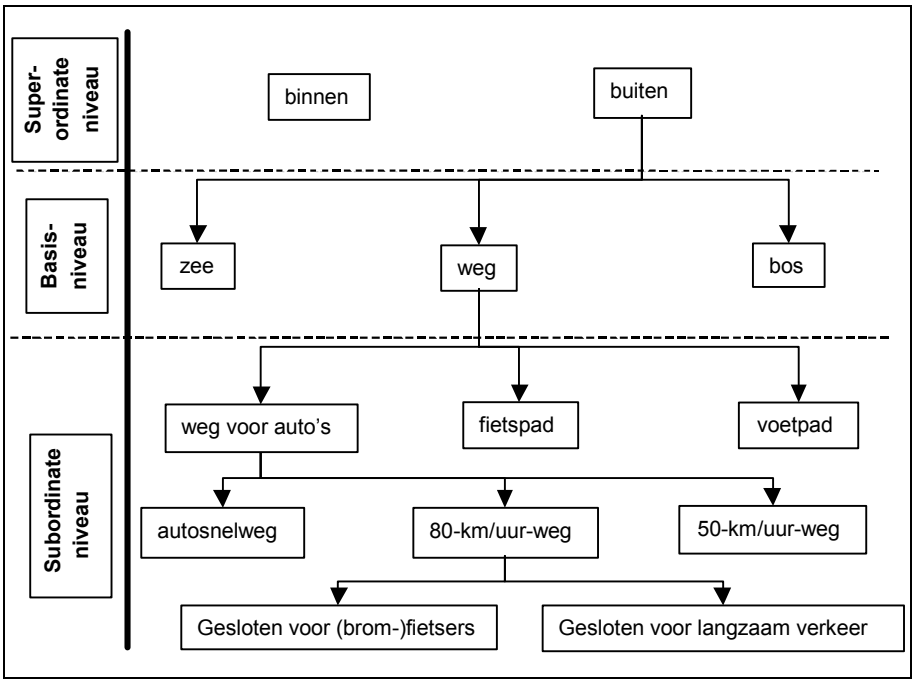
Uit bovenstaande analyse in combinatie met wat we weten over de werking van het menselijk informatieverwerkend systeem, concluderen we dat Harnad de meest flexibele theorie biedt, die ook het meest met het menselijk categorisatiegedrag overeenkomt.

2.2.2.3. Categorisatie van omgevingen in relatie met Duurzaam Veilig

In de literatuur over categorisatie is vooral veel bekend over (lees: onderzoek gedaan naar) de categorisatie van objecten. Toch zijn er ook een paar onderzoeken bekend die zich hebben gericht op de categorisatie van omgevingen. Deze leveren niet alleen kennis over hoe omgevingen gecategoriseerd worden, ook geven ze ons inzicht in het eventuele verschil dat zou kunnen bestaan tussen het categoriseren van objecten en het categoriseren van omgevingen.

Uitgaande van de theorie dat objecten worden gecategoriseerd aan de hand van unieke kenmerken of een combinatie van unieke kenmerken, blijkt voor omgevingen hetzelfde te gelden, alleen zijn de bouwstenen nu geen kenmerken maar objecten (in Theeuwes & Diks, 1995). Uit onderzoek is verder bekend dat de categorisatiestructuur van omgevingen hetzelfde is als die van objecten (Tversky & Hemenway, 1983). Dit houdt in dat omgevingen, net als objecten, in eerste instantie vanuit een basisniveau (in de mate van abstractie) gecategoriseerd worden, en later pas in algemene (superordinate) en gedetailleerde (subordinate) niveaus worden gecategoriseerd. Een voorbeeld van een omgeving die is gecategoriseerd op basisniveau is bijvoorbeeld een 'weg'. Op het algemene niveau is een 'weg' bijvoorbeeld lid van de categorie 'buiten' - en niet van 'binnen'. Op gedetailleerd niveau kan een weg worden onderverdeeld in een 'fietspad', een 'voetpad' of een 'weg voor autoverkeer' (zie *Afbeelding 2.3*).

Binnen Duurzaam Veilig gaat het met name om het gedetailleerde categorisatieniveau, waarbij het vaak over een behoorlijk grote detaillering gaat. Zo is het niet zo zeer van belang dat een automobilist een fietspad van een weg voor autoverkeer onderscheid (dit wordt min of meer als triviaal beschouwd), maar veel meer dat hij bijvoorbeeld een GOW80 onderscheidt van een ETW60.



Afbeelding 2.3. *Voorbeeld van een categorisatiestructuur zoals die voor diverse typen 80-km/uur-wegen kan gelden. Er is aangegeven waar binnen deze structuur het basisniveau, het algemene (superordinate) en het gedetailleerde (subordinate) niveau liggen.*

Uit verschillende onderzoeken is reeds gebleken dat bij het aanleren van categorisatiestructuren het basisniveau als eerste geleerd wordt, en later pas het gedetailleerde en algemene niveau (bijvoorbeeld Neisser, 1987; Tversky & Hemenway, 1983). Bij het categoriseren van wegen als basis voor herkenbaarheid, is het mogelijk dat het detailniveau waarop weggebruikers naar wegen kijken, verschilt van het detailniveau dat voor de werking van het herkenbaarheidsprincipe als wenselijk wordt beschouwd. Met name indien wegcategorieën lastig te onderscheiden zijn van elkaar zou dit de automatische categorisatie wel eens in de weg kunnen zitten (zie ook Harnad, 2003; Neisser, 1987). Een juiste categorisatie is dan wel mogelijk voor 'ingewijden', zoals verkeersdeskundigen, maar veel minder voor de gemiddelde weggebruiker. Deze zou de categorisatie alleen correct kunnen uitvoeren indien de onderliggende structuur expliciet wordt uitgelegd.

Dit punt van verschillende niveaus van categorisering sluit ook aan bij de flexibiliteit die in de theorie van Harnad wordt verondersteld. Deze flexibiliteit van het categorisatieproces zou kunnen verklaren waarom categorisatie op de weg lang niet altijd tot die categorisatie leidt die wordt bedoeld binnen Duurzaam Veilig: de weggebruiker kan een bepaald type weg mogelijk heel anders categoriseren en herkennen (als een ander type weg of zelfs als een type weg binnen de eigen individuele categorisatie) dan zoals de weg bedoeld is door de ontwerpers. Dit kan implicaties hebben voor de verwachtingen en voorspelbaarheid van gedrag, maar daarover later. In feite voert dit punt terug op de homogeniteit van categorisatie tussen verschillende individuen. Is deze homogeniteit er niet, dan ontbreekt de basis voor 'herkenbaarheid' zoals die volgens Duurzaam Veilig zou moeten werken.

Het is duidelijk dat de onderverdeling van wegen in een beperkt aantal categorieën binnen Duurzaam Veilig is geopperd vanuit het idee dat dit de herkenbaarheid van de omgeving vergroot en ervoor zorgt dat mensen niet al te veel verschillende wegtypen en het daarop gewenste en verwachte gedrag tegenkomen. Het idee is dat er minder snel fouten worden gemaakt wanneer het aantal categorieën beperkt blijft. Categorisatie in het kader van Duurzaam Veilig gaat daarbij dus vooral uit van het 'cognitieve zuinigheids-principe' en van het principe dat de menselijke informatieverwerkings-capaciteit beperkt is. Meer creatieve, individu-afhankelijke categorisaties worden in het verkeer niet als wenselijk gezien omdat het strijdig is met uniform gedrag waarop anderen betrouwbaar hun verwachtingen kunnen baseren. Echter individu-afhankelijke categorisaties kunnen niet uitgesloten worden.

2.2.3. *Herkenning en herkenbaarheid*

Wanneer kan een object of een omgeving als 'herkenbaar' worden beschouwd? Welke of wat voor soort elementen worden daarvoor gebruikt? Binnen de cognitieve psychologie bestaan diverse theorieën over herkennen. Sommigen gaan daarbij uit van het herkennen van patronen, anderen van het herkennen van objecten. Een enkele theorie specificeert niet waarop deze van toepassing is.
Op basis van de algemene, patroon- en objecttheorieën wordt een vertaling gemaakt naar het herkennen van omgevingen en de mogelijke consequenties hiervan voor Duurzaam Veilig.

2.2.3.1. Theorieën over herkennen

Algemene herkenningstheorie
Volgens Wickens (1992) is herkenning in het algemeen gebaseerd op het vinden van een overeenkomst tussen een waarneming en een in het geheugen opgeslagen representatie van eerdere waarnemingen. Daarbij wordt herkenning slechts als een *dichotoom proces* gezien waarbij de uitkomst kan zijn:
- herkenning indien er een overeenkomst is tussen de waarneming en de geheugeninhoud, of
- geen herkenning indien er geen overeenkomst wordt gevonden tussen de waarneming en een geheugeninhoud.

Daarmee is deze visie vooral respons-gericht en wordt het niet duidelijk hoe het proces van herkenning tot stand komt en welke factoren hierbij een rol spelen.

Patroonherkenningstheorieën

1. '*Template matching*'-theorie (bijvoorbeeld Neisser, 1967, in Best, 1992). In deze theorie wordt verondersteld dat herkenning van een patroon plaatsvindt op het moment dat een waarneming exact overeenkomt met een in het geheugen opgeslagen representatie of sjabloon.

2. '*Feature detection*'-theorie (bijvoorbeeld: Gibson, 1969; Neisser, 1964, in Best, 1992). Volgens deze theorie vindt herkenning van een patroon plaats als er cruciale elementen (‘features’) van een te herkennen patroon aanwezig zijn. Zo zijn letters bijvoorbeeld opgebouwd uit unieke combinaties van kortere en/of langere verticale, horizontale, voorover,

en/of achterover hellende lijnen. De specifieke combinatie van deze elementen, alsmede de plaats ten opzichte van elkaar, bepalen of een bepaald patroon als zodanig wordt herkend.

3. '*Independent confirmation of feature analysis*'. Deze herkenningstheorie, die zijn wortels heeft in verschillende disciplines (kunstmatige intelligentie, zie bijvoorbeeld Waltz, 1975, in Best, 1992; biologie, zie bijvoorbeeld Lettvin et al., 1959, in Best, 1992; de neurologie, zie bijvoorbeeld Marr, 1982, in Best, 1992), stelt dat herkenning plaatsvindt door een waarneming eerst in componenten te ontleden en van ieder van deze componenten de eigenschappen, zoals richting, vorm, schaduw, hoekscherpte etc., na te gaan. Op basis van deze analyse wordt vervolgens bepaald in hoeverre het waargenomen patroon (of object) aan een in het geheugen opgeslagen representatie voldoet en dus als zodanig 'herkend' wordt.

Objectherkenningstheorieën

4. '*Recognition-by-components*'-theorie (Biederman, 1987, in Goldstein 1996). Deze theorie over het herkennen van objecten lijkt op de herkenningstheorieën 2 en 3. De 'recognition-by-components'-theorie stelt dat een object alleen herkend kan worden indien de belangrijkste basisvormen en hun onderlinge samenhang waarneembaar zijn. Deze basisvormen worden 'geonen' genoemd (afgeleid van 'geometrische ionen') die bestaan uit eenvoudige geometrische vormen zoals vierkanten, rechthoeken, krommen, ovalen, cirkels, trapeziums en hun driedimensionale equivalenten. Representaties van opgeslagen objecten bestaan, volgens deze theorie, per object uit hun geonen met daarbij structuurinformatie die aangeeft waar zich een bepaald geon ten opzichte van een ander bevindt. Herkenning van een object vindt plaats als de waargenomen geonen en hun onderlinge structuur identiek is aan de geon-en-structuurrepresentatie van een object dat in het geheugen is opgeslagen.

5. Harnad (2003) beschrijft de herkenning van een object als een proces van *waarneming en classificatie*. Om dit proces te kunnen uitvoeren zijn slechts bepaalde elementen van het object van belang. Om bijvoorbeeld een boom als een boom te herkennen doet vooral de basale vorm van het object ter zake, terwijl kleur en grootte van het object voor dit herkenningsproces niet relevant zijn. Als het object echter als een bepaald type boom moet worden herkend, zijn meer details van het object (zoals bijvoorbeeld de kleur en vorm van het blad en bekleding van de stam) juist wel van belang.

2.2.3.2. Evaluatie van de herkenningstheorieën

In het algemeen kan gesteld worden dat herkenning een passief, automatisch proces is, omdat de huidige waarneming het terughaalproces uit het geheugen stuurt. Dit is in tegenstelling tot 'herinnering', waarbij actief naar een opgeslagen geheugeninhoud wordt gezocht. Het passieve proces van herkenning heeft als voordeel dat informatie niet actief hoeft te worden gereproduceerd. 'Herkenning' (omgevingsgestuurd proces) past daarmee beter dan 'herinnering' (kennisgestuurd proces) binnen de principes van Duurzaam Veilig. In het geval van herkenning kan de verkeersdeelnemer in

theorie namelijk met informatie van buitenaf (bijvoorbeeld het wegbeeld) beter ondersteund worden om zaken uit het geheugen terug te halen die op dat moment relevant zijn (bijvoorbeeld: de wenselijke snelheid en wat voor soort verkeer er op die weg te verwachten is).

De in de vorige paragraaf genoemde theorieën onderscheiden zich door een van de volgende drie veronderstellingen:
- een *exacte overeenkomst* tussen het waargenomene en een in het geheugen opgeslagen representatie (theorie 1 en 2);
- een *bepaalde mate van overeenkomst* tussen het waargenomene en een in het geheugen opgeslagen representatie (theorie 4);
- een overeenkomst tussen een *beperkt aantal cruciale elementen van het waargenomene* en een in het geheugen opgeslagen representatie. (theorie 3, 5 en 6).

De principes achter deze drie soorten theorieën kunnen geëvalueerd worden aan de hand van een aantal eigenschappen van het menselijk informatie-verwerkingssysteem.

Zo is bekend dat bij het verwerken van informatie slechts een beperkt aantal eigenschappen wordt meegenomen (zie bijvoorbeeld in Best, 1992). Dit kan worden aangeduid als een 'abstractieproces'. Zonder dit proces zou iedere waarneming van een eenheid op ieder tijdstip en vanuit elke gezichtshoek een unieke ervaring zijn. Dit zou betekenen dat we een eenheid op een bepaald tijdstip vanuit een bepaalde gezichtshoek niet als dezelfde eenheid zouden herkennen als de waarneming van dezelfde eenheid op een iets later tijdstip en/of vanuit een iets andere positie.

Het abstraheren van waarnemingen om ze te kunnen vergelijken met eerdere ervaringen en zo te herkennen, is van groot belang voor het *efficiënt verwerken* van informatie in onze omgeving. Dit principe zorgt ervoor dat we niet alle informatie om ons heen tot op het kleinste detailniveau in ons op hoeven te nemen. Al naar gelang het *doel van onze waarneming*, kunnen we nu volstaan met selecties uit deze informatie om de wereld om ons heen te begrijpen en te manipuleren.

Het doel van onze waarneming bepaalt ten eerste het *detailniveau* waarop we informatie vanuit een waarneming verwerken. Op een weinig gedetailleerd niveau gaat het er dan bijvoorbeeld om een horizontaal vlak met vier poten te herkennen als een 'tafel'. Op een gedetailleerder niveau kan het echter gaan om de herkenning van een bepaald type tafel.
Het doel van de waarneming bepaalt ten tweede ook de *context* van waaruit we de waarneming interpreteren (zie bijvoorbeeld Lindsay & Norman, 1979, in Best, 1992). Zo kan een kubus bijvoorbeeld als een geometrische figuur worden herkend, maar in andere situaties misschien wel als een woning of een doos.

Als we nu de drie soorten theorieën langslopen aan de hand van boven-genoemde eigenschappen van het menselijk informatieverwerkingssysteem, dan blijkt het volgende:
- Theorieën die bij herkenning een exacte overeenkomst veronderstellen tussen datgene wat wordt waargenomen en een in het geheugen opgeslagen representatie, zijn in strijd met het efficiëntieprincipe. Deze theorieën veronderstellen dat niet alleen van iedere individuele eenheid

een representatie in het geheugen moet zijn opgeslagen, maar ook van iedere gezichtshoek van waaruit de eenheid kan worden waargenomen. Dit vergt veel te veel geheugenruimte. Bovendien kan het ook niet verklaren dat mensen, zelfs beter dan computers, snel in staat zijn om patronen en objecten en varianten daarvan in een zeer korte tijd te herkennen (bijvoorbeeld in Best, 1992; in Goldstein, 1996).

- Ook de theorieën die uitgaan van een mate van gelijkenis tussen de waarneming en in het geheugen opgeslagen representatie hebben problemen met het efficiëntieprincipe. Met name uit experimenten uit de hoek van de kunstmatige intelligentie blijkt namelijk dat de 'kennis' die een computer nodig heeft om alleen al een eenvoudig object zoals een kubus te 'herkennen' behoorlijk veel is. Ook contextafhankelijke herkenning van een eenheid valt niet met een 'eenvoudige' analyse van componenten van een object te verklaren.
- De theorieën die uitgaan van een overeenkomst tussen cruciale elementen van de waarneming en een in het geheugen opgeslagen representatie voldoen wel aan het efficiëntieprincipe. In de 'recognition-by components' theorie van Biederman (1987) bijvoorbeeld, is het mogelijk om met slechts 36 basale vormen (geonen) miljoenen unieke objecten te representeren. Wel is deze theorie alleen bedoeld om herkenning te verklaren van objecten op een globaal niveau. Voor fijnere discriminaties van objecten of contextafhankelijke herkenning van objecten is er de invloed van hogereordeprocessen die het herkenningsproces verfijnen en/of sturen (Biederman, 1987, in Kirkpatrick, 2001).

Mensen zijn dus in staat tot het herkennen en onderscheiden van zeer veel verschillende objecten en patronen. Daarnaast bezitten mensen de vaardigheid om objecten of patronen vanuit verschillende gezichtspunten als een en hetzelfde object of patroon te zien (convergent, efficiënt proces). Maar tegelijkertijd is het mogelijk om een en hetzelfde object of patroon afhankelijk van de context op verschillende manieren te herkennen (divergent, contextafhankelijk proces).

Gezien deze eigenschappen van het menselijk cognitieve systeem ligt het voor de hand dat het proces van (object)herkenning het beste wordt beschreven door theorieën die ervan uitgaan dat het herkennen van een object vooral berust op een abstractieproces waarbij de belangrijkste componenten en hun onderlinge structuur worden vergeleken met representaties in het geheugen.

2.2.3.3. Herkennen van omgevingen

Op grond van de conclusies uit de vorige paragraaf kan worden gesteld dat een patroon of object herkenbaarder is naarmate de belangrijkste elementen en hun onderlinge structuur duidelijk waarneembaar zijn, zodat een vergelijking met in het geheugen opgeslagen representaties snel kan plaatsvinden. Vergt de herkenning van een patroon of object eerst grondig onderzoek of bewuste sturing van de perceptie (bijvoorbeeld in ambigue situaties), dan kan een dergelijk patroon of object als minder herkenbaar worden beschouwd.

Of deze theorie van patroon- en objectherkenning ook zonder meer van toepassing is op het herkennen van een omgeving is niet bekend. Wel kan het volgende in overweging worden genomen:

- Het blijkt dat herkenningstheorieën van verschillende entiteiten grote overeenkomsten vertonen. Dat wil zeggen: herkenningstheorieën van objecten vertonen grote overeenkomsten met herkenningstheorieën van patronen (vergelijk de 'feature-detection'-theorie [2] met de 'recognition-by-components'-theorie [4]). Daarmee rijst het sterke vermoeden dat herkenning van omgevingen ook grote overeenkomsten vertoont met herkenning van objecten. Omgevingen worden immers gevormd door objecten die in bepaalde ruimtelijke configuraties ten opzichte van elkaar voorkomen. Herkenningstheorieën van objecten zouden daarmee in grote lijnen ook kunnen gelden voor het herkennen van omgevingen.
- Uit onderzoek is gebleken dat objecten eenzelfde hiërarchische structurering kennen als omgevingen (Tversky & Hemenway, 1983).
- De verschillen die er tussen patronen, objecten en omgevingen zijn, bouwen bovendien op elkaar voort. Zo is een object een te manipuleren element ten opzichte waarvan de positie gemakkelijker aan te passen is dan in een omgeving (zie ook Theeuwes & Diks, 1995). We maken immers zelf deel uit van de omgeving of zitten daar middenin, waardoor we de omgeving niet als een geheel kunnen overzien (zoals meestal wel het geval is bij objecten of patronen). Bovendien kan een bepaalde omgeving verschillende verschijningsvormen hebben die allemaal als eenzelfde type omgeving wordt herkend. Zo kan bijvoorbeeld een 'winkel' vele gedaantes hebben. Het herkennen van de verzameling objecten als een winkel is daarmee een proces dat zich op een abstracter niveau afspeelt dan het herkennen van een object of een patroon (zie bijvoorbeeld Tversky & Hemenway, 1983). De belangrijkste verschillen tussen patronen, objecten en omgevingen die mogelijk een rol kunnen spelen bij het herkenningsproces zijn in *Tabel 2.1* samengevat.

Kenmerk	**Patroon**	**Object**	**Omgeving**
Inhoud	Tweedimensionale lichamen (lijnen) in een bepaalde onderlinge verhouding met elkaar.	In drie dimensies opgebouwde twee-dimensionale lichamen in een bepaalde onderlinge verhouding met elkaar.	Diverse twee- en drie-dimensionale lichamen in specifieke onder-linge configuraties met elkaar, afhankelijk van het type omgeving.
Dynamiek tijdens waarneming/ Herkenning	Geen (behalve illusies)	Kan van verschillende zijden bekeken worden (manipuleerbaar)	Kan vele verschijnings-vormen hebben, afhankelijk van locatie waar men zich bevindt (zelf deel van).
Abstractieniveau[1]	Niet abstract	Kan abstract zijn	Zeer abstract

Tabel 2.1. *Verschillen in kenmerken die bij het herkennen van patronen, objecten en omgevingen een rol kunnen spelen.*

[1] Mate waarin een eenheid concreet datgene representeert wat het moet representeren of juist op een abstracter of globaler niveau iets representeert; in het laatste geval gaat het meer om de configuratie van elementen dan om de elementen zelf.

2.2.4. *De vertaling naar het Duurzaam Veilig-herkenbaarheidsprincipe*

Als het herkennen van een omgeving gebaseerd is op cruciale elementen en hun onderlinge samenhang, wat zijn die cruciale elementen en worden deze in de praktijk niet overschaduwd door andere, minder relevante elementen? De componenten die voor een bepaald wegtype niet relevant maar duidelijk waarneembaar zijn, of zelfs de relevante componenten overschaduwen, zouden er bijvoorbeeld voor zorgen dat verkeersdeelnemers de weg als een ander wegtype herkennen (net zoals bij objecten). Dit kan op zijn beurt weer leiden tot gedrag dat niet bij het werkelijke wegtype past. Een goed voorbeeld hiervan is het feit dat de grens van de bebouwde kom en de daarbij behorende andere snelheidslimiet, door opschuivende bebouwing vaak helemaal niet uit het wegbeeld en de omgeving is af te leiden. Uit onderzoek blijkt dan ook dat cruciale elementen aan de hand waarvan wegen worden herkend in ieder geval niet alleen de wegkenmerken, maar ook de wijdere omgeving betreffen (zie bijvoorbeeld Brouwer et al. 2000). Deze *wijdere omgeving* zou als *context* van de elementen kunnen worden aangeduid.

De recentelijk opgestelde 'essentiële herkenbaarheidskenmerken' (CROW, 2004b) gaan echter alleen in op markering van wegen, waarmee herkenbaarheid tot een patroonherkenningsactiviteit wordt teruggebracht. Daarbij wordt echter over het hoofd gezien dat er wel andere elementen aanwezig (kunnen) zijn die het proces van herkenning en het gedrag kunnen beïnvloeden. Hierbij duikt ook de vraag op of deze markeringen zonder enige tekst en uitleg wel tot herkenning van het bedoelde wegtype leiden. Aan het 'self-explaining' karakter valt te twijfelen, zeker als markering aan een heel arsenaal van complexere gedragingen, zoals snelheid en toegestane manoeuvres refereert. Hier lijkt toch ook een rol voor educatie en/of voorlichting weggelegd.

Los van de discussie wat 'herkenbaarheid' is en hoe deze tot stand komt, wordt binnen Duurzaam Veilig met 'herkenbare omgeving' niet een *vrijblijvende* (individu- of situatieafhankelijke) herkenning bedoeld, maar een *specifieke* herkenning, een 'uniforme en ondubbelzinnige herkenbaarheid' of 'herkenbaarheid zoals bedoeld' (vrij naar Koornstra et al., 1992). Zo is het de bedoeling dat een autosnelweg als een autosnelweg wordt herkend, een 80-km/uur-weg buiten de bebouwde kom als een 80-km/uur-weg buiten de bebouwde kom, enzovoort. Uit het wegbeeld zou namelijk herkenbaar moeten zijn op wat voor type weg men rijdt, wat dan weer consequenties heeft voor de snelheidslimiet die daarbij geldt en de typen verkeersdeelnemers die men daar tegen kan komen. Het wegbeeld roept bovendien ook allerlei associaties en verwachtingen op ten aanzien van het verloop van de weg. De contextafhankelijkheid en individuele interpretatie van een wegbeeld door weggebruikers kan er wellicht toe leiden dat een wegbeeld door hen soms anders wordt herkend dan was bedoeld door verkeersdeskundigen en/of wegontwerpers. Dit kan bijvoorbeeld komen door een verschil in ervaring of kennis over wegtypen en aspecten waaraan deze herkend kunnen worden. Nemen we het voorbeeld van lagereordewegen buiten de bebouwde kom, dan moeten we ons realiseren dat weggebruikers helemaal niet op de hoogte zijn van het onderscheid tussen erftoegangswegen en gebiedsontsluitingswegen, welke markering daarbij hoort en welke snelheidslimiet (mocht men het bord gemist hebben). De individuele interpretatie van het wegbeeld is mogelijk (deels) te voorkomen door weggebruikers beter voor te lichten over welke wegkenmerken waarvoor staan.

Individuele interpretatie en de aanwezigheid van afleidende componenten worden binnen Duurzaam Veilig als onwenselijk gezien, althans, als beide buiten een bepaalde acceptabele marge vallen. Wat deze marge is, is echter onbekend. Het is de vraag of, gezien de flexibiliteit van ons herkennings-systeem (in ieder geval wat patroon- en objectherkenning aangaat), uniforme herkenbaarheid van wegen realistisch is. Met name als ambigue informatie de relevante informatie verhult, of als de verschillen in herkenning tussen bijvoorbeeld onervaren en ervaren weggebruikers zeer groot is, kan dit problemen geven met een uniforme herkenbaarheid.

Een duidelijk en ondubbelzinnig onderscheid tussen wegtypen zou daarmee noodzakelijk zijn om te zorgen dat wegbeelden *uniform* herkenbaar worden.

2.3. Verwachtingen en voorspelbaar gedrag

Volgens Duurzaam Veilig leidt een herkenbare vormgeving van de weg tot de juiste verwachtingen omtrent het eigen gewenste rijgedrag (toegestane snelheid en manoeuvres, kortom: de marges waarbinnen men zich veilig kan gedragen), daarmee ook het gedrag van andere weggebruikers, en het type verkeersdeelnemers dat men op die weg kan tegenkomen. Deze verwachtingen zouden vervolgens weer tot homogeen en dus voorspelbaar gedrag leiden. Verwachtingen vormen hiermee dus een belangrijk onderdeel van de 'herkenbaarheidsketen' die Duurzaam Veilig veronderstelt.

2.3.1. *Verwachtingen*

Als eerste wordt hier ingegaan op (met name cognitieve) theorieën die er bestaan over 'verwachtingen' en de relatie met andere begrippen zoals 'categorisatie'. Hierbij moet worden opgemerkt dat de theorievorming op dit terrein zeer summier is.[2] Vervolgens worden effecten van verwachtingen bediscussieerd, waarbij de veronderstellingen van Duurzaam Veilig nog eens tegen het licht worden gehouden.

2.3.1.1. Theorieën over verwachtingen

Net als bij 'herkenning' speelt categorisatie ook bij 'verwachtingen' een elementaire rol. Volgens Anderson (in McGarty, 1999) is categorisatie zelfs vooral een proces waarbij verwachtingen worden geformuleerd over de leden van die categorie, waarbij het doel is dat voorspellingen kunnen worden gemaakt op basis van deze verwachtingen.

Ook in definities van anderen wordt gesteld dat verwachtingen een product zijn van categorisatie. Zo stellen Theeuwes en Diks (1995) op basis van hun literatuurstudie vast dat de kenmerken van de categorie waartoe een eenheid behoort tot verwachtingen aangaande die eenheid leidt. Hierbij wordt er dan wel van uitgegaan dat de gecategoriseerde eenheid aan de eigenschappen voldoet die typisch zijn voor leden van de betreffende categorie.

[2] Binnen de sociale psychologie bestaan wel veel meer theorieën over 'verwachtingen' maar deze gaan, vanzelfsprekend, enkel over intermenselijke verwachtingen (o.a. self-fulfilling prophecies), meestal op langere termijn. Dit is niet relevant voor het verkeer waarbij verwachtingen tussen verkeersdeelnemers instantaan gevormd worden en bovendien verwachtingen vooral ook worden gevormd op basis van de vormgeving van de weg.

Volgens Dewar et al. (2002) zijn er drie typen verwachtingen ten aanzien van gebeurtenissen (dynamische processen):

- Continuïteit: men verwacht dat waargenomen gedrag zich in de toekomst zal continueren (bijvoorbeeld als een bestuurder afslaat op een autosnelweg, wordt verwacht dat hij zijn weg op de afrit vervolgt en niet ineens weer terug komt).
- Gebeurtenis: iets wat nooit eerder is meegemaakt wordt niet verwacht (bijvoorbeeld een olifant op de weg).
- Temporeel: bij cyclische gebeurtenissen is de verwachting dat, indien een bepaalde toestand reeds lang voortduurt, een verandering spoedig zal volgen (bestuurders verwachten snel rood licht te krijgen als het licht al een tijdje op groen heeft gestaan).

De relatie tussen categorisatie en verwachtingen maakt nog niet duidelijk wat verwachtingen nu zijn, wat voor 'vorm' ze aannemen en wat ze doen. Bij het zien van een object heeft het geen zin om verwachtingen te vormen over zaken die reeds concreet worden waargenomen. We weten immers door de waarneming al dat deze aspecten aanwezig zijn. Hieruit kunnen we concluderen dat verwachtingen dus altijd gaan over eigenschappen die niet direct worden waargenomen en acties die in de toekomst mogelijk zijn.
Om een voorbeeld te geven: indien men op een rechte weg rijdt, weet men uit ervaring dat deze niet spontaan krom kan worden of een overzichtelijke plek spontaan onoverzichtelijk. Zo de ene situatie al in de andere overgaat, zit hier een soort geleidelijkheid in, of is de situatie reeds van tevoren onduidelijk omdat men niet kan zien wat er aan gaat komen. Al dit soort 'weetjes' die de basis vormen voor verwachtingen, zijn gebaseerd op eerdere ervaringen of expliciet aangeleerde regels.

Bij het formuleren van verwachtingen geldt wellicht ook dat de verwachtingen van eigenschappen die het meest voorkomen bij eenheden van de betreffende categorie, sterker in het verwachtingspatroon gerepresenteerd zijn dan zaken die minder eenduidig of structureel binnen de betreffende categorie voorkomen. Bijvoorbeeld verwacht men op een autosnelweg vooral rijdend snelverkeer en niet direct stilstaande auto's en voetgangers op de vluchtstrook.

Voor verwachtingen in een dynamische omgeving zoals een verkeersweg, geldt bovendien dat wat men op een bepaald tijdstip waarneemt even later al weer achterhaald kan zijn. Derhalve moet de keten van waarnemen, categoriseren en op basis hiervan verwachtingen formuleren veel vaker herhaald worden dan bij het waarnemen en formuleren van verwachtingen ten aanzien van een vast object. Het herformuleren van verwachtingen zou in theorie oneindig vaak moeten plaats vinden om bij te blijven bij de actuele situatie. Echter, dit zou in strijd zijn met het cognitieve efficiëntieprincipe (zie *§ 2.2*). Wellicht dat daarom in een dynamische omgeving, meer nog dan in een statische omgeving of bij het waarnemen van losse objecten, datgene verwacht wordt wat de grootste kans van optreden heeft.

2.3.1.2. Verwachtingen en sturing van gedrag

Duurzaam Veilig veronderstelt dat verwachtingen die worden opgeroepen door het wegbeeld, het gedrag van verkeersdeelnemers beïnvloeden. Theoretisch gezien kunnen de door de vormgeving opgeroepen

verwachtingen zowel impliciet (niet verwoordbaar en niet op de voorgrond aanwezig) als expliciet (verwoordbaar en op de voorgrond aanwezig) zijn. Expliciete verwachtingen kunnen in onderzoek gemakkelijk aan het licht komen door mensen te vragen naar datgene wat ze verwachten (alhoewel het vragen naar verwachtingen wellicht ook een explicitatieproces op gang brengt). Impliciete verwachtingen zijn echter veel lastiger te achterhalen en eigenlijk alleen dan indien ze tot (impliciet aangestuurd) gedrag leiden.

Een probleem is echter dat verwachtingen slechts een deel uitmaken van de vele drijfveren van gedrag, of volgens sommigen alleen maar indirect een effect op gedrag hebben (bijvoorbeeld Messer et al., 1981). Hier zit ook een punt voor Duurzaam Veilig. Verwachtingen kunnen als aansturing van gedrag overschaduwd worden door andere drijfveren, zoals doelen en behoeften. Volgens Dewar et al. (2002) opereren verkeersdeelnemers wel altijd met een set verwachtingen in het achterhoofd. Dat wil echter nog niet zeggen dat het ook de dominante aansturing van gedrag vormt.

Daarnaast speelt bij het bewerkstelligen van gedrag (via verwachtingen) ook 'feitelijk versus beoogd gedrag' een rol. De infrastructurele vormgeving kan wel verwachtingen oproepen aangaande bijvoorbeeld de snelheid die daar veilig gereden kan worden (feitelijk gedrag dat te maken heeft met de geloofwaardigheid van regels in combinatie met vormgeving), maar deze hoeft niet overeen te komen met het beoogde gedrag (de feitelijke snelheidslimiet).

Ook kan gedrag dat door de wegomgeving wordt opgeroepen zowel continu als incidenteel van karakter zijn. Verwachtingen over de maximaal toegestane of veilige snelheid zijn continu van karakter, terwijl verwachtingen over het al dan niet moeten verlenen van voorrang pas aan de orde is op het moment dat zich een voorrangssituatie voordoet. Wellicht dat veel verwachtingen tijdens verkeersdeelname impliciet zijn en pas expliciet worden op het moment dat men in een situatie komt waar een bepaalde verwachting van toepassing is, of iets niet conform de verwachtingen gaat.

Hier snijden we weer een ander punt aan: het effect van verwachtingen in situaties die al dan niet conform deze verwachtingen zijn. Het is bekend dat verwachtingen gedrag faciliteren indien een situatie conform deze verwachtingen loopt (bijvoorbeeld: kortere reactietijd). Als keerzijde van de medaille wordt gedrag juist gehinderd in onverwachte situaties (zie bijvoorbeeld Dewar, 2002; Messer et al. 1981; Theeuwes & Hagenzieker, 1993). Het doel van Duurzaam Veilig is om voornamelijk gebruik te maken van de positieve consequenties van verwachtingen en zo veel mogelijk situaties te voorkomen die tegen de verwachtingen ingaan. Wel is de vraag of het niet hebben van (sterke) verwachtingen meer inherent veilig gedrag oproept (men is op alles bedacht, want je weet maar nooit wat er kan gebeuren), dan wanneer verkeersdeelnemers op de automatische piloot (rigide) hun verkeershandelingen uitvoeren door de zeer sterke verwachtingen die bij hen worden opgeroepen. In dit laatste geval zijn ze weinig bedacht op andere mogelijke gebeurtenissen. Een goed voorbeeld hiervan is wellicht het reactievermogen van automobilisten op de autosnelweg als er zich onverwachte zaken, zoals een plots opdoemende file, een spookrijder of een verboden verkeersdeelnemer op de weg bevinden (zie ook *§ 3.1*).

Er is tot slot nog een ander punt. Verwachtingen worden onder andere gevormd op basis van ervaringen uit het verleden. Zo hebben

weggebruikers in situaties die zij al vaker hebben meegemaakt sterkere verwachtingen dan weggebruikers voor wie een dergelijke situatie redelijk nieuw is, en kunnen ze daardoor adequater reageren (Van Elslande & Fauncher-Alberton, 1996). Verder is bekend dat de fouten die mensen maken tijdens taken die niet zeer geoefend zijn, vele malen ernstigere consequenties hebben dan fouten tijdens goed geoefende of zelfs automatische handelingen (bijvoorbeeld Reason, 1990; Woods, 1984).

Er is dus waarschijnlijk een optimum in de mate waarin ervaring en op basis daarvan sterke verwachtingen de veilige afwikkeling van verkeer kunnen faciliteren. Aan de ene kant lijken te sterke verwachtingen tot rigide gedrag te leiden dat met name gevaarlijk is in situaties die niet conform verwachtingen zijn. In het verkeer gebruikt men bij het wijzigen van een verkeerssituatie op een bepaalde locatie niet voor niets een waarschuwing om weggebruikers die vaak dit punt passeren voor te bereiden op een wijziging in hun verwachtingspatroon.

Aan de andere kant leidt een onduidelijke situatie die mensen niet op basis van ervaringen en aangeleerde vaardigheden (en dus ook verwachtingen) het hoofd kunnen bieden tot ernstigere typen fouten dan wanneer mensen wel ervaring hebben met het omgaan met bepaalde situaties. Hoe dit evenwicht precies ligt zal nader onderzoek moeten uitwijzen.

2.3.2. *Homogenisering en voorspelbaarheid van gedrag*

Binnen Duurzaam Veilig worden herkenbaarheid en daaruit voortvloeiende verwachtingen vooral van belang geacht voor het homogeniseren en daarmee voorspelbaar maken van gedrag. Maar wat is 'voorspelbaar' gedrag en wordt dit bereikt door gedrag te homogeniseren? Is gedrag sowieso te homogeniseren?

'Voorspelbaarheid' zou in algemene zin gedefinieerd kunnen worden als *datgene wat overeenkomt met geformuleerde verwachtingen*. Echter, voorspelbaarheid binnen Duurzaam Veilig is nog specifieker dan deze definitie omdat het niet gebaseerd is op willekeurige verwachtingen van individuele verkeersdeelnemers, maar op *homogene verwachtingen tussen individuen*. Zoals in de paragraaf over herkenbaarheid reeds aangegeven gaat het bij voorspelbaarheid op de weg ook om een 'uniformiteitsprincipe'. Met andere woorden: het wegbeeld moet bij alle weggebruikers hetzelfde verwachtingspatroon oproepen, vervolgens bij iedereen in gelijke mate het gedrag sturen en daarmee homogeen en dus ook voorspelbaar verkeers-gedrag oproepen.

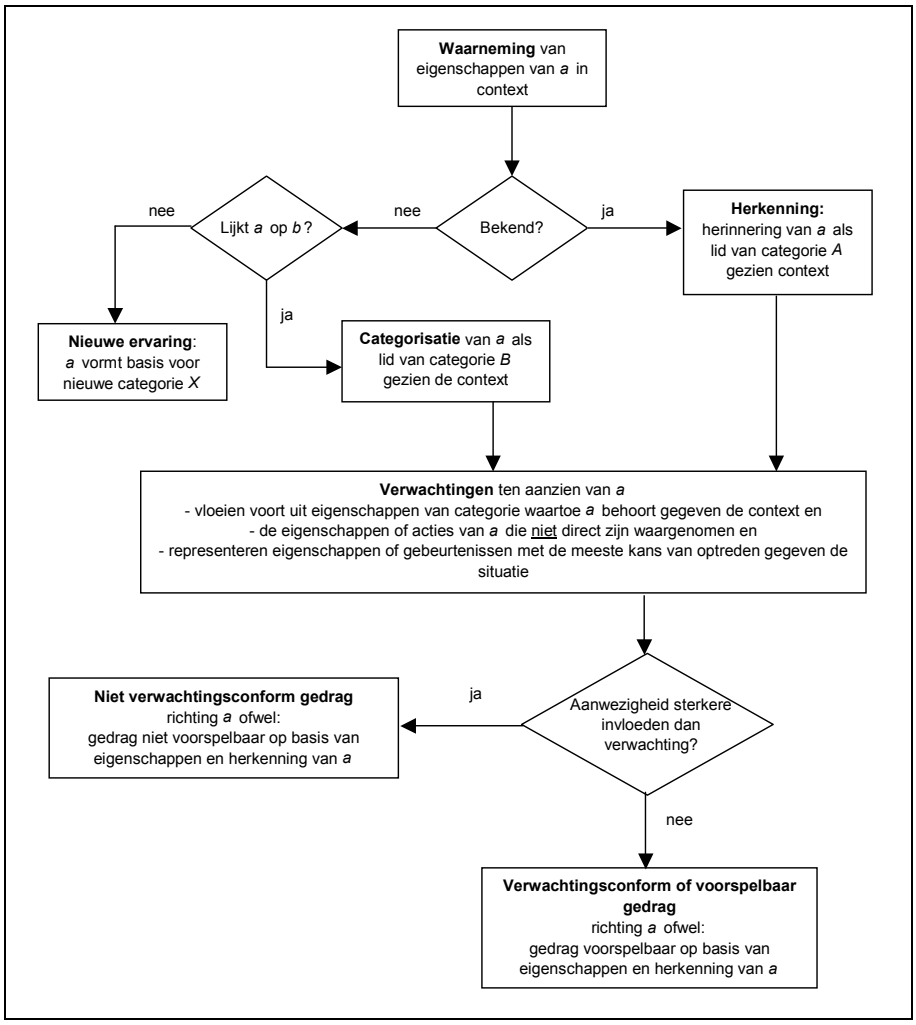
Los van de vraag of deze hele veronderstelde gedragsaansturingsketen zo werkt, heeft voorspelbaarheid ook te maken met datgene wat op grond van de aanwezige informatie voor de meeste mensen de *grootste waarschijnlijk-heid* in zich draagt. Immers, indien weggebruikers, ieder door zijn of haar eigen interpretaties gevoed, een verschillend verwachtingspatroon zou opbouwen op basis van dezelfde beschikbare informatie kan dit nooit leiden tot gedrag tussen verkeersdeelnemers dat voor iedereen voorspelbaar is. Verschillen in ervaring vertroebelen mogelijk ook dit beoogde uniforme verwachtings- en gedragspatroon.

Wellicht is het wel mogelijk dat bepaalde gedragscomponenten (voor iedereen) voorspelbaar zijn. Daarbij valt dan bijvoorbeeld te denken aan: snelheid of type manoeuvres van andere verkeersdeelnemers.

Voorspelbaarheid kan dus niet los worden gezien van verwachtingen en dan met name van verwachtingen die een grote mate van uniformiteit hebben tussen verkeersdeelnemers op een bepaalde locatie en bovendien een zeer grote kans of zelfs de grootste kans van optreden hebben.

2.4. De relatie tussen de verschillende concepten en uiteindelijk gedrag

In de voorgaande paragrafen is getracht een zo goed mogelijk beeld te schetsen van de begrippen 'herkenbaarheid', 'categorisatie' 'verwachtingen' en 'voorspelbaarheid'. Daarbij is getracht duidelijk te maken dat deze vier begrippen nauw met elkaar samenhangen en hoe ze mogelijk van belang zijn voor het uiteindelijke gedrag. In *Afbeelding 2.4* is deze samenhang schematisch weergegeven. De afbeelding geeft aan dat de 'herkenbaarheidsketen' zoals verondersteld binnen Duurzaam Veilig nog niet hoeft te leiden tot het gewenste homogene gedrag.



Afbeelding 2.4. *De onderlinge samenhang tussen de concepten 'categorisatie', 'herkenning', 'verwachtingen' en hun invloed op gedrag.*

2.5. Samenvatting van de theoretische analyse

2.5.1. *Categorisatie en herkenning*

Er zijn verschillende psychologische theorieën over categorisatie van waarnemingen. Sommige daarvan zijn gericht op de *aard van representatie* van datgene wat gecategoriseerd wordt, en andere veel meer op het *proces van categorisatie*. Een van deze 'procestheorieën' (de theorie van Harnad, 2003) benadrukt daarnaast ook nog eens de contextafhankelijkheid en de flexibiliteit van het categorisatieproces.
De theorie van Harnad stelt dat het er niet zo toe doet of mensen bij het categoriseren van een object een prototype of een exemplaar 'in hun hoofd hebben' aan de hand waarvan ze categoriseren, maar veel meer dat dit een flexibel proces is dat op verschillende manieren, en afhankelijk van context kan plaatsvinden. Harnad stelt daarnaast wel dat bepaalde 'kenmerken' belangrijk zijn voor een categorie, maar dit is dus afhankelijk van de categoriseringscontext.

Over het categoriseren van (weg)omgevingen bestaan nauwelijks theorieën. Wel is uit onderzoek bekend dat objecten en omgevingen volgens eenzelfde structuur worden gecategoriseerd: eerst categoriseert men op een basisniveau, pas later kan men ook op een gedetailleerder of juist algemener niveau categoriseren. De categorisering die binnen Duurzaam Veilig wordt gebruikt (stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen, erftoegangswegen, verschillende verschijningsvormen, verschillende snelheidsregimes) lijkt behoorlijk gedetailleerde kennis te vergen. Dit roept de vraag op of de benodigde kennis niet te veel is gevraagd voor de gemiddelde weggebruiker. De flexibiliteit in het categorisatieproces kan in de praktijk ruimte bieden voor verschillende categorisaties door weggebruikers. Dit is een mogelijke bron voor verschillen in verwachtingen tussen weggebruikers, en daarmee mogelijk ook voor heterogeen in plaats van uniform gedrag.

Bij herkenning wordt er een gelijkenis gevonden tussen een waarneming (van een patroon, object of omgeving) en een in het geheugen opgeslagen representatie. De patroon- en objecttheorieën die uitgaan van bepaalde gelijkenissen tussen de waarneming en de in het geheugen opgeslagen representatie (in tegenstelling tot een exacte overeenkomst tussen deze elementen) zijn in lijn met het efficiëntieprincipe van het menselijk brein. Deze theorieën hebben gemeenschappelijk dat het herkenningsproces afhankelijk is van cruciale elementen van het te herkennen onderwerp en de onderlinge relatie tussen deze elementen. Welke elementen van belang zijn hangt af van het doel of de context van het herkenningsproces.

De vraag is nu wat de cruciale elementen zijn om wegen van een bepaalde categorie te herkennen. Uit onderzoek blijkt dat niet alleen wegkenmerken belangrijk zijn maar bijvoorbeeld ook de directe omgeving langs de weg (zie ook *§ 3.2.3*). De opgestelde essentiële herkenbaarheidskenmerken, die wegen op basis van enkel belijning herkenbaar moet maken, zou wel eens overschaduwd kunnen worden door andere aanwezige elementen die voor weggebruikers dominanter zijn. Dit staat mogelijk een uniforme herkenbaarheid, en daarmee homogeen gedrag in de weg, het tegenovergestelde van wat Duurzaam Veilig tracht te bereiken.

2.5.2. *Verwachtingen en voorspelbaar gedrag*

Verwachtingen kunnen continu van karakter zijn (bijvoorbeeld ten aanzien van snelheid) of incidenteel (voorrang moeten verlenen).

Uit onderzoek blijkt dat verwachtingen de verwerking van informatie bespoedigt/stuurt wanneer deze aan de verwachtingen voldoet. Informatie die anders is dan verwacht wordt langzamer verwerkt of valt niet op. Op basis hiervan kunnen te sterke verwachtingen dus ook gevaarlijk zijn omdat onverwachte situaties niet adequaat het hoofd kan worden geboden. Een weg zou dus de juiste verwachtingen moeten oproepen zonder dat dit leidt tot alleen maar automatische verwerking van informatie, of zou zodanige omstandigheden moeten bieden dat onverwachte zaken niet voorkomen.

Voor het homogeniseren van gedrag op basis van verwachtingen zouden we toe moeten naar een omgeving die bij alle weggebruikers dezelfde verwachtingen oproept. Naast verwachtingen zijn er echter ook andere drijfveren voor gedrag. Daardoor hoeft het niet zo te zijn dat uniforme verwachtingen tot uniform gedrag leiden, en dus ook niet tot voorspelbaar gedrag. Bijvoorbeeld speelt ook de ervaring van weggebruikers een belangrijke rol, want datgene wat in het verleden in een bepaalde situatie het meest is voorgekomen, wordt het meest verwacht. Ervaringen van individuen zijn echter niet op elkaar af te stemmen en vormen dan ook een bron van ruis in de verwachtingen van verschillende weggebruikers. Dit kan de basis voor homogeen gedrag ondermijnen.

3. Self-explaining roads – theorie en onderzoek

Het concept van 'self-explaining roads' is nauw verbonden met het principe van herkenbaarheid en voorspelbaarheid uit de Duurzaam Veilig-filosofie en (dus) met de gedachten achter het project *Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag.* In dit hoofdstuk kijken we naar het ontstaan van het concept 'self-explaining roads' en naar een deel van het onderzoek dat in dat kader is uitgevoerd.

3.1. Achtergronden van het concept 'self-explaining roads'

Het concept ‘self-explaining roads’ (SER) werd geïntroduceerd door Theeuwes & Godthelp (1992). Zij onderzochten de vraag hoe ontwerp-principes de kans op fouten bij het uitvoeren van de rijtaak kunnen verminderen. Met het SER-concept duidden ze op een verkeersomgeving die alleen door het ontwerp al het goede gedrag uitlokt. Om dit concept te kunnen uitwerken keken zij welke fouten voertuigbestuurders kunnen maken op de verschillende niveaus van de verkeerstaak, de verschillende visuele informatieverwerkingsstadia en verschillende taakniveaus.

3.1.1. *Informatieverwerkings- en taakuitvoeringsindelingen als basis voor SER*

De verkeerstaak kan hiërarchisch opgedeeld worden in drie niveaus: strategisch niveau, manoeuvreniveau en regelniveau (zie bijvoorbeeld Janssen, 1997).
Het strategisch niveau omvat planningsaspecten van de verkeerstaak (zoals reisdoel, vervoermiddel en routekeuze). Een 'fout' op dit niveau is bijvoor-beeld dat men een 'verkeerde' route kiest in de zin dat de route deels over wegen gaat die gesloten zijn in verband met werkzaamheden. Hierdoor kan het zijn dat de bestuurder over wegen moeten rijden waar hij minder of niet bekend is, met mogelijk onzeker rijgedrag als gevolg. Deze fouten hebben indirect invloed op de verkeersveiligheid.
Het manoeuvreniveau bestaat uit keuzes ten aanzien van rijsnelheid, inhalen, stoppen, enzovoort. Fouten in de uitvoering van de verkeerstaak komen het vaakst op dit niveau voor. Inadequate manoeuvres (zoals inhalen waar dat niet mag, of onterecht voorrang nemen) kunnen worden ingezet als de situatie niet correct wordt ingeschat of de bestuurder niet de juiste informatie heeft (bijvoorbeeld: menen op een voorrangsweg te zitten terwijl dit niet het geval is).
Het regelniveau is de 'eigenlijke' rijtaakuitvoering zoals gas geven, remmen, schakelen, sturen, enzovoort. Fouten op dit niveau zijn dus vooral bedieningsfouten waarbij de bestuurder snel informatie teruggekoppeld krijgt over een eventuele fout. Mede door de directe terugkoppeling verbetert dit gedrag met ervaring.

Theeuwes & Godthelp (1992; zie ook Van Elslande & Dubois, 1994) onderscheiden voorts nog de drie klassieke informatieverwerkingsstadia: 'waarnemen', 'verwerken' en 'handelen'.
Met 'waarnemen' wordt de selectie van informatie bedoeld. Fouten in de selectie van informatie kunnen ontstaan doordat de belangrijke elementen niet voldoende opvallen. De andere twee stadia worden door Theeuwes &

Godthelp niet (verwerkingsniveau) of nauwelijks (handelingsniveau) behandeld.
Het verwerkingsniveau dat Van Elslande & Dubois onderscheiden ('processing phase'; beter zou zijn 'beoordelingsfase') moet leiden tot het begrijpen van de situatie waarmee de bestuurder geconfronteerd wordt:

> "…to understand the type of situation he is confronted with, anticipate its probable development, predict any unexpected event in a given situation and evaluate the scope for manoeuvre or a speed compatible with situational demands"
> (Van Elslande & Dubois, blz. 689).

Fouten op dit niveau leiden bijvoorbeeld tot een verkeerde interpretatie van de situatie. Theeuwes en Godthelp stellen dat onvoldoende anticipatie kan leiden tot beoordelingsfouten.
Het handelingsniveau betreft het uitvoeren van acties (remmen, sturen en dergelijke).[3] Fouten op dit niveau leiden tot bijvoorbeeld het verlies van de controle over het voertuig.

Tevens halen Theeuwes en Godthelp de drie taakuitvoeringsniveaus van Rasmussen (1983) aan: taakuitvoering op basis van kennis, van regels of van vaardigheden (resp. 'knowledge-, rule- en skill-based behaviour'). Op het knowledge-based niveau worden de taken uitgevoerd op basis van kennis. Op dit niveau worden bijvoorbeeld nieuwe taken uitgevoerd.

> "De keuze van gedrag hangt in zo'n [nieuwe] situatie af van interpretatie en deductief redeneren. Wanneer een bepaalde situatie zich herhaaldelijk voordoet dan zal er na verloop van tijd een regel ontstaan hoe om te gaan met die situatie en welk gedrag gewenst is. Het "begrijpen" van de situatie is niet langer noodzakelijk en de herkenning van de situatie zal tot geschikt gedrag leiden. Tenslotte, skill-based taken worden 'automatisch' uitgevoerd; binnenkomende informatie leidt automatisch tot een response, bijvoorbeeld het opschakelen bij een hoog toerental" (Theeuwes & Godthelp, 1992, blz 15-16).

Fouten op het kennisniveau kunnen gemakkelijk gemaakt worden. Voor het correct interpreteren van een onbekende situatie is tijd nodig en die heeft (neemt) een bestuurder niet altijd (voorbeeld: een kruispunt in het buitenland). Fouten op het regelniveau kunnen ontstaan doordat een regel wordt toegepast op een verkeerd moment of in een verkeerde situatie (bijvoorbeeld hard blijven rijden terwijl het mistig is). Fouten op het vaardigheidsniveau treden op wanneer er bijvoorbeeld een verstoring optreedt op de invoersignalen (bijvoorbeeld schakelen naar een verkeerde versnelling).

3.1.2. *Fouten in verkeersgedrag*

De vraag die Theeuwes & Godthelp (1992) trachten te beantwoorden is of fouten op de verschillende niveaus van de verkeerstaak, informatieverwerking en taakuitvoering (deels) voorkomen kunnen worden bij het ontwerpen van wegen. Met het SER-concept beogen ze onder andere door middel van wegbeeld en -ontwerp de juiste verwachtingen bij weggebruikers te ontwikkelen over vereist gedrag en mogelijke gebeurtenissen. In die zin is SER een herkenbare vormgeving.

De vraag die zich vervolgens opwerpt is op welke manier verwachtingen het rijgedrag kunnen beïnvloeden. Volgens Theeuwes & Godthelp (1992) spelen verwachtingen een rol op alle rijtaakniveaus. Maar voor de relatie tussen

[3] Volgens Van Elslande & Dubois (1994) gaat hier nog een fase aan vooraf, namelijk de beslissingsfase.

omgeving en rijgedrag is vooral het manoeuvreniveau het belangrijkst.[4] Op dit niveau spelen verwachtingen ten aanzien van bijvoorbeeld het wegverloop en de verkeersafwikkeling. Deze hebben invloed op snelheidskeuze, 'waarneming' en behandeling van ander verkeer, keuze van de positie binnen de rijstrook, enzovoort. Daarnaast zullen verwachtingen het visuele zoekproces naar informatie beïnvloeden. Volgens Theeuwes & Godthelp (1992) kan dit zo ver gaan dat "wanneer een wegomgeving bepaalde verwachtingen induceert deze niet of nauwelijks doorbroken kunnen worden door het plaatsen van (zeer opvallende) verkeersborden en/of andere infrastructurele elementen" (blz. 33).

Volgens Theeuwes & Godthelp (1992) ontwikkelen mensen verwachtingen ten aanzien van wegomgevingen op basis van ervaring met diverse wegomgevingen. Wegomgevingen met overeenkomstige ervaringen worden gegroepeerd (of beter: gecategoriseerd; zie ook *§ 2.2.2.3*). Theeuwes & Godthelp nemen aan dat een categorie wordt gerepresenteerd door prototypen; een prototypische 'representatie' van een bepaald wegtype weerspiegelt de belangrijkste kenmerken van dat wegtype.
Nota bene: In het vorige hoofdstuk zijn wij tot de conclusie gekomen dat het categorisatieproces veel flexibeler is dan de prototypetheorie veronderstelt. De ideeën achter SER zijn echter ouder dan onze laatste inzichten op het gebied van categorisatie. De verschillende inzichten zijn in dit rapport dus niet in chronologische volgorde weergegeven.
Prototypische representaties hebben ook een ruimtelijke en temporele component (resp. 'scene-schema's' die de ruimtelijke verhoudingen weergeven en 'scripts' die de temporele verhoudingen beschrijven). Volgens Theeuwes & Godthelp (1992) worden gebeurtenissen "….die in overeenstemming zijn met de prototypische scene schemata en/of scripts …. snel en efficiënt waargenomen en verwerkt omdat de verwerking voor een belangrijk deel vanuit het geactiveerde schema top-down gestuurd wordt" (blz. 30).

3.2. Onderzoek naar het concept 'self-explaining roads'

Als verwachtingen het gedrag van bestuurders beïnvloedt, dan is het van belang dat wegen behorend tot een bepaald wegtype (bijvoorbeeld alle 80-km/uur-wegen) zo veel mogelijk op elkaar lijken en dat bekend is welke elementen de belangrijkste kenmerken vormen voor een bepaald wegtype. In het kader van SER en Duurzaam Veilig zijn verscheidene onderzoeken uitgevoerd naar het categoriseren van wegen, naar verwachtingen in het verkeer, en naar de elementen die daarbij van belang zijn. Enkele zullen hier besproken worden.

3.2.1. *Onderzoek naar verwachtingen in het verkeer*

Theeuwes (1991) onderzocht de invloed van verwachtingen op visuele selectie van objecten in verkeersscènes. In deze studie kregen proefpersonen dia's van verkeersscènes te zien en moesten ze zoeken of een bepaald object (fietser, auto of verkeersbord) aanwezig was. In de helft van de aanbiedingen was daadwerkelijk het object te zien, in de andere helft

[4] Verwachtingen die spelen op de andere niveaus van de rijtaak zullen minder direct invloed hebben op het uiteindelijke rijgedrag op de weg, omdat ze minder bepaald worden door het wegbeeld. Op het regelniveau bijvoorbeeld, gaat het om verwachtingen waar de bedieningsmiddelen in het voertuig zitten. Het zal duidelijk zijn dat als deze elders zitten dan verwacht dit tot uiting kan komen in het rijgedrag.

niet. Het experiment vergeleek drie condities met elkaar: een waarbij de objecten op een te verwachten locatie stonden, een waarin ze op een onverwachte locatie stonden, en een waarin de objecten zowel op een onverwachte als een verwachte locatie konden staan. De verwachtingen van de proefpersonen werden ‘gestimuleerd’ door eerst aan te geven naar welk object gezocht moest worden. Daarna werd een dia getoond van de verkeersscène zonder het object, gevolgd door een maskeerdia, en als laatste een dia van de verkeersscène met of zonder het object. Proefpersonen moesten zo snel mogelijk reageren door op een knop te drukken. De hypothese was dat proefpersonen sneller zouden reageren indien het object op een verwachte locatie stond dan wanneer het op een onverwachte locatie stond. De resultaten lieten zien dat proefpersonen niet sneller reageerden indien het object op een te verwachten locatie stond dan op een onverwachte locatie (hoewel er een trend in de goede richting was). Wel maakten proefpersonen minder fouten indien het object op een te verwachten locatie stond. Daarnaast was een opvallende uitkomst dat proefpersonen in de conditie waarbij het object altijd op een onverwachte locatie stond hun strategie (of hun verwachtingen) niet aanpasten. Ze bleven altijd eerst zoeken op een verwachte locatie, ook al kwam het object daar nooit.

Dit onderzoek van Theeuwes (1991) laat zien dat verwachtingen het zoekgedrag van bestuurders beïnvloeden. Indien objecten (om wat voor reden dan ook) niet zijn waar men ze verwacht, dan maakt men in ieder geval meer fouten in de detectie van objecten. Opvallend is ook dat proefpersonen hun zoekstrategie niet aanpasten in de conditie waarbij het object nooit op de verwachte locatie kwam.

3.2.2. *Onderzoek naar de categorisatie van 'oude' wegtypen*

Theeuwes (1994) onderzocht welke prototypen mensen hebben van wegen buiten de bebouwde kom en welke wegelementen behoren tot die prototypen.[5] Hiertoe werden aan proefpersonen (bewerkte) foto's aangeboden die voorafgegaan werden door een vraag, bijvoorbeeld: "Is dit een autosnelweg?". Proefpersonen moesten zo snel mogelijk reageren met "ja" of "nee". De eventuele bewerking van foto's bestond uit het toevoegen of verwijderen van bepaalde elementen van een weg, bijvoorbeeld het verwijderen van een vluchtstrook van een autosnelweg.
In dit onderzoek werden autosnelwegen, doorgaande wegen voor alleen snelverkeer (80 km/uur), en wegen voor snel en langzaam verkeer (80 km/uur) gebruikt. Van elk wegtype werden elementen geïdentificeerd die als 'essentieel' aangemerkt werden voor het betreffende wegtype. Voor een autosnelweg waren dat bijvoorbeeld de vluchtstrook, de vangrail en het portaal. De verschillende essentiële kenmerken, alsook niet-essentiële kenmerken werden bij de verschillende wegtypen verwijderd of erbij gezet. Hierdoor ontstond een grote groep van verschillende foto's die aan proefpersonen werd aangeboden.

De resultaten lieten zien dat een autosnelweg het snelst en met de minste fouten werd herkend. Er was geen verschil in reactietijd tussen een

[5] Theeuwes maakt weliswaar gebruik van het woord 'prototype', maar refereert nergens aan de prototypetheorie (zie *Hoofdstuk 2*). Een neutraler woord voor waar hij aan refereert zou derhalve 'representant' kunnen zijn. Wij hanteren hier echter de terminologie van Theeuwes zelf.

doorgaande 80-km/uur-weg en een 80-km/uur-weg open voor al het verkeer, wel in het percentage fouten dat werd gemaakt. Bij de 80-km/uur-weg voor al het verkeer werden meer fouten gemaakt. Verder bleek dat op de vraag "Autosnelweg?" proefpersonen altijd snel reageerden ook al toonde de foto een ander wegtype. Dit toonde aan dat proefpersonen een duidelijk beeld hebben van een autosnelweg. Wanneer de vraag werd gesteld "Doorgaand verkeer?" terwijl er een foto werd aangeboden van een 80-km/uur-weg voor al het verkeer werd er langzaam gereageerd en veel fouten gemaakt. Het prototype voor deze beide wegen is dus niet erg duidelijk.

Theeuwes (1994) onderzocht ook welke elementen van belang waren voor het beantwoorden van de vraag of de getoonde weg inderdaad van het gestelde type was. De resultaten hiervan zijn weergegeven in *Tabel 3.1*.

Foto	Vraag	Onderscheidende elementen
Autosnelweg	Autosnelweg?	Vluchtstrook / portaal / vangrail
	80 km/uur doorgaand?	Vluchtstrook (+ portaal, + vangrail)
	80 km/uur alle verkeer?	--
80 km/uur doorgaand	Autosnelweg?	Voorsorteervak (+ 'barrier', stoplichten, fietspad)
	80 km/uur doorgaand?	--
	80 km/uur alle verkeer?	--
80 km/uur alle verkeer	Autosnelweg?	--
	80 km/uur doorgaand?	Geparkeerde auto's, huizen, uitrit, vluchtheuvel
	80 km/uur alle verkeer?	Geparkeerde auto's (+ huizen, + uitrit)

Tabel 3.1. *Elementen van de weg die van belang zijn voor het classificeren en onderscheiden van wegtypen.*

De 'essentiële elementen' voor een autosnelweg waren: de vluchtstrook, portalen en de aanwezigheid van geleiderails. Zonder deze elementen werd een autosnelweg langzamer herkend als een autosnelweg en met deze elementen werd sneller gereageerd dat een autosnelweg geen doorgaande weg was met 80 km/uur. Geen van de elementen speelde een belangrijke rol in het onderscheid tussen een autosnelweg en een 80-km/uur-weg voor al het verkeer. Theeuwes (1994) oppert als verklaring voor dit resultaat dat deze wegen al op andere elementen worden onderscheiden (zoals bijvoorbeeld wegbreedte).

Een 80 km/uur doorgaande weg werd goed onderscheiden van een autosnelweg als deze een voorsorteervak had (in combinatie met een geleiderail, stoplichten en fietspaden). De afwezigheid van deze elementen leidde niet tot langzamere herkenning als het een 80 km/uur doorgaande weg was. De aanwezigheid leidde ook niet tot een duidelijker onderscheid met de 80-km/uur-weg voor al het verkeer.

Het weglaten van geparkeerde auto's (in combinatie met huizen of uitrit) leidde tot tragere herkenning van een 80-km/uur-weg voor al het verkeer als het inderdaad een 80-km/uur-weg voor al het verkeer was. De afwezigheid van deze elementen leidde tot een langzamere reactie om te bepalen dat het een 80-km/uur-weg voor al het verkeer, en geen 80-km/uur-weg voor doorgaand verkeer was.

Dit onderzoek van Theeuwes laat zien dat bepaalde elementen van wegen voor bestuurders behoren bij bepaalde wegtypen. Het weglaten van dergelijke elementen leidt tot een tragere reactie om een weg van een bepaald wegtype daadwerkelijk als zodanig te herkennen. Echter, ook het toevoegen van elementen aan een wegtype waar die niet horen leidt tot een tragere herkenning, waarbij bovendien meer fouten worden gemaakt (vooral tussen de verschillende 80-km/uur-wegen). Dit kan betekenen dat een 80-km/uur-weg voor al het verkeer herkend wordt als een doorgaande weg met 80 km/uur, en bestuurders dus geen langzaam verkeer verwachten. Dergelijke bevindingen kwamen ook naar voren in onderzoek van onder andere Gundy (1994) en Kaptein & Theeuwes (1996).

Het onderzoek van Theeuwes en anderen richtte zich vooral op de verschillende typen 80-km/uur-wegen.[6] Hun onderzoek toonde duidelijk aan dat de toenmalige inrichtingseisen niet voldoende waren voor autobestuurders om een goed onderscheid te maken tussen de verschillende wegtypen. Tevens lieten ze zien dat alternatieve ontwerpen leidden tot een beter onderscheid (zie bijvoorbeeld Kaptein & Theeuwes, 1996).

3.2.3. *Onderzoek naar categorisatie van Duurzaam Veilig-wegtypen*

In het kader van Duurzaam Veilig werd het Nederlandse wegennet opnieuw gecategoriseerd in 'stroomwegen', 'gebiedsontsluitingswegen' en 'erftoegangswegen' (zie *Hoofdstuk 1*). Een aantal wegen die in het hierboven beschreven onderzoek nog golden als '80-km/uur-weg' werden na de categorisering erftoegangsweg buiten de bebouwde kom met een maximumsnelheid van 60 km/uur. Voor de nieuwe categorieën werden nieuwe ontwerprichtlijnen voorgesteld (CROW, 1997; zie ook Van Schagen et al., 1999). In verschillende experimenten zijn deze ontwerprichtlijnen en alternatieven onderzocht.

Zo onderzochten Brouwer et al. (2000) verschillende ontwerpvarianten van de vijf verschillende wegcategorieën die binnen Duurzaam Veilig te onderscheiden zijn (de drie wegcategorieën met onderscheid naar binnen en buiten de bebouwde kom):
- stroomwegen (alleen buiten de bebouwde kom; SW100);
- gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom (GOW80);
- erftoegangswegen buiten de bebouwde kom (ETW60);
- gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom (GOW50);
- erftoegangswegen binnen de bebouwde kom (ETW30).

---

[6] Eind vorige eeuw waren vijf verschillende type 80-km/uur-wegen te onderscheiden, namelijk:
1. dubbelbaans wegen met geslotenverklaring voor langzaam verkeer;
2. enkelbaans tweestrookswegen met geslotenverklaring voor langzaam verkeer;
3. enkelbaans tweestrookswegen gesloten voor voetgangers, (brom)fietsers en invalidevoertuigen;
4. enkelbaans tweestrookswegen zonder geslotenverklaring voor langzaam verkeer;
5. enkelbaans eenstrookswegen zonder geslotenverklaring voor langzaam verkeer.

Een van de drie ontwerpvarianten die in het onderzoek werden gebruikt was gebaseerd op de richtlijnen voorgesteld door CROW (1997) en nader uitgewerkt door Van Schagen et al. (1999). Dit basisontwerp werd vergeleken met twee andere ontwerpvarianten en tevens werd het effect onderzocht van de wegomgeving op de categorisatie van wegen. Ze varieerden de omgeving van de wegen zodat deze vaker (in 90% van de gevallen) of minder vaak (in 60% van de gevallen) in overeenstemming was met de betreffende wegcategorie. In één conditie werd de omgeving zelfs helemaal weggelaten zodat alleen de weg zichtbaar was (neutrale conditie).
Door verschillende groepen proefpersonen werden drie taken uitgevoerd: een sorteertaak, een leertaak en een verwachtingentaak.
In de sorteertaak werden proefpersonen gevraagd 50 foto's (tien foto's van iedere wegcategorie) te sorteren zodanig dat men hetzelfde gedrag zou verwachten bij foto's van wegen die op dezelfde stapel lagen.
In de leertaak kregen proefpersonen dezelfde foto's te zien op een computerscherm en moesten ze aangeven wat de maximumsnelheid zou zijn op die wegen. De foto's werden vijf keer herhaald om te zien of de verschillende wegcategorieën goed geleerd konden worden.
In de verwachtingentaak werden proefpersonen gevraagd naar hun verwachtingen ten aanzien van fietsers, tegenliggers, landbouwverkeer, bromfietsers en maximumsnelheid.

De uitkomsten van de sorteertaak lieten zien dat de omgeving van invloed is op de categorisering van wegen. Naarmate de omgeving minder vaak overeenkwam met de categorie werden de wegen slechter gecategoriseerd. In de neutrale conditie werden de wegen ook beter gecategoriseerd dan in de conditie waarbij de wegomgeving niet altijd overeenkwam met het wegtype. Tevens leidde het basisontwerp tot een slechtere categorisatie dan de twee alternatieve ontwerpen.

De leertaak liet zien dat een omgeving belangrijk is voor het leren van verschillende categorieën. Het percentage correcte antwoorden was lager in de neutrale conditie dan in condities waarin de omgeving vaak of soms niet in overeenstemming was met het wegtype. Het percentage correcte antwoorden was hoger in de conditie waarbij de wegomgeving bijna altijd overeenkwam met het wegtype dan in de conditie waarin dit minder vaak het geval was. Hoewel de percentages correcte antwoorden verschilden tussen de drie condities, werden alle drie de condities even goed geleerd. Dus ook zonder omgeving, op basis van alleen de wegkenmerken, kunnen de 'wegcategorieën' goed geleerd worden. Er werd geen verschil gevonden tussen de verschillende wegontwerpen behalve dan dat één alternatief wegontwerp beter werd geleerd dan het basisontwerp.

Met de verwachtingentaak werd geen verschil gevonden tussen de verschillende wegontwerpen. Wel werden in de neutrale conditie minder vragen correct beantwoord dan in de condities met een omgeving.

Brouwer et al. (2000) concludeerden uit dit onderzoek dat het door CROW voorgestelde wegontwerp voor de verschillende Duurzaam Veilig-wegcategorieën niet voldeed aan het concept van SER. Tevens liet hun onderzoek duidelijk de invloed zien van de wegomgeving op de categorisatie van een weg. Dit leidt tot de conclusie dat daar waar de omgeving niet in overeenstemming is met de wegcategorie, de weg opnieuw moet worden

gecategoriseerd of (infrastructurele) maatregelen genomen moeten worden om de categorisatie door weggebruikers overeen te laten komen met de beoogde categorisatie.

3.2.4. *Wegcategorisatie en rijgedrag*

Kaptein & Claessens (1998) onderzochten in een rijsimulator de relatie tussen subjectieve wegcategorisatie en rijgedrag. Verschillende groepen proefpersonen moesten computer-gegenereerde foto's categoriseren of in de rijsimulator een bepaalde route rijden. Er waren drie wegontwerpen: een basisontwerp, een SER-ontwerp en een mix van het basisontwerp en het SER-ontwerp (gemengd ontwerp). In het SER-ontwerp was er veel overlap in eigenschappen binnen een categorie en weinig overlap tussen categorieën. Bij het basisontwerp was dit andersom, wat volgens de auteurs overeenkwam met de toenmalige situatie. Er werden vier wegcategorieën onderzocht, alle vier buiten de bebouwde kom:

1. autosnelwegen (120 km/uur);
2. autowegen (100 km/uur);
3. 80-km/uur-wegen met geslotenverklaring voor langzaam verkeer;
4. 80-km/uur-wegen zonder geslotenverklaring voor langzaam verkeer.

De resultaten van het categorisatie-experiment lieten zien dat de wegcategorieën volgens het SER-ontwerp beter werden gecategoriseerd dan wegen volgens het huidige ontwerp, en ook beter dan wegen met het gemengde ontwerp. Wegen die behoorden tot een officiële categorie werden door proefpersonen vaker samengenomen. In het gemengde ontwerp waren twee wegen gelijk aan het SER-ontwerp. Toch werden deze wegen met het gemengde ontwerp anders gecategoriseerd dan in het SER-ontwerp. Hieruit kunnen we concluderen dat de hele set van wegen waartoe een weg behoort van belang is voor de categorisatie van die betreffende weg.

In het rijsimulatorexperiment werden de drie wegontwerpen vergeleken op rijsnelheid en variatie van de rijsnelheid. De resultaten lieten zien dat proefpersonen op twee van de vier wegcategorieën (autowegen en 80-km/uur-wegen zonder geslotenverklaring voor langzaam verkeer) harder reden met het SER-ontwerp dan met het basisontwerp. Wel was de variatie in snelheid lager op autowegen met het SER-ontwerp dan met het basisontwerp. Er werd geen verschil gevonden tussen het SER-ontwerp en het gemengde ontwerp met betrekking tot de wegen die in beide ontwerpen zaten.

Kaptein & Claessens combineerden beide experimenten in één analyse. Hierbij werd de rijsnelheid en de snelheidsvariatie onderzocht voor de categorieën die werden onderscheiden in het categorisatie-experiment. Bij het SER-ontwerp werd een homogenere opbouw in rijsnelheid gevonden dan bij het basisontwerp. In het SER-ontwerp was de snelheid op de wegen in de hoogste categorie het hoogst en in de laagste categorie het laagst. Dit gold niet voor het basisontwerp. Echter, de snelheden in het basisontwerp lagen dichter tegen de gewenste snelheden aan dan die in het SER-ontwerp. Wat de snelheidsvariatie betreft, werd voor de twee 'lagere' subjectieve wegcategorieën een hogere variatie gevonden met het SER-ontwerp dan met het basisontwerp; voor de twee hogere subjectieve wegcategorieën was het andersom. Deze uitkomst is opvallend omdat lagere

snelheidsvariatie juist gewenst lijkt op wegen van de laagste categorie. Het onderzochte SER-ontwerp bereikte het tegenovergestelde.[7]

3.3. Bevindingen over 'self-explaining roads' in vogelvlucht

In het algemeen laat het onderzoek naar 'self-explaining roads' zien dat verwachtingen invloed hebben op visueel zoeken in het verkeer en dat onverwachte objecten tot meer fouten leiden en daarmee de potentie hebben om tot ongevallen te leiden.

Gaan we verder terug in de keten van herkenbare of 'self-explaining' vormgeving naar verwachtingen en voorspelbaar gedrag (zie *Hoofdstuk 2*), dan blijkt uit het tot nu toe uitgevoerde SER-onderzoek dat weggebruikers bepaalde typen wegen heel duidelijk herkennen op basis van een aantal essentiële elementen. Het duidelijkste voorbeeld hiervan is het beeld dat men heeft van een autosnelweg, die wordt herkend aan de vluchtstrook, portalen en geleiderails. Andere wegtypen blijken tot nu toe minder duidelijk herkend te worden op basis van hun kenmerkende elementen. Ook het door CROW (1997) voorgestelde basisontwerp voor wegen ingedeeld volgens de Duurzaam Veilig-functionaliteit, blijkt uit het onderzoek naar SER ontoereikend te zijn voor een goede wegcategorisatie door weggebruikers.

Uit de onderzoeken blijkt tot nu toe ook dat wegomgeving die is ingericht volgens het SER-concept, invloed kan hebben op met name snelheids-gedrag. Echter, naar de invloed van SER op het snelheidsgedrag, of rijgedrag in het algemeen, is nog maar weinig onderzoek gedaan. Het onderzoek dat is uitgevoerd laat daarbij zowel gewenste als minder gewenste gedragseffecten zien.

[7] Een belangrijke kanttekening is wel dat het hier gaat om subjectieve wegcategorieën en dus niet over de officiële (zie Kaptein & Claessens, 1998).

4. Herkenbaarheid van duurzaam veilige wegcategorieën

Binnen Duurzaam Veilig wordt gestreefd naar een beperkt aantal wegcategorieën (zie *Hoofdstuk 1*). Uitgangspunt is dat een beperkt aantal wegtypen de herkenbaarheid vergroot. Voorwaarde is wel dat de vormgeving van de wegen per wegtype geüniformeerd is op basis van verschillende omgevings¬kenmerken. In dit hoofdstuk wordt nagegaan welke kenmerken in aanmerking komen om gebruikt te worden voor het onderscheiden van wegtypen, zowel voor de wegvakken (*§ 4.1*) als voor de kruispunten (*§ 4.2*). Daarna wordt ingegaan op de kenmerken die op dit moment reeds zijn aangewezen als onderscheidende kenmerken (*§ 4.3*) en hoe de bijbehorende richtlijnen in de praktijk worden toegepast op met name gebiedsontsluitingswegen (*§ 4.4*).
Het uiteindelijke doel van uniforme en herkenbare wegcategorieën blijft homogeen verkeersgedrag (zie *§ 2.1*). Het verkeersgedrag dat men met de categorie-afhankelijke weginrichting op de verschillende typen wegen hoopt op te roepen komt aan bod in *§ 4.5*.

4.1. Kenmerken van wegvakken

In een studie naar categorisering en Duurzaam Veilig zijn Van Schagen et al. (1999) reeds nagegaan aan welke eisen wegkenmerken moeten voldoen om de herkenbaarheid van wegcategorieën te vergroten, en het onderlinge onderscheid tussen wegtypen te benadrukken. Zij komen tot drie eisen. De eerste – en tevens belangrijkste – eis is volgens hen dat het kenmerk *continu waarneembaar* moet zijn. De verkeersdeelnemer moet continu in staat zijn te bepalen op welke wegcategorie hij zich bevindt. De tweede eis is dat het kenmerk *praktisch toepasbaar en haalbaar* moet zijn. Als voorbeeld van een niet overal continu zichtbaar en onhaalbaar kenmerk geven Van Schagen et al. het aanbrengen van verschillende kleur verlichting of verlichtingsmasten. Op lang niet alle wegen is momenteel verlichting aanwezig, en het is niet waarschijnlijk dat deze in het kader van de categorisering wel zal worden aangebracht. De derde en laatste eis is dat een *kenmerk zelf niet nadelig* mag zijn *voor de veiligheid*, en ook bij minder gunstige omstandigheden (donker, sneeuw) zichtbaar moet zijn.

4.1.1. *Kenmerken die voorkomen in de operationele eisen van Duurzaam Veilig-wegen*

Op grond van de bovenstaande eisen (of selectiecriteria) zijn Van Schagen et al. (1999) nagegaan in hoeverre de kenmerken die zijn opgenomen in de operationele eisen aan duurzaam veilige wegcategorieën (CROW, 1997), geschikt zijn voor het herkenbaar maken van de verschillende wegcategorieën.
In CROW-publicatie 116 zijn de functionele eisen van een duurzaam veilige weginfrastructuur geformuleerd en vertaald naar operationele eisen (CROW, 1997). De functionele eisen hebben vooral betrekking op het wegennetwerk en de operationele eisen op de inrichting van de verschillende wegcategorieën. De eisen uit publicatie 116 zijn door Van Schagen et al. samengevat. De operationele eisen die gesteld worden aan de wegvakken van de verschillende Duurzaam Veilig-wegcategorieën zijn opgenomen in *Tabel 4.1*.

	Buiten de bebouwde kom			Binnen de bebouwde kom	
	Stroomweg	Gebiedsont-sluitingsweg	Erftoegangs-weg	Gebiedsont-sluitingsweg	Erftoegangs-weg
Snelheidslimiet (km/uur)	120/100	80	60	70/50	30 of lager
Markering (in lengterichting)	Volledig	Volledig	Gedeeltelijk	Gedeeltelijk	Geen
Rijbaanindeling (rijbanen*rijstroken)	2*1 of meer	1*2	1*1	1*2 of meer	1*1
Pechvoorziening	Vluchtstrook	In berm of havens	Geen	In berm of havens	Geen
Rijrichtingscheiding	Niet overrijdbaar	Moeilijk overrijdbaar	N.v.t.	Moeilijk overrijdbaar	N.v.t.
Verharding, mate van vlakheid	Groot	Groot	Gering	Groot	Gering
Erfaansluitingen	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja
Oversteken (op wegvakken)	Ongelijkvloers	Ongelijkvloers	Gelijkvloers	Ongelijkvloers	Ja
Parkeren	Nee	In vakken	Op rijbaan	In vakken	Op rijbaan
Halte openbaar vervoer	Nee	In havens	Op rijbaan	In havens	Op rijbaan
Obstakelafstand	Groot	Matig	Klein	Matig	Klein
Fietsers op de rijbaan	Nee	Nee	Afhankelijk van situatie	Nee	Ja
Bromfietsers op de rijbaan	Nee	Nee	Ja	Ja, behalve bij 70 km/uur	Ja
Langzaam gemotori-seerd verkeer op rijbaan	Nee	Nee	Ja	Ja, behalve bij 70 km/uur	Ja
Snelheidsremmers	Nee	Nee	Ja	Soms	Ja
Verlichting	afstemmen op categorie				
Bewegwijzering	afstemmen op categorie				

Tabel 4.1. *Operationele eisen aan duurzaam veilige wegcategorieën (Van Schagen et al., 1999). De eisen voor gebiedsontsluitingswegen (zie ook § 4.4) zijn hierbij gearceerd.*

Wanneer we de wegkenmerken langslopen aan de hand van de genoemde selectiecriteria – continu, praktisch, niet nadelig – dan blijven de volgende kenmerken over als potentieel relevant voor de herkenbaarheid van duurzaam veilige wegcategorieën:

- markering in de lengterichting;
- rijrichtingscheiding;
- verharding/mate van vlakheid;
- obstakelafstand.

Deze kenmerken zijn continu waarneembaar, de operationele eisen maken reeds onderscheid in de uitvoeringsvariant voor ten minste twee van de drie wegcategorieën, en met inachtneming van de geldende snelheidslimiet op de betreffende wegcategorieën is de aanwezigheid van de kenmerken in algemene zin niet nadelig voor de verkeersveiligheid (zo houdt de obstakel-vrije afstand rekening met de rijsnelheid op de betreffende wegcategorieën).

4.1.2. *Kenmerken die worden genoemd in de literatuur*

Een andere invalshoek voor het identificeren van kenmerken die de herkenbaarheid van wegcategorieën kunnen vergroten, is door te kijken welke kenmerken automobilisten gebruiken als ze op subjectieve wijze het wegennet ordenen. Op basis van de literatuur die op dit gebied voorhanden was, concluderen Van Schagen et al. (1999) dat de volgende kenmerken door automobilisten kunnen worden gebruikt:

Binnen de bebouwde kom:
- wegbreedte;
- grondgebruik langs de weg.

Buiten de bebouwde kom:
- aantal rijbanen/stroken;
- wegbreedte;
- kantmarkering;
- asmarkering;
- (anti-)stroommarkering[8];
- alignement (bochtigheid/verloop);
- afstand weg-begroeiing;
- soort wegdek;
- staat van het wegdek.

Daarbij stellen ze wel dat niet alle bovengenoemde kenmerken geschikt zijn om de herkenbaarheid van categorieën te vergroten. Binnen één categorie komen er namelijk verschillende uitvoeringsvormen voor, en dat zal ook zo blijven (zo zijn er bijvoorbeeld bochtige en rechte erftoegangswegen). De kenmerken die volgens Van Schagen et al. wel mogelijk relevant zijn voor de herkenbaarheid en die consequent aan een bepaalde categorie kunnen worden toegekend, zijn:
- aan-/afwezigheid van kantmarkering en het type kantmarkering;
- aan-/afwezigheid van asmarkering en het type asmarkering;
- aan-/afwezigheid van stroommarkering en het type stroommarkering;
- soort wegdek (kleur/mate van vlakheid).

Het grondgebruik langs de kant van de weg en de afstand tussen de weg en de begroeiing (profiel van vrije ruimte) achten Van Schagen et al. in theorie zeker relevant, maar zijn volgens hen in de praktijk waarschijnlijk moeilijk consequent door te voeren bij de verschillende categorieën.

Van Schagen et al. (1999) achten naast de bovengenoemde kenmerken ook opvallende bermpalen geschikt als categoriseringskenmerk. Dit kenmerk werd in eerder onderzoek naar het indelen van wegbeelden in categorieën niet of nauwelijks door automobilisten gebruikt (Kaptein & Theeuwes, 1996). Dit kan echter komen doordat de bermpalen die in die studie werden gebruikt, relatief onopvallend waren. Het voordeel van bermpalen als categoriseringskenmerk is dat zij continu aanwezig zijn en bovendien van extra informatie kunnen worden voorzien.

---

[8] Met (anti-)stroommarkering worden schuine strepen bedoeld die vanuit de kantmarkering en/of asmarkering gedeeltelijk over de rijstrook lopen. Als de strepen op de eigen weghelft in de rijrichting gaan (/ \) is er sprake van stroommarkering; als de strepen tegen de rijrichting ingaan (\ /) is er sprake van anti-stroommarkering (Van Schagen et al., 1999).

Hoewel Van Schagen et al. het grondgebruik langs de weg niet als potentieel categoriseringskenmerk willen zien, blijkt uit een studie van Theeuwes (1994) dat dit kenmerk wel van nut zou kunnen zijn voor het maken van onderscheid tussen gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen buiten de bebouwde kom (zie *§ 3.2*). Dat wil zeggen, als aan 80-km/uur-wegen stedelijke wegkenmerken worden toegevoegd, dan roept dit bij de automobilist de verwachting op dat het om een 80-km/uur-weg zonder geslotenverklaring gaat. Een dergelijke weg is volgens de operationele eisen van CROW (1997) een erftoegangsweg, en heeft een snelheidslimiet van 60 km/uur (zie *Tabel 4.1*). Grondgebruik kan dus wel degelijk een categoriseringskenmerk zijn, hoewel het kenmerk niet onderscheidend werkt tussen alle categorieën, niet continu aanwezig is en nauwelijks is te beïnvloeden.

Een tweede kenmerk dat we – in tegenstelling tot Van Schagen et al. – hier wel als potentieel categoriseringskenmerk zullen beschouwen, is de aanwezige fietsvoorziening. Ook dit kenmerk werkt onderscheidend tussen de erftoegangsweg en gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom (zie Kaptein & Theeuwes, 1996).

Samenvattend zouden de volgende kenmerken geschikt zijn voor het onderscheiden van wegcategorieën:
- type verharding;
- vormgeving van de rijrichtingscheiding (asmarkering);
- type kantmarkering;
- (anti-)stroommarkering;
- qua kleur en vormgeving opvallende bermpalen;
- stedelijke wegkenmerken als bebouwing, geparkeerde auto's en uitritten;
- fietsstroken op de rijbaan.

4.2. Kenmerken van kruispunten, kruisingen en overgangen

Net als bij de wegvakken kan ook voor de kruisingen van wegen van een verschillende categorie en voor de overgangen tussen binnen en buiten de bebouwde kom worden nagegaan welke kenmerken bijdragen aan een betere herkenbaarheid van de *wijziging* in wegtype en de bijbehorende wijziging in het gewenste gedrag. Bij de kruisingen en overgangen is het aantal beschikbare kenmerken echter beperkt. Van Schagen et al. stellen dat de drie essentiële kenmerken van uitwisselpunten die destijds waren uitgewerkt (in CROW, 1997), de volgende zijn:
- gelijkvloers of ongelijkvloers;
- aan-/afwezigheid van snelheidsremmende maatregel;
- aan-/afwezigheid van voorrangsmaatregel.

Het aantal kenmerken is echter niet alleen klein, hun onderscheidende karakter is ook zeer gering. Zo wordt een gelijkvloerse kruising toegepast bij een uitwisseling tussen twee gebiedsontsluitingswegen, maar ook bij een uitwisseling tussen twee erftoegangswegen, of tussen een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg (zie *Tabel 4.2*). Ook de combinatie van kenmerken biedt geen uitkomst. Bij alle gelijkvloerse kruisingen is een snelheidsbeperkende maatregel voorzien. Door het type maatregel te variëren kan nog wel enig onderscheid worden aangebracht tussen de verschillende typen uitwisselpunten (zie *Tabel 4.3*). Maar bij het zien van

een rotonde weet de weggebruiker nog steeds niet met zekerheid of hij zich nu bevindt op een kruising tussen twee gebiedsontsluitingswegen of dat hij vanaf een gebiedsontsluitingsweg een erftoegangsweg oprijdt.

Dezelfde problematiek geldt voor de voorrangsmaatregel. Als er geen voorrangsmaatregel is, en de algemene regel 'verkeer van rechts heeft voorrang' is van kracht, dan zou de weggebruiker kunnen weten dat hij zich bevindt op een kruising tussen twee erftoegangswegen. Maar als er wél een voorrangsmaatregel is toegepast, dan zijn er nog steeds verschillende opties, en weet de weggebruiker op grond van de lay-out van het kruispunt niet of hij op een weg van hetzelfde type blijft rijden, en dus ook niet of hij zijn gedrag zou moeten aanpassen.

	Wisselt uit of gaat over in	Buiten de bebouwde kom			Binnen de bebouwde kom	
		Stroomweg	GOW	ETW	GOW	ETW
Buiten de bebouwde kom	Stroomweg	Knooppunt	Ongelijkvloers VRm	Niet toegestaan	Niet toegestaan	Niet toegestaan
	GOW	Ongelijkvloers VRm	Gelijkvloers VRm & SRm	Gelijkvloers VRm & SRm	Komgrens of kruispunt	Komgrens en/of kruispunt
	ETW	Niet toegestaan	Gelijkvloers VRm & SRm	Gelijkvloers SRm	Komgrens of kruispunt	Komgrens of kruispunt
	Fietspad	Niet toegestaan	Gelijkvloers VRm & SRm	Gelijkvloers VRm ten gunste van fietspad & SRm	N.v.t.	N.v.t.
Binnen de bebouwde kom	GOW	Niet toegestaan	Komgrens of kruispunt	Komgrens of kruispunt	Gelijkvloers VRm & SRm	Gelijkvloers VRm & SRm
	ETW	Niet toegestaan	Komgrens en/of kruispunt	Komgrens of kruispunt	Gelijkvloers VRm & SRm	Gelijkvloers SRm
	Fietspad	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Gelijkvloers VRm & SRm	Gelijkvloers VRm ten gunste van fietspad & SRm

VRm=voorrangsmaatregel; SRm=snelheidsremmende maatregel
De dik omlijnde cellen geven de overgangen tussen binnen en buiten de bebouwde kom aan.

Tabel 4.2. *Eisen aan de kruisingen van en overgangen tussen de verschillende duurzaam veilige wegcategorieën (Van Schagen et al., 1999).*

	GOW	ETW	Solitair fietspad
GOW	Plateaus 100 m vóór en 100 m na het kruispunt of de rotonde	Rotonde of 3-/4-taks-kruispunt met verhoogd kruisingsvlak + plateaus op GOW voor en na het kruispunt of de rotonde	Plateaus op GOW op 50 tot 100 m voor de kruising
ETW	Rotonde of 3-/4-taks-kruispunt met verhoogd kruisingsvlak + plateaus op GOW voor en na het kruispunt of de rotonde	Verhoogd kruisingsvlak (plateau)	Verhoogd kruisingsvlak

Tabel 4.3. *Type snelheidsbeperkende maatregel bij gelijkvloerse kruispunten buiten de bebouwde kom (Van Schagen et al., 1999).*

In het rapport van Van Schagen et al. (1999) valt te lezen dat "…er op grond van de nu beschikbare uitwerking van de inrichting en vormgeving van uitwisselpunten geen eenduidig onderscheid mogelijk is tussen de verschillende typen uitwisselpunten. Op grond van de randvoorwaarden [*Tabel 4.2*] kunnen dus geen potentieel relevante kenmerken worden gedistilleerd" (blz. 16). Aangezien er anno 2005 geen eisen bij zijn gekomen, is deze stelling ook nu nog van kracht.

Behalve bij kruispunten, kunnen wegcategorieën ook in elkaar overgaan bij een gemeentegrens. In theorie zouden de continue wegkenmerken zodanig moeten zijn dat onmiddellijk bij de overgang opvalt dat men op een ander type weg rijdt. In de praktijk zou het misschien beter zijn als de overgangen expliciet worden aangegeven door middel van specifieke 'overgangskenmerken'. De duurzaam veilige vormgeving van overgangen is echter nog niet uitgewerkt. Ook voor de overgangen geldt dus dat uit de randvoorwaarden geen relevante kenmerken kunnen worden gehaald (Van Schagen et al., 1999).

4.3. Eerste aanzet: de Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidskenmerken

Van de kenmerken die geschikt lijken te zijn voor het onderscheiden van wegcategorieën heeft een CROW-begeleidingsgroep (CROW, 2003) een tweetal kenmerken aangemerkt als 'essentieel herkenbaarheidskenmerk': de kantmarkering en de rijrichtingscheiding. In december 2003 heeft het Nationaal Mobiliteitsberaad[9] deze essentiële herkenbaarheidkenmerken van duurzaam veilige wegen officieel vastgesteld. Doel was om op korte termijn de wegcategorieën voor de weggebruiker beter herkenbaar te maken. De eisen die Duurzaam Veilig stelt aan de inrichting van het wegennet blijken namelijk door gebrek aan ruimte, tijd en financiële middelen niet op korte termijn voor het hele Nederlandse wegennet te realiseren. En dit komt de herkenbaarheid van wegcategorieën niet ten goede.

Als hulp bij de implementatie van de essentiële herkenbaarheidskenmerken (EHK) heeft CROW de *Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur* (REHK) opgesteld (CROW, 2004b). In *Tabel 4.4* zijn de kenmerken opgenomen die volgens deze richtlijn essentieel zijn voor de herkenning van en het onderscheid tussen de verschillende wegcategorieën. Naast de kantmarkering en de rijrichtingscheiding wordt ook het (zone)bord aangemerkt als herkenbaarheidskenmerk. Voor deze combinatie van kenmerken is gekozen omdat de as- en kantmarkering "relatief eenvoudig aan te brengen zijn, sterk opvallen, continu zichtbaar zijn en tegelijk een zekere gedragsturende werking hebben" (CROW, 2004b, blz. 14). De andere aspecten die voor de herkenbaarheid, maar vooral ook voor de veiligheid van belang zouden zijn, zoals fietsvoorzieningen, *fysieke* rijrichtingscheidingen en per wegcategorie de vereiste kruispuntvormen, heeft CROW niet onderscheidend genoeg bevonden. Deze en andere Duurzaam Veiligkenmerken zijn echter wel degelijk van belang voor de verkeersveiligheid (CROW, 1997). Daarom zullen uiteindelijk alle wegen ingericht moeten worden conform de handboeken en aanbevelingen voor het wegontwerp die opgesteld zijn door CROW. Voor wegen buiten de bebouwde kom is dat het

[9] Vertegenwoordigde overheden in het Nationaal Mobiliteitsberaad zijn Rijk, provincie (IPO), waterschappen (UvW), kaderwedgebieden (SKVV) en gemeenten (VNG).

Handboek Wegontwerp (CROW, 2002) en voor wegen binnen de bebouwde kom de *ASVV* (CROW, 2004a).
De essentiële herkenbaarheidskenmerken kunnen gezien worden als een tussenstap naar een duurzaam veilige inrichting van wegen. Met de implementatie van deze kenmerken is het verbeteren van de herkenbaarheid van wegen dus niet per definitie voltooid.

Essentiële herken-baarheids-kenmerken	Stroomweg		Gebiedsontsluitingsweg			Erftoegangsweg	
	SW120	SW100	GOW80	GOW70	GOW50	ETW60	ETW30
(Zone)bord	ASW-bord	AW-bord	Bord n.v.t. (algemene limiet RVV)	Limietbord	Bord n.v.t. (algemene limiet RVV)	(Zone)bord	Regime- of (zone)bord
Kant-markering	Doorgetrokken markering	Doorgetrokken markering	Onderbroken markering	Onderbroken markering of trottoirband	Onderbroken markering of trottoirband	Geen of onderbroken markering	Geen of onderbroken markering, of trottoirband
Rijrichting-scheiding	Voertuigkering of brede middenberm	Dubbele asstreep met groene 'vulling', voertuigkering of middenberm	Dubbele asstreep of middenberm	Dubbele asstreep of middenberm	Dubbele asstreep of middenberm	Geen	Geen

Tabel 4.4. *Essentiële herkenbaarheidskenmerken volgens de richtlijnen van CROW (2004b).*

Nieuw aan te leggen wegen moeten direct aan de eisen van het *Handboek Wegontwerp* of de *ASVV* voldoen. Voor oude wegtypen die moeten worden omgebouwd tot een duurzaam veilige wegcategorie kunnen wegbeheerders gebruikmaken van de tijdelijke faseringsoplossingen in de REHK.
Nemen we bijvoorbeeld het probleem dat er naast een gebiedsontsluitingsweg geen ruimte is voor een parallelweg voor landbouwverkeer, dan geeft de REHK verschillende faseringsoplossingen. Zo'n oplossing kan zijn dat landbouwverkeer op de hoofdrijbaan toegelaten wordt en dat inhalen van dit langzame verkeer vervolgens toegestaan wordt door onderbroken dubbele asmarkering aan te brengen. Er kan ook voor gekozen worden om het inhalen slechts plaatselijk mogelijk te maken door de aanleg van passeerhavens.
Ook voor situaties waar de bestaande wegverharding te smal is om het gewenste wegprofiel volgens het *Handboek Wegontwerp* toe te passen (normaal dwarsprofiel GOW type II) biedt de REHK faseringsoplossingen. Ook geeft de REHK een voorkeursvolgorde aan (prioritering) waarin deze oplossingen kunnen worden aangewend. Deze oplossingen zijn in aanbevolen volgorde: eerst de rijstrookbreedte, dan de breedte van de asmarkering, vervolgens de ruimte tussen de dubbele asmarkering en ten slotte de redresseerstrookbreedte versmallen tot de minimaal toegestane maten. De REHK gaat hierin overigens verder dan het minimaal voorgeschreven dwarsprofiel uit het *Handboek Wegontwerp*. *Bijlage A* geeft een overzicht van het gewenste dwarsprofiel, de prioritering en de minimale maten zoals vermeld in de REHK. Wanneer de faseringsoplossingen en de

prioritering uit de REHK landelijk worden nageleefd zal dit de herkenbaarheid van wegcategorieën ten goede komen, zo verwacht CROW.

De volgende paragraaf gaat in op hoe de regio's de REHK in de praktijk toepassen.

4.4. Toepassing van de Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidkenmerken in de praktijk

Via telefonische contacten met wegbeheerders van diverse provincies (eind 2004-begin 2005) is gepeild hoe de REHK in de praktijk wordt toegepast. Uit een inventarisatie van de decentrale verkeers- en vervoersplannen (PVVP's/RVVP's) door het Kennisplatform Verkeer en Vervoer (KpVV) eind 2004, blijkt dat in slechts in 3 van de 17 plannen invoering van EHK aan de orde wordt gesteld (KpVV, 2004). Anno 2006 hebben meer provincies en kaderwetgebieden het toepassen van EHK als taakstelling in hun verkeers(veiligheids)plannen opgenomen.

De REHK was opgesteld met de intentie om wegbeheerders een helpende hand te bieden bij de problemen die zij tegenkomen bij het toepassen van de wegprofielen uit het *Handboek Wegontwerp* en de *ASVV*. Uit de telefonische contacten blijkt echter dat er in de praktijk ook bij het gebruik van de REHK nog knelpunten zijn.
De tijdelijke faseringsoplossingen die de REHK aanreikt blijken in sommige gevallen ontoereikend binnen de bestaande breedte van de weg. In dat geval kiest de wegbeheerder voor een eigen faseringsvariant.
Ook blijkt het voor te komen dat de regionale wegbeheerder een eigen faseringsvariant prefereert boven een toepasselijke faseringsoplossing uit de REHK. Zo heeft de provincie Gelderland naast de REHK haar eigen 'Gelderse Essentiële Kenmerken' opgesteld (Van Rijsinge et al., 2004). Het blijkt dat deze Gelderse uitwerking in prioritering en toegestane minimale maten iets afwijkt van de REHK. Ook andere provincies en regio's blijken soms andere keuzes te maken in met name deze faseringsoplossingen. Hiervoor worden twee redenen aangedragen. Enerzijds waren sommige regionale wegbeheerders al begonnen met het formuleren en uitwerken van beleid ten aanzien van de implementatie van EHK voor het verschijnen van de richtlijn daarvoor. Anderzijds hebben zij andere afwegingen gemaakt, met name bij de prioritering en de maatvoering die minimaal nog is toe te staan. In deze studie is niet onderzocht in hoeverre bij deze afwegingen bijvoorbeeld veel voorkomende ongevalstypen of geografische, historische en financiële randvoorwaarden een rol hebben gespeeld.

Hieronder volgen de meest opmerkelijke bevindingen uit de telefonische inventarisatie van het provinciale beleid ten aanzien van de REHK. De bevindingen betreffen achtereenvolgens: ruimtegebrek binnen de bestaande verhardingsbreedte (*§ 4.4.1*), de afwezigheid van parallelvoorzieningen (*§ 4.4.2*), de gebruikte markering en snelheidslimiet (*§ 4.4.3*), de toegepaste rijrichtingscheiding (*§ 4.4.4*), en een prognose van de invoeringstermijn van EHK (*§ 4.4.5*). *Bijlage B* geeft een gedetailleerd beeld van een aantal provincies die hun wegennet hebben geïnventariseerd en het beleid ten aanzien van de implementatie van de EHK tot op het detailniveau van het dwarsprofiel hebben uitgewerkt.

4.4.1. *Ruimtegebrek binnen bestaande verhardingsbreedte*

Uit een inventarisatie van de provincie Gelderland (Van Rijsinge et al., 2004) blijkt dat ongeveer de helft van haar enkelbaans gebiedsontsluitingswegen smaller is dan het gewenste profiel van 7,50 m dat het *Handboek Wegontwerp* voorschrijft. Ongeveer een kwart is zelfs smaller dan het minimumprofiel van 7,00 m. Gelderland heeft voor deze wegen een aangepast minimumprofiel opgesteld, met een verhardingsbreedte van 6,60 m. Ook de provincies Groningen (Provincie Groningen, 2005) en Zuid-Holland (Rijnbeek, 2006) kennen een dergelijk profiel.

In Limburg blijkt bij minder dan de helft van de enkelbaans gebiedsontsluitingswegen de verhardingsbreedte tussen de 7,50 en 7,20 m te liggen (Bohn et al., 2005). Voor wegen met een verhardingsbreedte tussen de 7,20 en 6.80 m stelt de provincie Limburg een eigen faseringsvariant voor.

Bij hun faseringsvarianten kiezen bovengenoemde provincies ervoor om vast te houden aan een rijstrookbreedte van 2,75 m, terwijl de REHK juist aanbeveelt om als eerste de rijstrook te versmallen tot 2.70 m (eerste prioriteit in de REHK). Als argument noemen de betreffende provincies dat vrachtverkeer een brede rijstrook vereist. Gelderland en Limburg laten bewust de redresseerstrook van 30 cm ongemoeid. Ook de REHK geeft de laagste prioriteit aan versmalling hiervan. Groningen en Zuid-Holland reduceren de redresseerruimte in hun minimale profiel echter wel.

Het blijkt dat de regionale wegbeheerders met hun faseringsvarianten een andere volgorde (prioritering) en soms andere maten hanteren dan aanbevolen wordt in de REHK. Soms worden zelfs de minimale maten uit de REHK onderschreden. Voorbeelden hiervan zijn een ruimte tussen de dubbele asmarkering van 10 cm (in Gelderland en Limburg), terwijl deze minimaal 20 cm zou mogen zijn (zie *Afbeelding 4.1*). Het Gelderse minimumprofiel heeft tevens een onderbroken kantmarkering van slechts 10 cm breed in plaats van de aanbevolen 15 cm uit de REHK.
Zuid-Holland kiest bij een profiel smaller dan 7,00 m altijd voor een dubbele asmarkering van 10 cm in plaats van 15 cm breed. De argumentatie van de provincie is dat brede asmarkering ten onrechte de indruk wekt dat de weg qua dwarsprofiel volledig aan de eisen uit het *Handboek Wegontwerp* voldoet.
Overigens is het volgens de REHK ook niet wenselijk om het dwarsprofiel van wegen uitsluitend op te bouwen uit minimale maten (verhardingsbreedte 6,40 m).

Niet alleen wijken regionale wegbeheerders met hun faseringsoplossingen af van de REHK, ook blijken er tussen de wegbeheerders onderling nogal wat verschillen te zijn. Onderzoek zou moeten uitwijzen of de weggebruiker deze verschillen ten opzichte van de REHK en tussen de wegbeheerders onderling opmerkt en of dit invloed heeft op de herkenbaarheid en het rijgedrag.

Afbeelding 4.1. *Gebiedsontsluitingsweg (GOW80 type II: 1x2) met dubbele asmarkering (met versmalde tussenruimte > 20 cm) en onderbroken kantmarkering (N293, provincie Limburg).*

4.4.2. *Afwezigheid van parallelvoorzieningen*

Volgens Duurzaam Veilig dient langzaam verkeer gebruik te maken van een parallelweg of van een vrijliggend fiets-/bromfietspad langs de gebiedsontsluitingsweg. Een maximumsnelheid van 80 km/uur gaat niet samen met langzaam verkeer op de rijbaan en erfaansluitingen.

Als landbouwverkeer bij gebrek aan parallelwegen of alternatieve routes noodzakelijkerwijs gebruik moet maken van gebiedsontsluitingswegen, staan de regionale wegbeheerders inhalen van landbouwverkeer door autoverkeer toe. In sommige provincies wordt de dubbele asmarkering dan bewust uitgevoerd met een streep van 9 meter en een tussenruimte van 1 meter (9-1). Dit komt niet overeen met de in de REHK voorgeschreven verhouding van 9-3 (zie *Afbeelding 4.2*).

Afbeelding 4.2. *Gebiedsontsluitingsweg (GOW80 type II:1x2) met dubbele onderbroken asmarkering in verband met inhalen van landbouwverkeer. (N293, provincie Limburg).*

Ook passeerhavens zijn een mogelijke oplossing voor het inhalen van landbouwverkeer en de REHK staat deze als faseringsoplossing toe. Dergelijke passeervoorzieningen, waarbij langzaam gemotoriseerd verkeer al dan niet verplicht wordt aan de kant te gaan in een passeerhaven (Jaarsma et al., 2003), worden al in diverse provincies toegepast.

4.4.3. *Koppeling tussen markering en wegtype/snelheidslimiet*

Volgens de Gelderse richtlijn behouden gebiedsontsluitingswegen met een breedte smaller dan 6,60 m hun huidig profiel met enkele asstreep tot ze kunnen worden verbreed. Wegen die smaller zijn dan 6,00 m worden afgewaardeerd tot erftoegangsweg omdat ze te smal zijn voor twee rijstroken (Van Rijsinge et al., 2004).

De provincie Limburg is van mening dat op wegen smaller dan 6,80 m de nieuwe markering niet zonder constructieve ingrepen kan worden toegepast (Bohn et al., 2005).

Bij te smalle gebiedsontsluitingswegen in de provincie Groningen (< 6.60 m) wordt gekozen voor alleen onderbroken kantmarkering zonder asmarkering (zie *Afbeelding 4.3*). Ondanks deze 'ETW-markering' blijft de limiet van 80 km/uur er gelden. Tevens behouden deze wegen hun ontsluitende functie, omdat ze vaak een verbinding vormen tussen twee kernen. De REHK kent een dergelijke faseringsoplossing, maar schrijft dan wel een lagere limiet voor. Een 'ETW-markering' met een 'GOW-limiet' is een duidelijk onbedoelde interpretatie van de REHK, die mogelijk verwarrend is voor de weggebruiker.

Afbeelding 4.3. *80 km/uur-weg met 'ETW-markering': alleen onderbroken kantmarkering en geen asmarkering.*

De regionale stroomwegen (SW100, voorheen autowegen) moeten volgens de REHK van andere wegen worden onderscheiden door een dubbele asmarkering met groene opvulling en doorgetrokken kantmarkering. In de provincie Utrecht is in het recente verleden tussen de asmarkering bij gebiedsontsluitingswegen ook een groene opvulling gebruikt. Deze markering is in strijd met de REHK en daarom heeft de provincie deze in 2006 weer verwijderd.

In de provincie Limburg is op een gebiedsontsluitingsweg die de bebouwde kom doorsnijdt een gele opvulling tussen de dubbele asmarkering toegepast om aan te geven dat op dit deel van de doorgaande weg een lagere snelheidslimiet (50 km/uur) geldt dan buiten de bebouwde kom (80 km/uur). Doorgaans is het gebruik van de kleur geel echter voorbehouden aan tijdelijke wegmarkeringen bij werk in uitvoering; deze toepassing is niet conform de REHK.

4.4.4. *Rijrichtingscheiding*

Naast het soort markering en de maatvoering in het dwarsprofiel (al dan niet volgens de REHK) kunnen wegbeheerders diverse andere gezichtsbepalende elementen toepassen in het wegontwerp. Voorbeelden hiervan zijn rammelstroken of wegdekreflectoren in de redresseerstrook, hectometerbordjes (al dan niet voorzien van de maximumsnelheid), (reflecterende) bermpaaltjes, semi-verharde bermen, obstakelvrije zones, enzovoort.
Zo zijn er bij voldoende ruimte in het profiel ook verschillende manieren om een rijrichtingscheiding aan te brengen tussen twee rijstroken. De REHK spreekt alleen over de dubbele asmarkering op enkelbaans gebiedsontsluitingswegen (GOW type II: 1x2) en de middenberm van 3,00 m op dubbelbaans gebiedsontsluitingswegen (GOW type I: 2x2). Maar er zijn veel

meer mogelijkheden om de rijrichtingen te scheiden, die verschillen in de mate van afscherming (Hummel, 2001).
De mogelijkheden zijn in oplopende mate van afschermende werking – van 'zacht' naar 'hard':

1. geen scheiding rijrichtingen (n.v.t. op GOW);
2. enkele doorgetrokken asmarkering;
3. dubbele doorgetrokken asmarkering;
4. enkele doorgetrokken asmarkering met profiel (thermoplast);
5. dubbele doorgetrokken asmarkering met profiel (thermoplast);
6. dubbele doorgetrokken asmarkering met reflectoren op of verruwing van het wegdek tussen de lijnen;
7. dubbele doorgetrokken asmarkering met flappen of broodjes (evt. met retroreflectiestrippen) tussen de lijnen;
8. dubbele doorgetrokken asmarkering met verticale geleidebakens tussen de lijnen;
9. dubbele doorgetrokken asmarkering met doorlopende betonnen richel tussen de lijnen (zie *Afbeelding 4.4*);
10. smalle middenberm (eventueel verhard en/of opgesloten tussen trottoirbanden);
11. smalle onverharde middenberm met (botsveilige) aarden wal (conform *Handboek Wegontwerp*, figuur 8-5);
12. brede (onverharde) middenberm;
13. geleiderail of ‘barrier’ van beton of staal (vanwege de herkenbaarheid niet gewenst op GOW).

De uiteindelijke keuze voor een type rijrichtingscheiding zal van verschillende factoren afhangen. Het is nog niet duidelijk in hoeverre ze zullen verschillen tussen en binnen de regio's. In *Bijlage B* zijn voorbeelden opgenomen die toegepast zijn door diverse regionale wegbeheerders.

Afbeelding 4.4. *Dubbele doorgetrokken asmarkering met doorlopende, afgeschuinde betonnen richel tussen de lijnen (N209, Zuid-Holland).*

4.4.5. *Prognose invoeringstermijn EHK*

In de provincies Limburg en Groningen was in 2005 ongeveer 2% van de gebiedsontsluitingswegen voorzien van EHK. Het aanbrengen van de markering volgens de REHK lift mee met de vernieuwing van de verharding (groot onderhoud) en met reconstructie en nieuwbouw. In totaal is de schatting dat het circa 10 jaar in beslag zal nemen om alle Groningse wegen van EHK te voorzien. In de provincie Zuid-Holland kiest men voor een trajectaanpak: als meer dan 30% van de verharding vernieuwd moet worden dan wordt het hele traject aangepakt en voorzien van EHK. Over het algemeen denken de verschillende wegbeheerders binnen een termijn van 10 à 15 jaar het gehele wegennet te hebben voorzien van nieuwe markering. Dit zal gezien de uitwerking in de regionale praktijk niet volledig volgens de REHK zijn. Gedurende de invoeringsperiode zullen zowel de oude markeringen (doorgetrokken kantmarkering en onderbroken asmarkering) als de faseringsoplossingen volgens de REHK en regionale varianten daarop, voorkomen naast de gewenste inrichting conform het *Handboek Wegontwerp* en de *ASVV*.

Naar aanleiding van een eigen onderzoek (Hendriks, 2004) heeft de ANWB eind 2005 in een brief aan de minister van Verkeer en Waterstaat gepleit voor het sterk verkorten van deze overgangsfase naar uniforme wegmarkeringen. In reactie hierop heeft de minister 10 tot 15 miljoen euro uitgetrokken om de rijkswegen sneller te voorzien van deze uniforme wegmarkeringen (VenW, 2005). De invoering zou voltooid moeten zijn in 2010; dit betekent een verkorting van 15 naar 5 jaar. Het gaat in het geval van het Rijk met name om het aanbrengen van dubbele asmarkering met groene vulling op autowegen (SW100). Slechts een klein deel van het rijkswegennet bestaat uit gebiedsontsluitingswegen (GOW80) waarop dubbele asmarkering en onderbroken kantmarkering aangebracht moeten worden.
Het ministerie is wel in gesprek met de regionale wegbeheerders om te kijken of ook zij de invoering kunnen versnellen, maar stelt daar vooralsnog geen extra financiële middelen tegenover.

4.4.6. *Conclusie*

De REHK is een eerste aanzet tot meer uniformiteit in het wegontwerp. De richtlijn adviseert slechts de maatvoering in het dwarsprofiel en het type markering. Over het horizontaal alignement en de kruispuntoplossingen doet de REHK geen uitspraken. Zelfs al beperken we ons tot de dwarsdoorsnede, dan nog is het de vraag of de verschillende uitvoeringsalternatieven voor de rijstrook en de rijrichtingscheiding voldoende uniformiteit bieden tussen en binnen de regio's. Dat er verschillen zullen ontstaan moge duidelijk zijn, gezien de voorgaande paragrafen. Rest ons nog de vraag hoe de weggebruiker met dit onderscheid omgaat.

4.5. **Wegcategorisering en verkeersgedrag**

Het uiteindelijke doel van de categorisering van wegen is dat voor elk wegtype duidelijk is welk gedrag er is toegestaan en welke medeweggebruikers men er kan verwachten. Als een ieder – door de uniforme inrichting van wegen – de juiste verwachtingen heeft, zou dit moeten leiden tot uniformer gedrag. Het wensbeeld ten aanzien van de verwachtingen en gedragingen

van weggebruikers op wegen buiten de bebouwde kom is weergegeven in *Tabel 4.5*.

Met dit wensbeeld in het achterhoofd is het interessant te weten welke effecten verwacht kunnen worden wanneer de inrichting van wegen op basis van een of meer van de in *Tabel 4.1* genoemde categoriseringskenmerken – inclusief de kenmerken die genoemd worden in de REHK – wordt geüniformeerd. Met andere woorden: als we wegen van een bepaald type standaard uitrusten met een bepaalde markering of met een fietsstrook, welk effect heeft dit dan op het snelheidsgedrag, voorrangsgedrag en/of inhaal-gedrag? Een volgende vraag is dan of dit gedrag het gewenste gedrag op dat wegtype is. Beide vragen zullen in het volgende hoofdstuk worden beantwoord.

Weg-categorie	Verwachting van					Gedrag		
	Tegemoet komend verkeer?	Kruisend verkeer op kruispunten?	Kruisend verkeer op wegvakken?	Langzaam gemotoriseerd verkeer op rijbaan?	(Brom)fiets-verkeer op rijbaan?	Toegestane snelheid	Voorrangs-regeling?	Inhalen toegestaan?
SW120	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	120 km/uur	Ja	Ja
SW100	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	100 km/uur	Ja	Ja, op 2x2
GOW80	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee	80 km/uur	Ja	Ja, op 2x2
ETW60	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	60 km/uur	Nee	Ja
GOW70	Ja	Ja	Nee	Ja	Nee	70 km/uur	Ja	Ja, op 2x2
GOW50	Ja	Ja	Ja	Ja	Fiets niet, bromfiets wel	50 km/uur	Ja	Ja, op 2x2 en bij inhalen landbouw-verkeer
ETW30	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	30 km/uur; stapvoets	Nee	Ja

Tabel 4.5. *Wensbeeld van verwachte verkeerssituaties en gewenst verkeersgedrag op de verschillende wegcategorieën (CROW, 2004b).*

4.6. Kenmerken die tot herkenbare wegen kunnen leiden: een slotbeschouwing

De herkenbaarheid van duurzaam veilige wegcategorieën wordt onder meer nagestreefd door het gebruik van een beperkt aantal wegcategorieën. Dit is echter niet voldoende. Er zal ook uniformiteit moeten zijn in de vormgeving van wegen van eenzelfde categorie en een onderscheid in de vormgeving van wegen van een verschillende categorie. Uitgaande van de operationele eisen die aan de duurzaam veilige wegcategorieën worden gesteld (zie CROW, 1997), lijken de volgende kenmerken geschikt om wegcategorieën te onderscheiden:

- type verharding;
- vormgeving van de rijrichtingscheiding (asmarkering);
- type kantmarkering;
- (anti-)stroommarkering;
- qua kleur en vormgeving opvallende bermpalen;
- stedelijke wegkenmerken als bebouwing, geparkeerde auto's en uitritten;
- fietsstroken op de rijbaan.

Deze kenmerken zijn continu waarneembaar, praktisch toepasbaar, en zijn niet nadelig voor de veiligheid. Alle genoemde kenmerken zijn gerelateerd aan de vormgeving van het wegvak en kunnen dus alleen leiden tot herkenbare wegvakken. Voor de herkenbaarheid van overgangen tussen wegcategorieën bij kruispunten en gemeentegrenzen kunnen op dit moment geen geschikte kenmerken worden aangewezen. De duurzaam veilige inrichting en vormgeving van deze overgangen is nog onvoldoende uitgewerkt.

Van de kenmerken die geschikt lijken te zijn voor het onderscheid tussen de wegvakken van wegcategorieën is een tweetal kenmerken op dit moment aangemerkt als 'essentieel herkenbaarheidskenmerk': de kantmarkering en de rijrichtingscheiding. Het is de bedoeling dat wegbeheerders bestaande wegen op basis van deze kenmerken herkenbaar maken voor de weggebruiker, bijvoorbeeld bij de reconstructie en het groot onderhoud van het bestaande wegennet. Voor elke wegcategorie is een aparte combinatie van as- en kantmarkering aangewezen. Als hulp bij de implementatie van de essentiële herkenbaarheidskenmerken heeft CROW de *Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur* (REHK) opgesteld (CROW, 2004b). De REHK geeft aan welke tijdelijke oplossingen wegbeheerders kunnen toepassen totdat aan de eisen in het *Handboek Wegontwerp* (buiten de bebouwde kom; CROW, 2002) en de *ASVV* (binnen de bebouwde kom; CROW, 2004a) kan worden voldaan. De idee is om zo gefaseerd tot een duurzaam veilige inrichting van wegcategorieën te komen en stapsgewijs knelpunten als gebrek aan fysieke ruimte, tijd en/of financiële middelen het hoofd te bieden.

Maar ook bij de implementatie van alleen de essentiële herkenbaarheidskenmerken zijn er knelpunten. Zo is er niet altijd voldoende ruimte voor de vereiste rijrichtingscheiding. Een inventarisatie van het beleid van de provinciale wegbeheerders laat zien dat provincies en regio’s soms afwijken van de faseringsoplossingen die de REHK voorstelt. Het is derhalve de vraag of de implementatie van de essentiële herkenbaarheidskenmerken voldoende uniformiteit oplevert in de vormgeving van wegen van eenzelfde categorie om de wegcategorie herkenbaar te laten zijn, ongeacht de regio waarin de weg ligt. Overigens is het ook nog de vraag of deze kenmerken überhaupt bijdragen aan een betere herkenbaarheid van wegcategorieën, ook als er wel sprake zou zijn van een uniforme toepassing.

Als de genoemde categoriseringskenmerken, al dan niet onderdeel uitmakend van de essentiële herkenbaarheidskenmerken, daadwerkelijk uniform worden toegepast, is het vervolgens de vraag hoe de weggebruiker met deze uniformiteit omgaat. Leidt uniformiteit inderdaad tot een betere herkenbaarheid? En betekent deze herkenbaarheid ook dat de weggebruiker weet wat er van hem wordt verwacht? En gedraagt hij zich daarnaar? Per wegtype is er een wensbeeld over de verwachtingen die de weggebruiker zou moeten hebben over de weggebruikers die hij daar kan tegenkomen (tegemoetkomend verkeer, kruisend verkeer, landbouwverkeer, (brom)-fietsers) en over het gedrag dat hij zou moeten vertonen (rijsnelheid, inhalen of niet, voorrang verlenen of krijgen). Het is de vraag of de weggebruiker deze verwachtingen ook daadwerkelijk heeft en of hij het gewenste gedrag daadwerkelijk vertoont. In *Hoofdstuk 5* zal worden nagegaan in hoeverre het toepassen van bepaalde onderscheidende wegkenmerken van invloed is op het verkeersgedrag (en de verkeersveiligheid). De herkenbaarheid wordt daar even buiten beschouwing gelaten.

5. Effecten van wegomgeving op gedrag

In het voorgaande hoofdstuk zijn wegkenmerken aangewezen waarvan wordt verwacht dat zij van invloed zijn op de herkenbaarheid van wegen. Als er aan de hand van deze wegkenmerken wordt overgegaan tot een systematische wijziging van de weginrichting, is het van belang te weten welke invloed deze kenmerken hebben op het rijgedrag. Leiden ze bijvoorbeeld tot minder inhaalgedrag, tot homogener snelheidsgedrag of tot een verhoging van de rijsnelheid? Of misschien blijft in termen van verkeersgedrag alles wel bij het oude?
Duurzaam Veilig streeft in ieder geval naar homogeen verkeersgedrag op wegen van eenzelfde type, dus met weinig variatie in snelheidsgedrag en met snelheden die bij het wegtype passen.

In dit hoofdstuk wordt geïnventariseerd welke invloed wegkenmerken hebben op het verkeersgedrag. Hierbij beperken we ons tot kenmerken die betrekking hebben op gebiedsontsluitingswegen binnen en buiten de bebouwde kom. Meer specifiek richten we ons op die kenmerken die in het vorige hoofdstuk zijn geïdentificeerd als mogelijk van belang voor de categorisering van wegen, te weten:
- type verharding;
- vormgeving van de rijrichtingscheiding (asmarkering);
- type kantmarkering;
- (anti-)stroommarkering;
- qua kleur en vormgeving opvallende bermpalen;
- stedelijke wegkenmerken als bebouwing, geparkeerde auto's en uitritten;
- fietsstroken op de rijbaan.

Gedragingen die aan bod komen zijn – voor zover mogelijk – in ieder geval rijsnelheid, inhaalgedrag en voorrangsgedrag (zie *§ 4.5*). Daarnaast worden ook laterale positie en volgafstanden bekeken.

5.1. Overzicht van de kennis

In verschillende studies is een poging gedaan om de effecten van wegkenmerken op gedrag in kaart te brengen (Noordzij, 1996; Martens et al., 1997; Rumar & Marsh, 1998; Davidse & Van Driel, 2002; De Ridder & Brouwer, 2002; Janssen et al., 2004). Veel van deze studies hadden een kwalitatief karakter, waarbij globaal werd aangegeven wat de richting van het effect was (bijvoorbeeld een toe- of afname van de rijsnelheid). Slechts een enkele studie was kwantitatief van aard (Davidse et al., 2004; Van Driel et al., 2004). Deze kwantitatieve studies hebben als voordeel dat zij ook inzicht geven in het gemiddeld te verwachten effect en in factoren die de omvang van het effect kunnen beïnvloeden.

Davidse & Van Driel (2002) analyseerden vele studies die de effecten hebben onderzocht tussen een omgevingskenmerk en een of meer verkeersgedragingen. *Tabel 5.1* bevat de aantallen studies uit deze meta-analyse, voor zover deze betrekking hadden op de kenmerken die van belang lijken te zijn voor de herkenbaarheid van wegtypen. Deze aantallen geven dus aan of het onderwerp veelvuldig is onderzocht of niet. Zo is in

een oogopslag te zien dat het effect van wegkenmerken op snelheidsgedrag en laterale positie verreweg het meest is bestudeerd. Het wegkenmerk dat de meeste aandacht heeft gekregen is de markering in lengterichting (as- of kantstrepen).

Weg- of omgevingskenmerk	**Verkeersgedraging**			
	Rijsnelheid	Laterale positie	Volggedrag	Inhaalgedrag
Wegontwerp				
Wegoppervlak	N=15	N=1		
Scheiding rijrichtingen/ overig verkeer	N=2	N=1		N=1
Markering in lengte-richting	N=31	N=19	N=1	N=3
Markering in dwars-richting (o.a. anti-stroommarkering)	N=19			
Bermpaaltjes/ reflectorpaaltjes	N=3	N=3		
Fietsvoorzieningen	N=3	N=1		N=1
Ruimtelijke omgeving				
Aanwezigheid/ afstand bebouwing	N=10			
Aanwezigheid/ afstand begroeiing	N=8			
Geparkeerde voertuigen	N=3			
Overig verkeer				
Aanwezigheid tegen-liggers	N=1	N=1		
Aanwezigheid langzaam verkeer	??			

Tabel 5.1. *Matrix met het aantal studies dat de relatie onderzocht tussen specifieke omgevingskenmerken en bepaald verkeersgedrag (Davidse & Van Driel, 2002).*

In de volgende paragrafen worden de resultaten van deze studies rij voor rij besproken. In sommige gevallen wordt een aantal rijen samengenomen, zoals in de paragraaf over de afstand van bebouwing en begroeiing, waarbij ook de aanwezigheid van geparkeerde voertuigen wordt meegenomen. De aanwezigheid van geparkeerde voertuigen kan – zeker binnen de bebouwde kom – immers niet los worden gezien van de aanwezigheid van bebouwing.

5.2. Het effect van het type verharding

Het enige kenmerk van het type wegdek dat onderzocht is in relatie tot de rijsnelheid is de oneffenheid van het wegoppervlak. In diverse studies is aangetoond dat een ruw wegdek, zoals straatstenen, tot een lagere rijsnelheid leidt dan een glad rijoppervlak zoals asfalt. De lagere rijsnelheid komt voornamelijk door het verminderd rijcomfort door meer geluid en vibratie (Elliott et al., 2003; Martens et al., 1997).

Vermoedelijk draagt niet alleen het type verharding bij aan de oneffenheid van het wegdek, maar ook de leeftijd van het wegdek; slijtage kan immers tot een grotere oneffenheid leiden. Twee studies wijzen erop dat vernieuwing van het asfalt tot een toename van de rijsnelheid kan leiden (Cooper et al., 1980; Leden et al., 1998). De omvang van het effect bleek afhankelijk van de staat van het wegdek voorafgaand aan de nieuwe asfaltering. Het grootste effect dat werd gevonden is een toename met 2,6 km/uur. Hoewel dit effect gering is, zijn de resultaten van deze studies wel van belang voor het bredere kader waarvan de onderhavige literatuurstudie deel uitmaakt. Wanneer wegen in het kader van de wegcategorisering worden heringericht, worden zij vaak ook opnieuw geasfalteerd. Ook bij de effectstudies die in het vervolg van dit hoofdstuk worden besproken is naast de betreffende wijziging – zoals het aanbrengen van nieuwe belijning of een fietsstrook – vaak sprake geweest van een nieuwe asfaltlaag. De gerapporteerde effecten kunnen daardoor niet alleen toegeschreven worden aan de gewijzigde belijning of de toegevoegde fietsstrook maar ook (deels) aan de nieuwe asfaltlaag.

5.3. Het effect van de vormgeving van de rijrichtingscheiding

De rijrichtingscheiding is een manier om rijstroken met tegengesteld verkeer van elkaar te scheiden en inhalen onmogelijk te maken (zie *§ 4.4.4*). Om inhaalmanoeuvres te voorkomen is in juridische zin een doorgetrokken asstreep afdoende. De praktijk heeft echter aangetoond dat met een doorgetrokken asstreep alleen bij een zeer intensieve handhaving of bij zeer hoge verkeersintensiteiten er daadwerkelijk niet ingehaald wordt. Bij een rijrichtingscheiding bevindt de doorgetrokken streep zich niet tussen twee rijstroken, maar tussen een rijstrook en een veiligheidsstrook (de rijrichtingscheiding). Bij een dergelijke scheiding is het ook minder makkelijk om door een stuurfout op de andere weghelft te geraken.

Volgens de operationele eisen uit Publicatie 116 van CROW (CROW, 1997), mogen rijrichtingscheidingen alleen worden toegepast op stroomwegen en op gebiedsontsluitingswegen. Voor stroomwegen geldt een harde rijbaanscheiding en voor gebiedsontsluitingswegen een moeilijk overrijdbare scheiding (zie *Bijlage A*). Het aanbrengen van een dubbele asstreep alleen voldoet niet echt aan de laatstgenoemde eis. Indien deze wordt aangevuld met flappen of reflectoren is dit wel min of meer het geval. Van Minnen (1999) bespreekt de resultaten van negen evaluaties van het effect van verschillende typen dubbele asmarkering op het aantal inhaalbewegingen. De volgende typen zijn daarbij onderscheiden (in aflopende mate van overrijdbaarheid):

- dubbele onderbroken asmarkering (onvoldoende voor GOW);
- dubbele doorgetrokken asmarkering (onvoldoende voor GOW);
- dubbele doorgetrokken asmarkering met flappen of reflectoren (bijna voldoende voor GOW);
- dubbele doorgetrokken asmarkering met een verhoging daartussen (dit is in feite een middenberm; alleen gewenst op 2x2 GOW en aanbevolen op stroomwegen).

De bevindingen van Van Minnen (1999) worden samengevat in *Tabel 5.2* Naast een beschrijving van de gebruikte markering en het aantal inhaalbewegingen, bevat deze tabel ook informatie over:

- de afstand tussen extra voorzieningen (flappen/reflectoren);
- de aanwezigheid van langzaam verkeer op de hoofdrijbaan;
- de aanwezigheid van parkeermogelijkheden; en
- de aanwezigheid van erftoegangen.

	Bibeko	N505	N712	N210	N342	N302	N58	N484	A15
Snelheidslimiet	50	80	80	80	80	100	80	80	80
Rijstrookbreedte (m)	2,00	2,50	2,80	2,50	3,00	3,00	2,75	2,50	3,00
Asmarkering	Dubbel door-getrokken	Deels dubbel doorgetrokken; deels dubbel onderbroken voor inhalen landbouw-verkeer	Dubbel door-getrokken	Dubbel door-getrokken	Dubbel doorgetrok-ken met onderbroken kantstrepen	Dubbel doorgetrok-ken met daartussen onderbroken streep	Dubbel door-getrokken	Dubbel door-getrokken	Dubbel door-getrokken
Ruimte tussen asmarkering (cm)	70	60	100	40	40	50	60	50	80
Objecten (afstand/frequentie)	-	-	-	-	Reflectoren (elke 25 m)	Reflectoren op onderbroken streep	Elke 10 m Noordelijk: reflectie-strips Zuidelijk: flappen	Reflectoren en flappen (elke 20 cm)	Reflectoren en flappen (elke 10 cm)
Geslotenverklaring	Gesloten voor (brom)-fietsers	Gesloten voor (brom)-fietsers	Gesloten voor (brom)-fietsers	Volledig gesloten	Volledig gesloten(?)	Volledig gesloten	Volledig gesloten	Volledig gesloten	Volledig gesloten
Geparkeerde voertuigen	Onbekend	Onbekend	Ja	Onbekend	Onbekend	Niet aan-wezig (?)	Onbekend	Onbekend	Niet aan-wezig (?)
Erfaansluitingen	Onbekend	Onbekend	Ja	Onbekend	Onbekend	Geen	Geen	Geen	Geen
Rijsnelheid (gemiddeld)	72 km/uur	Onbekend	Onbekend	Onbekend	81 km/uur	Onbekend	Noordelijk: 80 km/uur Zuidelijk: onbekend	Onbekend	Onbekend
Inhaalbewegingen (aantal overschrijdingen van asstreep in 2 uur; gedeeltelijk = alleen rechter streep)	15 keer gedeeltelijk; 1 keer volledig	Doorgetr. str.: 9 x gedeeltelijk 4 x volledig Onderbr.str.: 2 x gedeeltelijk	42 keer gedeeltelijk; 4 keer volledig	11 keer gedeeltelijk	20 keer volledig	17 keer gedeeltelijk	0 keer	1 keer gedeeltelijk	1 keer gedeeltelijk

Tabel 5.2. *Vergelijking van wegkenmerken en het aantal inhaalbewegingen na het aanbrengen van een dubbele asstreep (naar: Van Minnen, 1999).*

Conform de verwachtingen is het aantal inhaalbewegingen lager naarmate de voorzieningen die dergelijke manoeuvres onmogelijk zouden moeten maken fysiek groter worden. Bij uitsluitend geverfde markeringen is het aantal inhaalbewegingen groter dan wanneer de (juridisch afdoende) dubbele doorgetrokken asmarkering wordt aangevuld met strips of flappen van 5 tot 30 cm hoog.

Voor twee wegen waren ook snelheidsgegevens beschikbaar van zowel voor als na het aanbrengen van de dubbele doorgetrokken asmarkering of de aanvulling daarop. Voordat de N342 van een dubbele asmarkering werd voorzien was de gemiddelde rijsnelheid op deze weg 84 km/uur. Nadat deze markering was aangebracht, van reflectoren was voorzien én de aanwezige doorgetrokken kantstrepen waren vervangen door onderbroken kantstrepen,

lag de gemiddelde rijsnelheid op 81 km/uur. Het percentage automobilisten dat zich aan de snelheidslimiet hield, nam toe van 36% tot 52% (Van Beek & Jumelet, 2000; Van Minnen, 1999). Op de N58 was de gemiddelde snelheid na het aanbrengen van de dubbele doorgetrokken asmarkering en voor het aanbrengen van de strips circa 84 km/uur. Na het aanbrengen van de strips was deze snelheid gedaald tot 80 km/uur. Het percentage automobilisten dat zich aan de snelheidslimiet hield, nam toe van 43% tot bijna 60%. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat het aandeel vrachtverkeer was opgelopen van ruim 13% tijdens de metingen in de voorperiode tot ruim 18% bij de metingen in de naperiode (Van Minnen, 1999; Van de Pol & Janssen, 1998).

Sinds de inventarisatie van Van Minnen hebben Commandeur et al. (2003) de effecten van een extra sobere variant van de rijrichtingscheiding onderzocht op snelheid, volgtijden en laterale positie. De aangebrachte rijrichtingscheiding bestond uit dubbele onderbroken asstrepen en onderbroken kantstrepen. Na de aanleg van deze belijning bleek de gemiddelde rijsnelheid ter plaatse te zijn afgenomen. Deze snelheidsafname bleek echter minder groot te zijn dan die op de controleweg waar geen aanpassing van de rijrichtingscheiding had plaatsgevonden. De laterale positie was als gevolg van de gewijzigde belijning iets verschoven naar het midden van de rijbaan. De gewijzigde belijning had geen effect op de volgtijden (de afstand tussen een auto en zijn voorligger).

Het aanbrengen van een harde rijbaanscheiding blijkt de beste manier om het aantal inhaalbewegingen te reduceren. Op sommige wegen ontbreekt echter de ruimte om tussen de dubbele asbelijning een verhoging aan te brengen. Een oplossing die hier uitkomst zou kunnen bieden is de 'cable barrier': een stalen kabel die gemonteerd is op paaltjes die in de middenberm staan. Deze kabel is een fysieke afscheiding tussen rijstroken en voorkomt daarmee inhaalbewegingen.

5.4. Het effect van markering in lengterichting

Markeringen zijn op of in het oppervlak van de verharding aangebrachte tekens ter geleiding, waarschuwing, regeling of informatie van het verkeer. Markeringen geven de indeling van de weg in lengte- en breedterichting weer, verduidelijken het wegverloop en de functie van de verschillende wegonderdelen of ontwerpelementen (zoals die bedoeld zijn voor bijvoorbeeld rijden, parkeren, invoegen en voorsorteren). De markering is te onderscheiden in lengtemarkering, dwarsmarkering (zie *§ 5.5*), symboolmarkering, tekstmarkering en vlakmarkering. In deze paragraaf beperken we ons tot de lengtemarkering.

Onder lengtemarkering vallen de as-, deel-, en kantstrepen (VenW, 1991). Asstrepen (of scheidingsstrepen) vormen de scheiding tussen rijstroken voor elkaar tegemoetkomend verkeer. Op gebiedsontsluitingswegen behoren deze 15 centimeter breed en doorgetrokken te zijn (zie *Bijlage A*). Deelstrepen vormen de begrenzing tussen twee rijstroken voor verkeer dat in dezelfde richting rijdt. Deze strepen komen derhalve alleen voor op Type I gebiedsontsluitingswegen (2x2 rijstroken). De deelstrepen zijn onderbroken en 15 centimeter breed, en hebben ten opzichte van de tussenruimte een verhouding van 3:9. Kantstrepen begrenzen de rijbaan aan de rechterzijde, en zijn op gebiedsontsluitingswegen onderbroken en hebben een breedte

van 15 centimeter. De verhouding tussen streep en tussenruimte is gelijk, te weten 3-3 (CROW, 2002).

Op dit moment zijn nog niet alle Nederlandse gebiedsontsluitingswegen op deze wijze van markering voorzien. Het is interessant te bezien wat de effecten zijn van het wijzigen van de huidige wegmarkering. Relevante effecten zijn die op snelheid en laterale positie, zowel in termen van gemiddelden als in termen van de verdeling (zoals de standaarddeviatie). In de volgende paragrafen worden de resultaten van verschillende studies samengevat. Allereerst die uit kwalitatieve literatuurstudies (*§ 5.4.1*) en daarna die uit een tweetal meta-analyses (*§ 5.4.2*).

5.4.1. *Bevindingen uit kwalitatieve literatuurstudies*

Verschillende literatuurstudies waarin het effect van lengtemarkeringen op snelheid en laterale positie is bestudeerd, wijzen op de grote variatie in de gerapporteerde effecten (zie bijvoorbeeld: Hall, 1979; Rumar & Marsh II, 1998; Steyvers, 1994). De ene studie vindt bijvoorbeeld een verschuiving van de laterale positie in de richting van de kant van de weg, terwijl een andere studie – waarin een vergelijkbare markering is aangebracht – een verschuiving in tegengestelde richting vindt. Deze inconsistentie van resultaten kan volgens Hall (1979) het gevolg zijn van een aantal andere factoren die van invloed zijn op de laterale positie, bijvoorbeeld moment van de dag, weersomstandigheden, rijbaanbreedte, wegontwerp, hoeveelheid verkeer en de samenstelling daarvan, en de aanwezigheid van andere (typen) wegmarkeringen. Wanneer in verschillende studies dezelfde markering is aangebracht, maar de metingen op andere tijdstippen of in andere omstandigheden hebben plaatsgevonden, dan zou dit de verschillen in effecten kunnen verklaren.

5.4.1.1. Wegmarkering en laterale positie: zichtbaarheid en plaatsbepaling

Rumar & Marsh II (1998) hebben in hun literatuurstudie de effecten van kantstreepbreedte bestudeerd. De kantstreepbreedte blijkt effect te hebben op het rijgedrag van automobilisten. Meer specifiek blijkt de laterale afstand tot de rand van de weg in positieve zin samen te hangen met de breedte van de kantmarkering. Met andere woorden, als de breedte van de kantstreep toeneemt, neemt de afstand tot die lijn ook toe. Daarnaast beïnvloedt de breedte van de kantstreep ook de zichtbaarheid ervan, wat ook de snelheid zou kunnen beïnvloeden (zie *§ 5.4.1.2*). Verschillende studies van Zwahlen et al. (geciteerd in Rumar & Marsh II, 1998) hebben aangetoond dat de hoeveelheid retroreflectief materiaal de belangrijkste invloedsfactor is voor de zichtbaarheid van markeringen. Aangezien bredere strepen meer retroreflectief materiaal bevatten worden ze eerder gedetecteerd. Volgens de studies van Zwahlen en collega's maakt het niet uit of de breedte van de lijn wordt bereikt met een brede lijn of met twee smalle lijnen. Ze vonden evenmin een effect van de ruimte tussen dubbele lijnen. Dezelfde studies van Zwahlen en collega's hebben ook aangetoond dat continue lijnen significant sneller gedetecteerd worden dan onderbroken lijnen. De verschillen in detectie varieerden van 10 tot 50%, waarbij de verschillen groter zijn als de lijnen breder zijn (Rumar & Marsh II, 1998).

De Waard et al. (2004) vonden voor verschillende snelheidslimieten (60 en 100 km/uur) dat automobilisten in een rijsimulator op 'wegen' zonder

longitudinale wegmarkering meer op het midden van de weg gaan rijden. Wanneer er wel een asmarkering aanwezig was, zorgde het aanbrengen van extra markering aan de rechter zijde van de weg in de vorm van belijning en/of bermpaaltjes ervoor dat de automobilisten dichter naar het midden van de weg gaan rijden.

5.4.1.2. Wegmarkering en rijsnelheid: visuele geleiding

Als het doel niet het vergroten van de zichtbaarheid is, maar het reduceren van de rijsnelheid, dan genieten onderbroken strepen de voorkeur boven continue strepen. Door hun grotere zichtbaarheid geven continue lijnen een betere visuele geleiding. Als de wegmarkering in dit opzicht zo effectief is dat er aanzienlijk minder mentale belasting en aandacht nodig is om de weg te kunnen volgen, dan blijken automobilisten geneigd te zijn om hun rijsnelheid te vergroten. Onderbroken strepen daarentegen geven minder visuele geleiding maar een betere indruk van de rijsnelheid (Claassen & Pouwels, 1998; Van der Hoeven, 1987; Rumar & Marsh II, 1998; Steyvers, 1994).

Wat het tijdstip van de dag betreft, melden alle literatuurstudies dat de weggeleiding 's nachts vele malen slechter is dan overdag. Regen en nat wegdek maken het nachtelijk effect op geleiding nog groter (Riemersma, 1986; Rumar & Marsh II, 1998). In dergelijke ongunstige condities zijn automobilisten voor de visuele geleiding grotendeels aangewezen op de wegmarkering. Maar juist in deze omstandigheden falen de reguliere belijningsmaterialen. Andere typen belijning, zoals ribbelreflex, retro-reflecterende wegenverf en de toevoeging van wegdekreflectoren zouden de routegeleiding kunnen verbeteren (Riemersma, 1986). Maar de verbeterde visuele geleiding zou ook kunnen leiden tot rijsnelheden die te hoog zijn (Leibowitz en collega's; geciteerd in Rumar & Marsh II, 1998).

De bovenstaande bevindingen laten zien dat er een balans zou moeten worden gevonden tussen de visuele geleiding door wegmarkeringen (leidend tot positieve effecten op de laterale positie, tegen het van de weg af raken) en de ongewenste effecten op de rijsnelheid (als het erg gemakkelijk wordt om de weg te volgen zal de rijsnelheid omhoog gaan). Of in de woorden van Rumar & Marsh II (1998): er zou een compromis moeten worden gevonden tussen twee uiteen liggende standpunten over het bevorderen van weggeleiding. Aan de ene kant is daar de traditionele en gevestigde opinie die stelt dat meer informatie over het wegverloop resulteert in gelijkmatiger en veiliger rijgedrag. Daartegenover staat volgens Rumar & Marsh II de opinie dat de visuele geleiding van automobilisten al beter is dan de herkenning van automobilisten, en dat de visuele geleiding [derhalve] niet verder bevorderd zou moeten worden omdat dat tot hogere snelheden en overmoed zou kunnen leiden (Rumar & Marsh II, 1998: p. 10).

5.4.2. *Resultaten van een meta-analyse*

Davidse et al. (2004) hebben de literatuur over de effecten van wegmarkeringen op verkeersgedrag op een meer kwantitatieve wijze bestudeerd. Zij hebben een meta-analyse uitgevoerd op de resultaten van studies naar de effecten van wijzigingen in de wegmarkering op de snelheid en laterale positie van gemotoriseerd verkeer. De wijzigingen in de wegmarkering die in de meta-analyse werden bestudeerd, varieerden van het toevoegen van een

asstreep of kantstreep aan een weg zonder markeringen, tot het wijzigen van het type as- of kantstreep op een weg die reeds van beide markeringen was voorzien. Voor elk van de verschillende wijzigingen in de wegmarkering werd het effect berekend (*§ 5.4.2.1*). Daarnaast zijn ook de effecten bestudeerd van de wijzigingen in de wegmarkering die nodig zijn om de huidige wegmarkering op de verschillende typen Nederlandse wegen (buiten de bebouwde kom) te vervangen door de markeringen die zijn voorgesteld voor de drie duurzaam veilige wegcategorieën (*§ 5.4.2.2*), te weten de stroomwegen, gebiedsontsluitende wegen en erftoegangswegen (zie CROW, 2004b).

5.4.2.1. Effect van diverse typen wijzigingen

Voor de totale groep van studies die de effecten van wijzigingen in de wegmarkering hebben onderzocht, zijn Davidse et al. (2004) nagegaan wat de effecten zijn op de gemiddelde rijsnelheid, de standaarddeviatie van de rijsnelheid en de gemiddelde laterale positie. Naast een gemiddeld effect van alle type wijzigingen tezamen, zijn de onderzoekers ook nagegaan in hoeverre er verschillen bestaan in de effecten van de verschillende typen wijzigingen in de wegmarkering.

Gemiddelde rijsnelheid

Als alle wijzigingen in de wegmarkering tezamen worden genomen, dan is het gemiddelde effect dat zij hebben op de gemiddelde rijsnelheid slechts een daling van –0,08 km/uur. De variatie in effecten is echter behoorlijk groot; van een afname van de gemiddelde rijsnelheid met 10,6 km/uur tot een toename van de gemiddelde rijsnelheid met 10,6 km/uur. Wanneer de effecten worden uitgesplitst naar het type wijziging in de wegmarkering, dan blijken er duidelijke verschillen te bestaan tussen deze varianten (zie *Tabel 5.3*.
De wijzigingen in de wegmarkering die tot de grootste toename van de gemiddelde rijsnelheid leiden, zijn die waarbij er een kantstreep of asstreep wordt aangebracht op een weg die eerst ongemarkeerd was (respectievelijk type 2 en type 1 uit *Tabel 5.3*). De toename van de snelheid door het toevoegen van enige vorm van belijning daar waar die eerst afwezig was, is in lijn met wat naar voren is gekomen over visuele geleiding (zie *§ 5.4.1.2*). Als de automobilist enige vorm van visuele geleiding wordt geboden, dan kan dat leiden tot een toename van de rijsnelheid.

Uit de meta-analyse van Davidse et al. (2004) blijkt verder dat de rijsnelheid niet toeneemt als er een kantstreep wordt toegevoegd aan een weg waar (in de voorsituatie) wel reeds markering aanwezig was, of waar de kantstreep de reeds aanwezig asstreep vervangt. In het laatste geval (zie type 4 in *Tabel 5.3*) is zelfs sprake van een significante *afname* van de rijsnelheid. We zouden kunnen stellen dat de reeds aanwezige markering al in visuele geleiding voorziet/voorzag, waardoor de aangebrachte kantstreep daar niets meer aan kan toevoegen. Het feit dat in de voormeting de gemiddelde snelheid op wegen met een wegmarkering hoger was dan op wegen zonder wegmarkering, lijkt deze verklaring te ondersteunen.

Type wijziging		N	Bereik van effect		Gemiddeld snelheidseffect (km/uur)	Standaard-afwijking
			Min.	Max.		
1.	Geen belijning => asstreep (as)	14	-1,9	9,6	3,0	4,6
2.	Geen belijning => kantstreep (ks)	12	1,2	10,6	6,1	3,5
3.	As => as + kantstreep	56	-5,0	8,1	0,4	2,7
4.	As => geen as + kantstreep	14	-4,0	1,0	-1,7	1,7
5.	As+ks => as + 'ander type ks'	86	-9,3	6,5	-0,7	3,0
6.	As+ks => geen as + 'ander type ks'	4	0,0	1,2	0,7	0,6
7.	As+ks => 'ander type as' + ks	32	-4,4	4,4	-0,1	2,8
8.	As+ks => 'ander type as én ks'	4	-0,8	0,0	-0,4	0,5
9.	Wijzigingen van wegdekreflectoren	56	-4,1	5,1	0,6	2,3
10.	Andere wijziging	42	-10,6	2,4	-2,5	3,3

Tabel 5.3. *Effect op snelheid van verschillende typen wijzigingen in de wegmarkering (Davidse et al., 2004).*

Variatie in rijsnelheid

Aangezien een van de drie veiligheidsprincipes van Duurzaam Veilig gericht is op homogeniteit (het voorkomen van grote verschillen in snelheid, richting en massa) is het ook interessant om te bezien of de verschillende wijzigingen in de wegmarkering leiden tot een toe- of afname van de *variatie* in rijsnelheid. *Tabel 5.4* laat zien dat wijzigingen in de wegmarkering nauwelijks van invloed zijn op de variatie in rijsnelheid op een weg. Voor alle studies tezamen – ongeacht de wijziging in de wegmarkering – varieert het effect op standaarddeviatie van de rijsnelheid van een afname met 2,9 km/uur tot een toename van 3,9 km/uur. Binnen de typen wijzigingen is de variatie echter net zo groot. De enige wijziging in de wegmarkering die een duidelijke richting en tevens enige omvang heeft, is die waarbij een kantstreep wordt toegevoegd aan een weg waar eerst geen markering op was aangebracht (type 2). Deze wijziging in de wegmarkering leidt tot een gemiddelde toename van de standaarddeviatie in rijsnelheid van 1,4 km/uur. Dit effect is tegengesteld aan datgene wat gewenst is in Duurzaam Veilig. Hoewel het effect significant afwijkt van 0 ($p < 0,01$) is het echter niet zorgwekkend groot.

Type wijziging		N	Bereik van effect		Gemiddeld effect op standaarddeviatie in snelheid (km/uur)	Standaard-afwijking in effecten
			Min.	Max.		
1.	Geen belijning => asstreep (as)	10	-2,0	2,1	0,3	1,7
2.	Geen belijning => kantstreep (ks)	12	-0,3	3,2	1,4	1,2
3.	As => as + kantstreep	16	-1,8	1,5	-0,5	1,2
4.	As => geen as + kantstreep	14	-2,4	3,2	0,1	1,9
5.	As+ks => as + 'ander type ks'	66	-1,9	2,6	-0,2	1,0
6.	As+ks => geen as + 'ander type ks'	4	-1,4	1,7	0,2	1,7
7.	As+ks => 'ander type as' + ks	31	-2,6	2,0	-0,1	1,1
8.	As+ks => 'ander type as én ks'	2	1,4	1,5	1,5	0,1
9.	Wijzigingen van wegdekreflectoren	54	-2,9	3,9	0,1	1,3
10.	Andere wijziging	22	-1,6	3,8	0,2	1,6

Tabel 5.4. *Effect op de standaarddeviatie van de rijsnelheid van verschillende typen wijzigingen in de wegmarkering.*

Laterale positie

Waar het de gemiddelde laterale positie van voertuigen betreft, blijken wijzigingen in de wegmarkering zowel te kunnen leiden tot een verschuiving in de richting van de kant van de weg, als in de richting van de as van de weg. De maximale effecten die gevonden werden waren een verschuiving naar het midden van de weg met 124 centimeter, en een verschuiving naar de kant van de weg met 80 centimeter. Het gemiddelde effect dat uit de meta-analyse naar voren kwam, was een verschuiving van 0,5 centimeter naar het midden van de weg.

Wanneer de effecten worden uitgesplitst naar het type wijziging in de wegmarkering, dan blijken er duidelijke verschillen te bestaan (zie *Tabel 5.5*). In de situaties waar een as- of kantstreep werd toegevoegd aan een daarvóór ongemarkeerd wegdek (wijzigingstypen 1 en 2 uit *Tabel 5.5*) vond men een significante verschuiving in de richting van de kant van de weg (van resp. 12 en 10 centimeter). Daarentegen werd een significante verschuiving in de richting van de as van de weg gevonden (van 12 centimeter) in de studies waar een bestaande asstreep werd vervangen door een kantstreep (type 4). Wellicht biedt de markering op een daarvóór ongemarkeerde weg de automobilist een beter gevoel van de beoogde (in het geval van de asstreep) of mogelijke (in het geval van de kantstreep) laterale positie.
Het effect van de vervanging van een asstreep door een kantstreep zou het resultaat kunnen zijn van kantstrepen die niet op de rand van het wegdek zijn geplaatst (bijvoorbeeld om ruimte te maken voor fietssuggestiestroken), en daardoor de rijstrookbreedte versmallen. Hoewel in de meta-analyse wel degelijk studies waren meegenomen naar het effect van fietssuggestiestroken, hebben deze geen invloed gehad op de verschuiving van de gemiddelde laterale positie naar de as van de weg. De betreffende studies bekeken namelijk alleen het effect van de aanleg van fietssuggestiestroken op de rijsnelheid. De gevonden verschuiving in positie wordt dus alleen veroorzaakt door de aanwezigheid van de kantstreep, en niet door de plaats ervan.

Type wijziging		N	Bereik van effect		Gemiddeld effect op laterale positie (cm)	Standaard-afwijking
			Min.	Max.		
1.	Geen belijning => asstreep (as)	30	-19	48	12	20
2.	Geen belijning => kantstreep (ks)	22	-15	48	10	16
3.	As => as + kantstreep	85	-27	35	-1	11
4.	As => geen as + kantstreep	20	-42	21	-12	21
5.	As+ks => as + 'ander type ks'	80	-117	80	-3	30
6.	As+ks => geen as + 'ander type ks'	38	-30	58	2	18
7.	As+ks => 'ander type as' + ks	4	-18	8	-5	15
8.	As+ks => 'ander type as én ks'	52	-41	52	4	21
9.	Wijzigingen van wegdekreflectoren	38	-124	29	-10	38
10.	Andere wijziging	30	-19	48	12	20

Tabel 5.5. *Effect op de laterale positie (in cm van de wegas) van verschillende typen wijzigingen van de wegmarkering (Davidse et al., 2004).*

Samenvatting

Ten aanzien van de algemene effecten van wijzigingen in de wegmarkering vonden Davidse et al. (2004) dat het toevoegen van een as- of een kantstreep aan een weg zonder wegmarkeringen leidt tot een significante toename van de gemiddelde rijsnelheid, een significante toename van de variatie in rijsnelheid, en een significante verschuiving van de gemiddelde laterale positie in de richting van de kant van de weg. Alle drie de effecten zouden gerelateerd zijn aan negatieve effecten voor de verkeersveiligheid. Voor de toename in snelheid en snelheidsvariatie is deze negatieve relatie met verkeersveiligheid duidelijker (voor een overzicht zie Aarts & Van Schagen, 2005) dan voor de verschuiving naar de kant van de weg (Mäkinen et al., 1999). De werkelijke effecten op de verkeersveiligheid zijn door Davidse et al. echter niet bestudeerd, aangezien er geen ongevallengegevens waren opgenomen in de studies waarop de meta-analyse was gebaseerd.

5.4.2.2. Effecten van wijzigingen in wegmarkering in het kader van Duurzaam Veilig

De meta-analyse wees uit dat er totnogtoe zeer weinig onderzoek is verricht waaruit de mogelijke effecten kunnen blijken van wijzigingen in wegmarkering in het kader van de implementatie van een duurzaam veilig wegverkeerssysteem. De enige wijziging waarvoor voldoende data beschikbaar waren voor een meta-analyse, had betrekking op de erftoegangsweg buiten de bebouwde kom. De wijziging in de wegmarkering was de vervanging van een onderbroken asstreep door een onderbroken kantstreep. De resultaten van de betreffende experimenten wijzen in de richting van een kleine, maar significante, afname van de gemiddelde rijsnelheid (met 2 km/uur; Van der Kooi, 2000; Steyvers et al., 1996; De Waard & Steyvers, 1995).

5.5. Het effect van markering in dwarsrichting

In de richtlijnen voor markering en bebakening worden onder markeringen in de dwarsrichting markeringen verstaan die gebruikt worden op voorrangskruisingen (stopstrepen en haaientanden) en bij oversteekvoorzieningen (de zebramarkering of blokmarkering). Op die vormen van dwarsmarkeringen zullen we hier niet ingaan, onder meer omdat deze op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom nauwelijks voorkomen.

Hier wordt wel ingegaan op de (anti-)stroommarkering die bedoeld is om – via perceptuele effecten – de snelheid van motorvoertuigen te beïnvloeden. Deze markering is 'continu', in tegenstelling tot dwarsmarkeringen die alleen zijn aangebracht om weggebruikers te laten afremmen voor een kruispunt, bocht of komgrens. Dit continue karakter maakt dit type markering ook geschikt als herkenbaarheidskenmerk.

De (anti-)stroommarkering of 'chevron-markering zonder middenstuk' is van de vorm: / \ of \ /. Voor een afremmende werking zijn er korte schuine lijnen aangebracht van de zijkant van de rijbaan of rijstrook tegen de rijrichting in (\ /). Het idee achter deze belijning is dat zij voor perceptuele vernauwing zorgt en daarmee de rijsnelheid verlaagt. Godley (2000) heeft het effect van deze belijning getest en rapporteert een reductie van de gemiddelde rijsnelheid met 6 km/uur (in Elliott et al., 2003).

5.6. Het effect van reflectorpaaltjes

Kallberg (1991) onderzocht het effect van bermpaaltjes op rijgedrag en ongevallen. Daartoe werd een voor- en nastudie gedaan op 80-km/uur- en 100-km/uur-wegen onder verschillende omstandigheden (zomer/winter, dag/nacht, bocht/recht, enzovoort). De wegen hadden as- en kantmarkering. Snelheid en laterale positie werden gemeten als afhankelijke maten voor het rijgedrag. Een variantieanalyse van de gemiddelden en standaarddeviaties liet geen effecten van bermpaaltjes zien, waarschijnlijk omdat er te veel variatie was. Met regressieanalyse werd wel een effect gevonden. In deze analyse werd rekening gehouden met verschillende andere relevante variabelen (die bijvoorbeeld het verkeer en de omstandigheden beschrijven). Onder bepaalde omstandigheden werd er nu wel een effect gevonden. Bestuurders bleken in aanwezigheid van bermpaaltjes meer naar de kant van de weg op te schuiven (zowel op 80- als op 100-km/uur-wegen) en harder te gaan rijden op 80 km/uur-wegen. Op deze wegen werd dan ook een toename gevonden in het aantal ongevallen, terwijl op 100-km/uur-wegen het aantal ongevallen over het algemeen gelijk bleef of zelfs afnam onder bepaalde omstandigheden (winter en overdag). De Waard et al. (2004) vonden echter in hun rijsimulatorstudie een tegenovergesteld effect van bermpaaltjes; de gemiddelde laterale positie schoof meer naar het midden van de weg.

Blaauw (1985) onderzocht het effect van de verschillende combinaties van wegdekreflectoren en bermpaaltjes op het kijkgedrag en stuurgedrag van automobilisten. In dit experiment werd de afstand van de bermpaaltjes tot de rechterkant van de weg gevarieerd (1,5 of 3,5 meter); de afstand van de bermpaaltjes tot de linkerkant van de weg was constant (1,5 meter). Om het kijkgedrag te kunnen controleren werd tijdens het rijden het gezichtsveld van de bestuurders geblokkeerd tot ze op een knop drukten (occlusietechniek).

De gegevens werden verzameld op een recht stuk weg en in twee bochten (radii 1000 meter en 200 meter). De resultaten lieten zien dat bermpaaltjes op een afstand van 1,5 meter, al dan niet met een profielmarkering in het midden van de weg, leidden tot beter kijk- en rijgedrag bij een bocht van 200 meter dan de andere (combinaties van) markeringen. In de bocht van 1000 meter werd er geen verschil gevonden tussen de verschillende markeringscondities op het kijk- en rijgedrag. Op het rechte stuk weg leidde de profielmarkering tot het beste kijkgedrag en ten aanzien van het rijgedrag presteerde de situatie/combinatie met bermpaaltjes op een afstand van 3,50 meter als slechtste. Blaauw concludeert dat bermpaaltjes op een afstand van 3,50 meter weinig efficiënt zijn en dat een rijstrook aan beide kanten afgebakend zou moeten zijn door profielmarkering of bermpaaltjes op een afstand van 1,50 meter.

Ook Krammes & Tyer (1991) hebben het effect van bermpaaltjes en profielmarkering op het rijgedrag onderzocht. Zij vergeleken alleen deze twee markeringen en alleen in bochten. Ze hadden dus geen conditie zonder een van de twee markeringen. Uit hun onderzoek bleek dat profielmarkering leidde tot beter rijgedrag in bochten dan bermpaaltjes.

De beperkte resultaten van onderzoek naar het effect van bermpaaltjes zijn verdeeld. Uit de Finse studie van Kallberg (1991) blijkt dat onder bepaalde omstandigheden bermpaaltjes een effect hebben (dichter langs de kant van de weg) maar dat dit effect niet altijd 'positief' is (hogere snelheid en soms meer ongevallen). De Waard et al. (2004) laten echter een tegenovergesteld effect zien, namelijk dichter bij het midden van de weg. Blaauw (1985) concludeert dat bermpaaltjes vooral effectief zijn in scherpe bochten maar dat verder volstaan kan worden met profielmarkering.

5.7. Het effect van fietsvoorzieningen

5.7.1. *Verschillende typen fietsvoorzieningen*

Afgezien van de rijbaan van sommige wegtypen, zijn er vier andere voorzieningen die de fietser kan gebruiken: de fietsstrook, fietssuggestiestroken, het fiets-/bromfietspad en de parallelweg. Fietsstroken en fietssuggestiestroken maken deel uit van de rijbaan en worden onderscheiden door een markering in de lengterichting, die al dan niet onderbroken is. Soms zijn de stroken in rood asfalt uitgevoerd. Fietsstroken zijn aanvullend gemarkeerd met de afbeelding van een fiets. Dit herkenningsteken wijst de overige weggebruikers erop dat zij dit gedeelte van de rijbaan uitsluitend mogen gebruiken als zij aan de rechterzijde van de fietsstrook willen parkeren. Fietssuggestiestroken hebben minder status. Ten eerste zijn fietsers niet verplicht van deze stroken gebruik te maken en ten tweede mogen deze stroken ook door het overige verkeer worden bereden. Fietssuggestiestroken worden uitsluitend toegepast op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom. Fietsstroken worden toegepast op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom en op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom (zie *Tabel 5.6*).

Wegcategorie	Fiets-suggestiestrook	Fietsstrook	Fietspad	Parallelweg
ETW bibeko				
GOW bibeko		X	X	
ETW bubeko	X	X		
GOW bubeko			X	X

Tabel 5.6. *Toepassing van fietsvoorzieningen op de verschillende categorieën Duurzaam Veilig-wegen.*

Fietspaden, fiets-/bromfietspaden en parallelwegen liggen naast de rijbaan. Deze worden uitsluitend toegepast langs gebiedsontsluitingswegen (zowel binnen als buiten de bebouwde kom). De fietser moet deze voorzieningen over het algemeen delen met het overige langzaam (gemotoriseerd) verkeer, zoals brom- en snorfietsen en landbouwvoertuigen.
Aparte voorzieningen voor fietsers zijn niet toegestaan op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom.

5.7.2. *Effecten van fiets(suggestie)stroken*

5.7.2.1. Buiten de bebouwde kom

Van der Kooi heeft op diverse wegen de effecten bestudeerd van de aanleg van fietssuggestiestroken op wegen *buiten de bebouwde kom* waar ze aanvankelijk niet waren, evenmin als een rijloper (de onderbroken kant-markering op enige afstand van de verhardingsrand creëert enerzijds een rijloper op het midden van de weg, en anderzijds twee suggestiestroken die door fietsers gebruikt kunnen worden). De resultaten van deze studies zijn samengevat in Van der Kooi & Dijkstra (2003). Uit deze publicatie blijkt dat als gevolg van de aanleg van fietssuggestiestroken de gemiddelde rijsnelheid van gemotoriseerd verkeer in de meeste gevallen iets afneemt (enkele kilometers per uur). De effecten op de rijsnelheid werden in een aantal studies echter verstoord doordat de verschillen in wegontwerp tussen de voor- en nameting niet beperkt waren tot de aangebrachte markering. Op een aantal wegen was ook sprake van een verlaging van de snelheidslimiet (van 80 naar 60 km/uur) en de aanleg van plateaus (verhoging van het kruisingsvlak). Op deze wegen was er een beduidend grotere afname van de rijsnelheid (afname in absolute zin variërend van 6,1 tot 17,8 km/uur), die uiteraard slechts ten dele kan worden toegeschreven aan de gewijzigde wegmarkering.

Daarnaast blijkt uit de studies van Van der Kooi (zie Van der Kooi & Dijkstra, 2003, voor een samenvatting van de resultaten) dat de fietsers 'hun' eigen strook gebruiken en meestal verder van de wegrand af rijden dan voordat er een strook was. Ook automobilisten rijden – als er geen ander verkeer is – over het algemeen iets verder van de wegrand af. Op zichzelf zijn dit positieve effecten. Daar staat echter tegenover dat automobilisten bij het inhalen van een fietser meestal minder zijdelingse afstand nemen tot de fietser. In hoeverre deze afname met gemiddeld enkele centimeters vanuit verkeersveiligheidsoogpunt ernstig is, is nog niet bekend.

Miedema (1994) heeft eveneens de effecten van fietssuggestiestroken op wegen buiten de bebouwde kom onderzocht. Ten aanzien van het gebruik van de fietssuggestiestroken komt hij tot dezelfde conclusies als Van der Kooi & Dijkstra (2003): fietsers maken goed gebruik van de fietsstroken en auto's gaan midden op de weg rijden. Als er tegemoetkomend verkeer is, maken de auto's wel gebruik van de fietssuggestiestrook. Noemenswaardige effecten op de rijsnelheid heeft Miedema echter niet gevonden. In de ene rijrichting is de gemiddelde rijsnelheid weliswaar met 1 km/uur afgenomen, maar in de andere rijrichting is de gemiddelde rijsnelheid in dezelfde mate toegenomen.

In navolging van Miedema (1994) heeft ook Pauls (1995) een evaluatie-studie uitgevoerd naar het effect van fietssuggestiestroken op een weg buiten de bebouwde kom. De gedragsgegevens die hij heeft verzameld hebben alleen betrekking op de rijsnelheid van het autoverkeer. Uit deze gegevens blijkt dat de gemiddelde rijsnelheid na de aanleg van fiets-suggestiestroken iets, maar wel significant, is toegenomen (met 1,2 km/uur). Het is echter niet duidelijk in hoeverre deze toename is toe te schrijven aan de aanleg van fietssuggestiestroken. De aanleg van deze stroken is namelijk gepaard gegaan met het aanbrengen van nieuw wegdek (zie *§ 5.2*), en met het rooien van een aantal van de bomen die langs de kant van de weg stonden.

5.7.2.2. Binnen de bebouwde kom

Nilsson (2001) heeft het effect van fietsvoorzieningen op wegen binnen de bebouwde kom bestudeerd. De toegepaste voorzieningen vallen in de categorie fiets(suggestie)strook. Er is – voor zover uit de rapportage is op te maken – bij geen van de bestudeerde stroken sprake van een rood of anders gekleurd asfalt. De stroken worden van de rest van de rijbaan afgebakend door middel van een van de volgende typen belijning: een doorgetrokken streep, een onderbroken streep of een geblokte streep. Daarnaast varieerden de stroken in breedte (van 1,05 tot 1,90 meter). Op gedragsniveau heeft Nilsson alleen de effecten op rijsnelheid bestudeerd. Daarbij is geen onderscheid gemaakt naar 'type' strook (belijning/breedte). De conclusie is dat de aanleg van fiets(suggestie)stroken geen effect heeft op de rijsnelheid van motorvoertuigen. Nadere analyse van specifieke effecten als gevolg van de aanwezige wegkenmerken is echter gewenst, aldus Nilsson.

Vergelijkbare resultaten zijn ook gevonden in oudere studies uit Nieuw-Zeeland (Gibson & Holland, 1980) en de Verenigde Staten (Kroll & Ramey, 1975). Beide studies hebben onder meer gekeken naar het effect van de aanleg van fietsstroken (van de rijbaan gescheiden door een doorgetrokken streep en voorzien van een fietssymbool) op de rijsnelheid. Geen van beide studies vond een effect van de fietsstrook op het snelheidsgedrag van automobilisten.
Gibson & Holland hebben daarnaast ook het effect op het aantal potentiële conflicten bestudeerd. Daarvoor gebruikten zij een afgeleide van de laterale positie van de beide voertuigtypen. Gemeten werd wat voor fietsers en voor automobilisten de verdeling was van hun laterale posities over het dwars-profiel. De mate van overlap tussen de laterale posities gebruikt door fietsers en die gebruikt door automobilisten, werd gezien als een indicatie van het aantal potentiële conflicten tussen fietsers en automobilisten. De laterale

posities werden op drie plaatsen gemeten: in een vrij scherpe bocht, op een recht wegvak, en bij de toerit naar een kruispunt met verkeerslichten. In de bocht bleek de, op die plaats 2,5 m brede, fietsstrook het aantal potentiële conflicten te verminderen met bijna 70%. De fietsers bleven wat dichter bij de stoeprand, de auto's wat verder ervanaf, ongeacht of er een interactie tussen fietser en auto was. Op het rechte wegvak gingen zowel de alleen rijdende fietsers als de automobilisten na aanleg van de 1,1 m brede fietsstrook verder van de stoeprand af rijden. Het gevolg daarvan was dat slechts een geringe reductie van het aantal potentiële conflicten optrad (Gibson & Holland, 1980; geciteerd in Welleman, 1983).

> "Gibson & Holland constateerden wel een grote reductie (ca. 60%) in situaties [potentiële conflicten] waarin een auto twee naast elkaar rijdende fietsers inhaalde, vooral vanwege de grotere afstand van de auto's tot de stoeprand. Overigens was het aantal potentiële conflicten in de bocht aanzienlijk kleiner dan op het wegvak, zowel vóór (10 à 15 maal) als na (ca. 6 maal) de aanleg van de fietsstrook. Tenslotte kon ook op de kruispunttak een duidelijk effect van de fietsstrook op het gedrag van de verkeersdeelnemers worden geconstateerd: fietsers lieten zich minder tegen de stoeprand drukken en auto's sorteerden dichter bij het kruisingsvlak voor naar de linker opstelstrook (in Nieuw-Zeeland rijdt het verkeer links)." (Welleman, 1983, p. 15).

Welleman (1983) concludeert op basis van de studies van Gibson & Holland (1980) en Kroll & Ramey (1975) dat

> "een fietsstrook vooral een kanaliserende, een geleidende functie heeft. Dat kan een gunstige invloed hebben op het aantal potentiële conflicten en daarmee misschien ook op het aantal ongevallen. Voor de Nederlandse situatie dient er rekening mee te worden gehouden dat het aandeel fietsers en vooral ook bromfietsers hier doorgaans vele malen groter is dan in de bestudeerde situaties in de Verenigde Staten en Nieuw-Zeeland." (Welleman, p. 16)

Bureau Goudappel Coffeng (1984) heeft de effecten vergeleken van drie typen fietsvoorzieningen, te weten fietssuggestiestroken, fietsstroken en rode fietsstroken. De onderzoekers vonden de grootste gedrags-veranderingen bij de aanleg van een fietssuggestiestrook of fietsstrook met onderbroken streepmarkering op een weg zonder voorzieningen. Auto's bleken na de aanleg van deze stroken een grotere afstand tot de fietsers aan te houden dan voorheen; dit zal de veiligheid van fietsers in positieve zin verbeteren. Daar staat tegenover dat de aanleg van de stroken ook leidde tot een toename van de rijsnelheid van de automobilisten. Als verklaring voor de toegenomen rijsnelheid noemen de onderzoekers de betere geleiding als gevolg van de belijning van de fiets(suggestie)strook (zie ook *§ 5.4.1.2*). Naarmate de fiets(suggestie)stroken breder waren, nam de rijsnelheid van automobilisten nog verder toe.

5.7.2.3. Samenvatting

Samenvattend kan worden gesteld dat de aanleg van fiets(suggestie)stroken over het algemeen niet tot een wijziging in de rijsnelheid leidt, anders dan een daling die samenhangt met een forse verlaging van de snelheidslimiet (in de studies van Van der Kooi). De gevonden toename van de rijsnelheid in de studie van Bureau Goudappel Coffeng (1984) lijkt een uitzondering te zijn. Een verklaring voor deze afwijkende bevindingen is vooralsnog niet te geven.

De aanleg van fiets(suggestie)stroken leidt wel tot een wijziging van de laterale positie van de weggebruikers. Zowel de fietsers als de automobi-

listen gaan verder van de kant van de weg af rijden. Fietsers maken gebruik van hun strook en auto's gaan meer op het midden op de weg rijden.

Het is onbekend wat de gedragseffecten zijn van de twee andere typen fietsvoorzieningen: het fietspad en de parallelweg. In studies waarin de aanleg van deze typen voorzieningen is geëvalueerd, is uitsluitend gekeken naar de veiligheid van deze voorzieningen voor (met name) fietsers (voor een overzicht zie Welleman, 1983; VIA, 1994).

5.8. Het effect van de aanwezigheid van bebouwing en/of begroeiing

Verschillende studies hebben een verband aangetoond tussen bebouwing en/of begroeiing en rijgedrag. Met rijgedrag wordt in de meeste gevallen snelheid en laterale positie bedoeld. De aanwezigheid van bebouwing en/of begroeiing kan op verschillende manieren invloed hebben op het rijgedrag: enerzijds door visuele vernauwing en anderzijds door feitelijke beperking van de (uitwijk)ruimte. In deze paragraaf worden achtereenvolgens de invloed van bebouwing, begroeiing en die van geparkeerde auto's en andere obstakels besproken.

5.8.1. *Bebouwing*

In 1989 werd in de gemeente Geldrop onderzoek gedaan naar stedenbouwkundige factoren en de relatie met rijsnelheid (Van de Kerkhof & Bérénos, 1989). Een van de resultaten van dit onderzoek was dat bebouwing 'negatief' samenhangt met de snelheid: naarmate er meer bebouwing is, is de gemiddelde snelheid lager.

Ook Martens et al. (1997) concludeerden op basis van een uitgebreid literatuuronderzoek dat wanneer er bebouwing aanwezig is langs de kant van de weg, de snelheid lager is dan bij afwezigheid van bebouwing. Ook de afstand van de bebouwing tot de weg is van belang: hoe kleiner de afstand tussen bebouwing en weg, hoe lager de snelheid. Deze conclusie wordt ook getrokken in het recentere overzicht van de literatuur opgesteld door De Ridder & Brouwer (2000).

Ten slotte concludeerde ook CROW (2004c) op basis van een simulatoronderzoek dat bebouwing samengaat met lagere snelheden. Ook bleek uit dit onderzoek dat hoe kleiner de afstand van de bebouwing is tot de weg, hoe lager de snelheid is. In deze publicatie werden geen statistische toetsen gerapporteerd; desondanks wordt gemeld dat de effecten sterk zijn.

5.8.2. *Begroeiing*

Begroeiing langs de kant van de weg kan op twee manieren effect hebben (Martens et al., 1997). Als de begroeiing een continue en regelmatige rij met bomen is dan kan dit een leidende functie krijgen en zo een hogere snelheid tot gevolg hebben. Dit is bijvoorbeeld ook het geval als er lantaarnpalen aanwezig zijn langs de weg (Claassen & Pouwels, 1998). Als de begroeiing echter de vorm heeft van hier en daar verspreide groepjes bomen en struiken, dan zou dit ook kunnen dienen als een referentiepunt voor het inschatten van de snelheid en zo een lagere snelheid tot gevolg hebben. Visuele informatie in het perifere gezichtsveld heeft namelijk, zo blijkt uit studies, meer invloed op de snelheidsinschatting dan visuele informatie in

het frontale gezichtsveld. De Ridder & Brouwer (2002) concluderen in hun literatuurstudie dat bomen langs de weg in principe verband houden met een lagere snelheid, tenzij de begroeiing continu is. In dat geval gaat de snelheid omhoog.

De aanleg van een 2,5 meter brede strook bosplantsoen, heeft niet geleid tot een afname van de gemiddelde snelheid op de Krusemanlaan in Heerhugowaard (Directie Verkeersveiligheid, 1987). Dit werd wel verwacht op basis van de gedachte van visuele vernauwing. In het eerder aangehaalde onderzoek in de gemeente Geldrop (Van de Kerkhof & Bérénos, 1989) werd geen verband gevonden tussen begroeiing en rijsnelheid.

In een studie van Zwielich et al. (2001) werd niet alleen gekeken naar het effect van de aanwezigheid van begroeiing op de rijsnelheid, maar ook naar het effect op de laterale positie. Voor de laterale positie bleek de afstand van bomen tot de rand van de weg bepalend te zijn: hoe korter de afstand, hoe meer de positie zich verplaatste in de richting van het midden van de weg. De gevonden relatie tussen begroeiing en snelheid was complexer. Het lijkt erop dat bomen langs de weg in principe een geleidende werking hebben en dus een hogere snelheid tot gevolg hebben. Als met begroeiing echter niet alleen bomen maar ook struiken achter de bomen wordt bedoeld, dan heeft dit een lagere snelheid tot gevolg. Dit is met name bij bochten het geval; de lagere begroeiing belemmerd het zicht op het verloop van de weg.

5.8.3. *Geparkeerde auto's en andere obstakels*

Voor obstakels langs de kant van de weg geldt hetzelfde als voor bebouwing: hoe kleiner de afstand tussen weg en obstakel, hoe lager de snelheid. De hoogte en de dreiging die van een obstakel uitgaat is ook van belang: hoe hoger en dreigender het obstakel, hoe lager de snelheid. Overigens moet opgemerkt worden dat de eerste reactie op een kleine afstand tussen weg en obstakel het wijzigen van de koers is (en dus de laterale positie). Alleen als het obstakel geassocieerd wordt met een ernstige afloop in geval van een aanrijding, wordt de snelheid aangepast (Tenkink, 1989).

Geparkeerde auto's langs de kant van de weg hangen ook negatief samen met snelheid (Van de Kerkhof & Bérénos, 1989). Onduidelijk is of dit verband alleen optrad als de effectieve rijstrookbreedte door de geparkeerde auto's werd verkleind of dat er alleen sprake was van gereduceerde snelheid door visuele vernauwing.

De Ridder & Brouwer (2002) melden in hun literatuuroverzicht dat zowel geparkeerde auto's als visueel versmalde rijstroken samenhangen met een lagere snelheid. Ten aanzien van geluidsschermen beschrijven zij ook een effect op de laterale positie: automobilisten gaan iets meer naar het midden van de rijbaan rijden. Deze verschuiving vindt vooral plaats aan het begin van het geluidsscherm. Verderop wordt deze laterale verschuiving weer ongedaan gemaakt (zie Bakker & Van der Horst, 1985).

Ook Elliott et al. (2003) vonden in de literatuur aanwijzingen dat de aanwezigheid van geparkeerde auto's invloed heeft op de snelheid. Daarbij maken zij nog onderscheid tussen voertuigen die parallel aan de rijbaan, en voertuigen die dwars op de rijbaan staan geparkeerd. Uit een studie van

Chinn & Elliott (2002) waarin mensen gevraagd werd in te schatten hoe hard ze in een bepaalde situatie zouden rijden, bleek dat de aanwezigheid van parallel geparkeerde auto's de rijsnelheid met 5 km/uur zou verlagen, en de aanwezigheid van dwars geparkeerde auto's tot een reductie met 7 km/uur zou leiden. De verklaring die zij daarvoor geven is dat de geparkeerde auto's de waargenomen breedte van de weg verkleinen. Daarnaast kan de aanwezigheid van geparkeerde auto's ook leiden tot een verhoging van het waargenomen risico (door portieren die kunnen openen of voetgangers die vanachter een auto verschijnen).

5.9. Het effect van medeweggebruikers

Hoewel er weinig onderzoek is verricht naar het effect van de aanwezigheid van medeweggebruikers op het gedrag van automobilisten, kunnen twee typen medeweggebruikers worden onderscheiden: andere motorvoertuigen die in dezelfde of tegengestelde richting van dezelfde rijbaan gebruikmaken, en voetgangers die zich al dan niet naast de rijbaan bevinden.
Ten aanzien van langzame verkeersdeelnemers heeft onderzoek aangetoond dat hun aanwezigheid leidt tot een reductie van de rijsnelheid van automobilisten (Elliott et al., 2003). De achterliggende motivatie voor deze snelheidsreductie kan dezelfde zijn als die voor de snelheidsreductie bij de aanwezigheid van geparkeerde voertuigen: een toename van het waargenomen risico door voetgangers die plots de rijbaan op kunnen lopen. Het is echter lastig de aanwezigheid van voetgangers in te zetten als snelheidsmaatregel. Hoewel men voorzieningen zou kunnen aanleggen die de aanwezigheid van voetgangers doen toenemen, zal het effect op de rijsnelheid zeer lokaal zijn. Niet alleen in termen van plaats, maar ook in termen van tijdstippen en weersomstandigheden (Elliott et al., 2003).

Triggs & Wisdom (1978) rapporteren een verband tussen tegemoetkomend verkeer en laterale positie. Bij het naderen van een tegenligger wordt de koers van het voertuig gewijzigd in de richting van de zijbelijning. Dit geldt in gelijke mate voor snelle en langzame voertuigen. Snelle voertuigen lijken zich ook over het algemeen dichter bij de zijbelijning te positioneren dan langzame voertuigen, maar dit verschil is niet significant.

5.10. Wegkenmerken en verkeersgedrag: een samenvatting

De verschillende gerapporteerde effecten van wegkenmerken op verkeersgedrag zijn samengevat in *Tabel 5.7*. Per kenmerk wordt aangegeven wat de te verwachten effecten zijn op de gemiddelde rijsnelheid, het percentage overtreders van de snelheidslimiet, het aantal inhaalbewegingen en de laterale positie. Lege cellen geven aan dat er – voor zover bij de auteurs bekend – geen studies zijn uitgevoerd naar het effect van het betreffende kenmerk op de betreffende gedraging. Zoals reeds in *§ 5.1* werd geconstateerd, zijn de effecten op rijsnelheid en laterale positie het best in kaart gebracht.

Wegkenmerken die een – al dan niet tijdelijke – negatieve invloed op de verkeersveiligheid kunnen hebben, zijn:
- vernieuwing van het asfalt;
- het toevoegen van een as- of kantstreep aan een ongemarkeerde weg;
- het aanbrengen van reflectorpaaltjes; en
- de aanwezigheid van continue begroeiing.

Bij de selectie van wegkenmerken die gebruikt zullen worden voor het onderscheiden van de verschillende categorieën duurzaam veilige wegcategorieën zal hiermee rekening moeten worden gehouden. Dit geldt ook voor de implementatie van de REHK (zie *§ 4.3*). Deze implementatie kan een verhoging van de rijsnelheden met zich meebrengen wanneer ongemarkeerde erftoegangswegen van een kantstreep worden voorzien, of wanneer wegen voorafgaand aan een wijziging van de wegmarkering van een nieuwe asfaltlaag worden voorzien.

		Gemiddelde rijsnelheid	Percentage overtreders	Aantal inhaal-bewegingen	Laterale positie (- = naar midden; + = naar de kant)
Type verharding	Ruwer oppervlak (bijv. straatstenen i.p.v. asfalt)	-			
	Vernieuwing asfalt	+			
Rijbaanscheiding	Grotere fysieke belemmering (strips of flappen)			-	
	Dubbele as met reflectoren en onderbroken kant vs. GOW-oud	-	-		
	Strips tussen dubbele as	-	-		
Markering in lengterichting	Zonder markering				-
	Toevoegen van as- of kant-streep aan ongemarkeerde weg	+			+
	Asstreep vervangen door een kantstreep	-			-
Markering in dwarsrichting	Anti-stroommarkering (\ /) (chevron zonder middenstuk)	-			
Reflectorpaaltjes		+			+/-
Fiets(suggestie)strook	Binnen bebouwde kom	0			-
Bebouwing		-*			
Begroeiing	Continu	+			- **
	Verspreid	-			
Obstakels/geparkeerde voertuigen		-*			
Aanwezigheid medeweggebruikers	Langzaam verkeer	-			
	Tegenliggers				+

* De snelheid is lager naarmate de afstand tussen bebouwing/obstakels en de weg kleiner is.
** Dichter naar het midden van de weg naarmate de afstand tussen begroeiing en weg kleiner is.

Tabel 5.7. *Het effect van verschillende wegkenmerken op rijsnelheid, het percentage overtreders van de snelheidslimiet, het aantal inhaalbewegingen en de laterale positie van automobilisten.*

6. Slotbeschouwing

6.1. Uniformiteit in wegontwerp en gedrag

Met dit rapport leggen we een fundament voor het project *Herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag*. In dit project wordt verband tussen een herkenbare vormgeving en voorspelbaar gedrag onderzocht, zoals dat binnen Duurzaam Veilig wordt verondersteld (Koornstra et al., 1992; Wegman & Aarts, 2005). We willen nagaan op welke wijze fysieke kenmerken van de weg en de wegomgeving de herkenbaarheid kunnen vergroten om daarmee gewenst (veilig) gedrag 'uit te lokken' en ongewenst (onveilig) gedrag minder waarschijnlijk te maken.

Deze verkennende studie bestaat uit twee delen: een theoretische en een praktische analyse. Beide delen behandelen het onderwerp herkenbaarheid, waarbij de theoretische analyse ook de begrippen 'categorisatie', 'verwachtingen' en 'voorspelbaarheid' heeft betrokken. Op basis van de theoretische analyse kunnen we iets zeggen over verbanden tussen herkenbaarheid en voorspelbaarheid en het uniforme gedrag dat dit moet opleveren. Door de praktische analyse is duidelijk geworden wat er op dit moment in de praktijk speelt en waar dus rekening mee gehouden moet worden in het vervolg van dit project.

De theoretische analyse laat zien dat mensen hun waarnemingen op verschillende niveaus categoriseren. Deze niveaus verschillen van elkaar in abstractie- en detailniveau.[10] Een auto kan bijvoorbeeld gecategoriseerd worden als een vervoermiddel, behorend tot een bepaald merk, behorend tot een bepaald type van dat merk, dat het een van zes rode auto's op een parkeerplaats is, enzovoort. Hoe minder abstract hoe meer details en dus hoe meer kennis er nodig is om verschillende categorieën op hetzelfde niveau te kunnen onderscheiden.
Binnen Duurzaam Veilig worden wegen op een gedetailleerd niveau gecategoriseerd: stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen binnen en buiten de bebouwde kom, met verschillende snelheden (en hierbij zijn de verschillende verschijningsvormen nog niet eens meegenomen). Met andere woorden: om deze verschillende categorieën te kunnen onderscheiden dienen de weggebruikers over gedetailleerde kennis te beschikken. Het is nog maar de vraag of deze kennis aanwezig is; de basis hiervoor zou bijvoorbeeld al tijdens de rijopleiding gelegd moeten worden.

Binnen Duurzaam Veilig zijn de wegcategorieën gekoppeld aan specifieke verwachtingen ten aanzien van het gedrag. Het uiteindelijke doel van de categorisering van wegen is dat voor elk wegtype duidelijk is welk gedrag er is toegestaan en welke medeweggebruikers men er kan verwachten. Als

[10] Het is zeer lastig om een duidelijk onderscheid te maken tussen categoriseren en herkennen zonder zich te begeven op een zeer fundamenteel, theoretisch niveau. Dat is voor dit project niet echt noodzakelijk. Bovendien is er een aantal overeenkomsten tussen 'herkennen' en 'categoriseren' die voor ons project van belang zijn (zoals het belang van de context en de noodzaak van specifieke elementen om iets te herkennen en te categoriseren). Hoewel (waarschijnlijk) dus niet exact hetzelfde, zullen we herkennen en categoriseren in het vervolg als uitwisselbare concepten beschouwen (zie ook Harnad, 2003).

een ieder – door de uniforme inrichting van wegen – de juiste verwachtingen heeft, zou dit moeten leiden tot uniformer gedrag.

Door de koppeling tussen wegcategorieën en gedrag is het belangrijk om fouten in categorisatie te voorkomen, omdat deze zowel consequenties voor de verkeersveiligheid als juridische consequenties kunnen hebben (zie ook Theeuwes & Diks, 1995). Mede daarom is het zo belangrijk om bij het indelen van wegen in categorieën en het wegontwerp rekening te houden met de kennis en ervaring van weggebruikers (welke categorieën onderscheiden zij, welke elementen horen daarbij, enzovoort).

Gegeven het detailniveau van de categorisatie moet ook aan de weggebruiker duidelijk gemaakt worden welke verschillende categorieën er zijn en hoe die herkend kunnen worden. Zoals de theoretische analyse en ook het onderzoek naar 'self-explaining roads' liet zien zijn er specifieke kenmerken die gebruikt kunnen worden om een onderscheid te maken tussen categorieën. Een eerste stap om wegcategorieën goed te kunnen onderscheiden is de toewijzing van specifieke wegkenmerken aan een bepaalde wegcategorie en de uniforme toepassing daarvan.

De verschillen tussen wegen binnen een categorie moeten zo klein mogelijk zijn. Maar welke verschillen kunnen wel en welke niet? Op sommige gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom mag bijvoorbeeld worden ingehaald, op andere niet. Als weggebruikers dit onderscheid maken (dus twee categorieën GOW80 onderscheiden) en bovendien weten hoe hard je er mag rijden en welke weggebruikers er verwacht kunnen worden, dan lijkt er niets aan de hand te zijn.

Het doel van herkenbaarheid van wegcategorieën is uniformer gedrag door uniforme(re) verwachtingen. Uniformiteit in wegontwerp is hierbij een hulpmiddel, niet een doel op zich. Als wegcategorieën ook herkenbaar zouden zijn met een divers wegontwerp dan lijkt daar a priori niets op tegen. Zolang wegen binnen dezelfde categorie maar herkenbaar zijn. Onderzoek heeft echter laten zien dat dit niet het geval is. Uniformiteit in wegontwerp is dus noodzakelijk, maar de vraag blijft hoeveel variatie in uniformiteit er mag zijn.[11]

De meest ideale situatie lijkt die waarin elke weggebruiker altijd weet op wat voor weg hij rijdt en wat hij kan verwachten. Echter er zit een schaduwzijde aan een situatie die volledig voorspelbaar is, namelijk dat op onverwachte gebeurtenissen te langzaam of niet gereageerd wordt. Ook wordt gedrag door andere factoren aangestuurd dan alleen verwachtingen (behoefte, doelen, enzovoort). Met andere woorden: het hoeft niet zo te zijn dat een omgeving die volledig aansluit bij de verwachtingen van de weggebruikers altijd daadwerkelijk duurzaam veilig is. Desondanks is een uniform wegontwerp een belangrijk hulpmiddel dat ervoor zorgt dat weggebruikers op ieder moment *kunnen weten* op wat voor weg ze rijden. De vraag staat nog open of een uniformer ontwerp ook zal leiden tot 'uniformere' verwachtingen en 'uniformer' gedrag.

[11] Zelfs bij een uniform ontwerp zullen soms aanvullende maatregelen nodig zijn omdat de weggebruiker niet kan zien wat de wegbeheerder weet. Als bijvoorbeeld om capaciteitsredenen een GOW80 als een 2x2 weg wordt aangelegd, zal het gewenste gedrag hoogstwaarschijnlijk afgedwongen moeten worden, ongeacht of het ontwerp van die weg nu precies overeenkomt met uniforme inrichtingseisen.

6.2. Hoe nu verder?

Een belangrijke stap in dit project is om te onderzoeken of een herkenbare vormgeving ook daadwerkelijk leidt tot uniform(er) gedrag. Hiertoe zijn er plannen om een gedragsstudie uit te voeren. Een belangrijke vraag die dan eerst beantwoord moet worden, is hoe een ‘herkenbare vormgeving’ in zo’n studie eruit moet zien.

De *Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidskenmerken van weginfrastructuur* is een eerste aanzet om eenduidig kenmerken toe te kennen aan wegcategorieën. Zij moet ervoor zorgen dat het verschil binnen categorieën zo klein mogelijk wordt en het verschil tussen categorieën zo groot mogelijk. Deze kenmerken betreffen echter voornamelijk markeringen. Hiermee wordt herkenbaarheid teruggebracht tot een vorm van eenvoudige patroonherkenning. Of dit voldoende is voor weggebruikers om wegen in te delen in de juiste categorieën is de vraag. Uit onderzoek blijkt al dat de wijdere omgeving van invloed is op een goede categorisatie (zie bijvoorbeeld Brouwer et al., 2000). Daarnaast is het momenteel nog maar de vraag of de essentiële herkenbaarheidskenmerken daadwerkelijk essentieel en herkenbaar zijn voor de verschillende categorieën. Onderzoek naar 'self-explaining roads' heeft laten zien dat meer kenmerken dan alleen markering van belang zijn voor het categoriseren van wegen (zie Theeuwes, 1994). Tevens kunnen kenmerken overschaduwd worden door andere ‘indrukken’ en is nog niet duidelijk wat hun effect is op het rijgedrag. In principe zouden de essentiële herkenbaarheidskenmerken een basis kunnen vormen voor een herkenbare vormgeving, maar dan moeten deze wel leiden tot een categorie-indeling zoals die binnen Duurzaam Veilig wordt gehanteerd.

Een eerste stap naar een gedragsstudie is het vinden van een wegontwerp dat leidt tot een categorisatie zoals beoogd binnen Duurzaam Veilig. Hiertoe zou uit verschillende wegontwerpen het meest geschikte gevonden moeten worden. Een categorisatie-experiment is voor dit doel zeer geschikt (zie bijvoorbeeld Brouwer et al., 2000). In een dergelijk experiment zouden ook de essentiële herkenbaarheidskenmerken onderzocht moeten worden. Ook kan gekeken worden of de huidige verscheidenheid aan inrichtingen voor dezelfde wegcategorieën leidt tot een betere of slechtere categorisatie. Zoals hierboven beschreven hoeft het niet slecht te zijn als wegen uit dezelfde categorie er wat anders uitzien, zolang ze maar wel herkenbaar blijven.

Weggebruikers hebben gedetailleerde kennis nodig om de verschillende wegcategorieën te onderscheiden en de juiste verwachtingen te hebben. Kennis die hoogstwaarschijnlijk niet altijd aanwezig is maar die wel kan helpen om de verschillende categorieën te kunnen onderscheiden. Dit is ook van belang omdat weggebruikers nog weinig ervaring hebben met de nieuwe wegcategorieën. Zij moeten ook iets nieuws leren. In categorisatie-experimenten zoals die tot nu toe zijn uitgevoerd is, met name vanuit de self-explaining-road-gedachte, de rol van kennis niet meegenomen (wel wordt aangenomen dat ervaring een rol speelt in categorisatie). Echter, gegeven het detailniveau en de nieuwe categorieën die geleerd moeten worden, is het belangrijk om de rol van kennis/informatie te onderzoeken in een categorisatie-experiment.

Het ontwerp dat goed gecategoriseerd wordt in het categorisatie experiment kan in een gedragsstudie gebruikt worden om te onderzoeken of het ook leidt tot uniformer gedrag. Hiermee wordt dan de gehele herkenbaarheid-voorspelbaarheidsketen onderzocht. Conform de gedachte binnen Duurzaam Veilig zou door een goede categorisatie van wegen het rijgedrag homogener en voorspelbaarder zijn. Of voorspelbaarheid te onderzoeken valt binnen een gedragsstudie is momenteel nog onduidelijk. Homogener gedrag en dan vooral homogener snelheidsgedrag is meetbaar.

Literatuur

Aarts, L. & Schagen, I. van (2006). *Driving speed and the risk of road crashes; a review*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 38, nr. 2, p. 215-224.

Bakker, P.J. & Horst, A.R.A. van der (1985). *Het rijgedrag van automobilisten nabij geluidschermen langs autowegen*. Rapport IZF-1985-C-20. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.

Beek, W. van & Jumelet, J.G. (2000). *N 342 Oldenzaal-Denekamp: Proeftraject Duurzaam Veilig; Evaluatierapport*. Team Beleidsinformatie, Eenheid Ruimte, Wonen en Bereikbaarheid, Provincie Overijssel, Zwolle.

Best, J.B. (1992). *Cognitive psychology*. West Publishing Company, St. Paul, MN.

Blaauw, G.J. (1985). *Vehicle guidance by delineation systems at night.* In: Ergonomics, vol. 28, nr. 12, p. 1601-1615.

Bohn, H.D.L., Kloek, E. & Kelegom, M.Th. van (2005). *Essentiële Herkenbaarheidkenmerken in Limburg*. In: Wegen, nr. 9, p. 12-15.

Brouwer, R.F.T., Janssen, W.H. & Muermans, R.C. (2000). *Duurzaam veilige wegcategorieën en wegkenmerken: de invloed van de omgeving op de categorisatie van wegbeelden.* TM-00-C012. TNO Technische Menskunde TM, Soesterberg.

Bureau Goudappel Coffeng (1984). *Onderzoek veiligheid fietsverkeer op wegvakken. In opdracht van de gemeente Enschede*. Bureau Goudappel Coffeng BGC, Deventer.

Chinn, L. & Elliott, M. (2002). *The effect of road appearance on perceived safe travel speed: Final report*. PA3827/20 (Unpublished report available on direct personal application only). Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne.

Claassen, A. & Pouwels, B. (1998). *Visuele informatie als stuurcomponent voor gewenst rijgedrag; Een literatuurstudie*. Instituut voor Toegepaste Sociale Wetenschappen (ITS), Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.

Commandeur, J.J.F., Schagen, I.N.L.G. van & Craen, S. de (2003). *Sobere inrichting rurale gebiedsontsluitingsweg: effecten op het rijgedrag*. R-2003-21. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Cooper, D.R.C., Jordan, P.G. & Young, J.C. (1980). *The effect on traffic speeds of resurfacing a road*. TRRL Supplementary Report 571. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

CROW (1995). *Van A-nummer tot zweepmast : standaardbegrippen voor wegontwerp, wegbeheer en verkeer*. Publikatie 91. Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1997). *Categorisering van wegen op een duurzaam-veilige basis*. Publicatie 116. Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek CROW, Ede.

CROW (2002). *Handboek wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom : gebiedsontsluitingswegen.* Publicatie 164c. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2003). *Document essentiële herkenbaarheidkenmerken Duurzaam Veilig*. Traffic Test, Veenendaal.

CROW (2004a). *Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom (ASVV)*. Publicatie 110. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2004b). *Richtlijn essentiële herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur: wegwijzer voor implementatie.* Publicatie 203. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2004c). *Rijden in de ruimte: de invloed van omgevingsbeelden op het rijgedrag*. Publicatie 198. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2005b).*Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen.* Publicatie 207. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

Davidse, R.J. & Driel, C.J.G. van (2002). *Bronnen voor een meta-analyse van de relatie tussen omgevingskenmerken en verkeersgedrag*. D-2002-6. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Driel, C.J.G. van & Goldenbeld, Ch. (2004). *The effect of altered road markings on speed and lateral position*. R-2003-31. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Dewar, R.E. (2002). *Roadway design*. In: R.E., Dewar & P.L. Olson (eds.). Human factors in traffic safety. Lawyers & Judges, Tucson, AZ.

Dewar, R.E., Olson, P.L. & Alexander, G.J. (2002). *Perception and information processing*. In: R.E., Dewar & P.L. Olson (eds.). Human factors in traffic safety. Lawyers & Judges, Tucson, AZ.

Directie Verkeersveiligheid (1987). *Krusemanlaan, Heerhugowaard*. In: Wegen, nr. 854, p. 67-70.

Driel, C.J.G. van, Davidse, R.J., Maarseveen, M.F.A.M. (2004). *The effects of an edgeline on speed and lateral position: a meta-analysis*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 36, nr. 4, p. 671-682.

Elliott, M.A., McColl, V.A. & Kennedy, J.V. (2003). *Road design measures to reduce drivers' speed via 'psychological' processes: A literature review*. TRL Report TRL564. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne.

Van Elslande, P. & Dubois, D. (1994). *Driver categorization of road situations and the processing of accidents-producing scenarios*. Paper presented at the 7th International Conference on Travel Behaviour IATBR, 13-16 June, 1994, Santiago, Chili.

Elslande, P. van & Fauncher-Alberton, L. (1996). *When expectancies become certainties: a potential adverse effect of experience*. In: Rothengather, T. & Carbonell Vaya, E.(eds.). Traffic and transport psychology: theory and application: proceedings of the international conference on traffic and transport psychology, Valencia, Spain.

Gibson, R.A. & Holland, G.H. (1980). *A study of cycle route signs and markings standards*. Road Research Unit Bulletin 51. Wellington.

Godley, S. (2000). *A driving simulator investigation of perceptual countermeasures to speeding*. PhD Thesis. Monash University, Australia.

Goldstein, B. E. (1996). *Sensation and perception*. Brooks/Cole publishing company, Pacific Grove, CA.

Gundy, C.M. (1994). *Cognitive organization of roadway scenes; An empirical study*. R-94-86. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Hall, R.R. (1979). *The delineation of rural roads and curve negotiation at night*. ARR No. 103. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria.

Harnad, S. (2003). *Cognition is categorization*. Paper presented at UQAM Summer Institute in Cognitive Sciences on Categorisation.

Hendriks, T. (2004). *De weggebruiker en het wegbeeld : wegbeeldonderzoek in de drie noordelijke provincies.* In: Werken aan maximaal effect: Nationaal Verkeersveiligheidscongres NVVC 2004, 21 april 2004.

Hoeven, W. van der (1987). *Relatie tussen rijsnelheden, wegkenmerken en ongevallen. Deel II: Literatuurstudie*. Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen, Haren.

Hummel, T. (2001). *Toetsing van het gehalte duurzame veiligheid met Safer Transportation Network Planning: integratie van de 'DV-gehaltemeter' in het ontwerpprogramma 'Safer-TNP'* D-2001-16, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Jaarsma, C.F., Beunen, R. Ark, R.G.A. van & Botma, H. (2003). *Passeerplaatsen voor landbouwverkeer : sober, maar Duurzaam Veilig alternatief voor parallelwegen*. In: Verkeerskunde, vol. 54, nr. 7, p. 24-29.

Janssen, S.T.M.C. (1997). *Functionele eisen voor de categorisering van wegen: eerste stap naar een handleiding voor duurzaam-veilige wegcategorieën*. In opdracht van Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek CROW. R-97-34. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Janssen, W.H., Ridder, S.N. de & Brouwer, R.F.T. (2004). *Summary of driver behaviour and driver interactions with roadside infrastructure*. TM-04-D004, TNO Human Factors Research Institute TM, Soesterberg.

Kallberg, V.P. (1991). *The effects of reflector posts on driving behaviour and accidents*. In: Proceedings of the PTRC Transport, Highways and Planning 19th Summer Annual Meeting, p. 181-192.

Kaptein, N.A. & Claessens, F.M.M. (1998). *Effects of cognitive road classification on driving behaviour: a driving simulator study*. Report TNO-TM 1998 C-048. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

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.* In opdracht van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV. TM 1996 C-10. TNO Technische Menskunde TM, Soesterberg.

Kerkhof, W. van de & Bérénos, M. (1989). *Stedebouwkundige factoren beïnvloeden rijsnelheid*. In: Verkeerskunde, vol. 41, p. 30-33.

Kirkpatrick, K. (2001). *Object recognition*. In: R.G. Cook (ed). Avian visual cognition. internet: www.pigeon.psy.tufts.edu/avc/kirkpatrick/.

Kooi, R.M. van der (2000). *Effecten van rode fietssuggestiestroken op verkeersgedrag; Studie voor en na aanleg van fietssuggestiestroken in gemeente De Lier*. R-2000-25. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Kooi, R.M. van der & Dijkstra, A. (2003). *Enkele gedragseffecten van suggestiestroken op smalle rurale wegen: Evaluatie van de aanleg van rijlopers en suggestiestroken op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom*. R-2003-17. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M., Mulder, J.A.G., Roszbach, R. & Wegman, F.C.M. (1992). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

KpVV (2004). *De stand van zaken en toekomst van Duurzaam Veilig, analyse van decentrale plannen en impressie uit het veld*. Kennisplatform Verkeer en Vervoer KpVV. [Intern document].

Krammes, R.A. & Tyer, K.D. (1991). *Post-mounted delineators and raised pavement markers: their effect on vehicle operations at horizontal curves on two-lane rural highways*. In: Transportation Research Record (1324), p. 59-71.

Kroll, B.L. & Ramey, M.R. (1975). *The influence of bike lanes on allocation of space between automobiles and bicycles*. Technical Report No. 75-6. Civil Engineering Department, University of California.

Leden, I., Hämäläinen, O. & Manninen, E. (1998). *The effect of resurfacing on friction, speeds and safety on main roads in Finland*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 30, nr. 1, p. 75-85.

Mäkinen, T., Lundkvist, S.-O., Beilinson. L.. Kallio, M., Kulmala, P, Mikkola, J., Unhola, T. (1999). *Effects of road markings on driver behaviour: Field tests in Finland, Portugal and Switzerland*. COST 331-project, Task Task 400. European Commission, Directorate General Transport, Brussels.

Martens, M.H., Comte, S. & Kaptein, N.A. (1997). *The effects of road design on speed behaviour*. TNO-Report TM 1997. TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg.

McGarty, C. (1999). *Categorization in social psychology*. SAGE publications Ltd., London.

Messer, C.J., Mounce, J.M. & Brackett, R.Q. (1981). *Highway geometric design consistency related to driver expectancy. Volume II: Research report*. FHWA-RD-81-036. Texas A & M Research Foundation, College Station, TX.

Miedema, G.D. (1994). *Fietssuggestiestroken buiten de bebouwde kom verkeersveilig (?); Evaluatieonderzoek fietssuggestiestroken op de Wolfhezerweg buiten de bebouwde kom in de gemeente Renkum.* Provincie Gelderland, Arnhem.

Minnen, J. van (1999). *Praktijkervaringen met de veiligheid van een aantal wegvarianten en uitvoeringen; Onderzoek naar de effecten van een aantal infrastructurele maatregelen op de verkeersveiligheid, in samenhang met de principes van 'duurzaam veilig'*. R-99-9. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Neisser, U. (1987). *Introduction: the ecological and intellectual basis of categorisation.* In: Neisser, U., (ed.). Concepts and conceptual development: ecological and intelligent factors in categorisation. p. 1-10. Cambridge University Press, Cambridge.

Nilsson, A. (2001). *Re-allocating road space for motor vehicles to bicycles : effects on cyclist's opinions and motor vehicle speed*. In: Proceedings of the AET European Transport Conference, Homerton College, Cambridge, 10-12 September 2001.

Noordzij, P.C. (1996). *Categorie, vormgeving en gebruik van wegen: literatuurstudie (deel 1: 80 km/uur-wegen)*. R-96-14. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Pauls, R. (1995). *Fietssuggestiestroken buiten de bebouwde kom verkeersveilig (?); Evaluatieonderzoek fietssuggestiestroken op de Bergse Maasdijk buiten de bebouwde kom in de gemeente Kerkwijk*. Provincie Gelderland, Arnhem.

Pol, W.H.M. van de & Janssen, S.T.M.C. (1998). *Scheiding rijrichtingen op rondweg Oostburg; Een onderzoek naar de invloed van strips en flexibele paaltjes op het inhaalgedrag.* R-98-21. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Provincie Groningen (2005).*Handleiding Inrichting wegen Duurzaam Veilig*. Gedeputeerde Staten der Provincie Groningen

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, SMC-13, p. 257-266.

Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge University Press, Cambridge.

Ridder, S.N. de & Brouwer, R.F.T. (2002). *Effecten van omgevingskenmerken op rijgedrag*.TNO-rapport TM-02-C065. TNO, Soesterberg.

Riemersma, J. (1986). *Rijgedrag en waarneming van weg en omgeving*. In: De Psycholoog 21, p. 621-625.

Rijnbeek, P. (2006). *Welke maatwerkruimte is er voor de wegbeheerder?* Lezing Giessenburg d.d. 19-01-06. (http://www.pzh.nl) Provincie Zuid-Holland

Rijsinge, E.P.M. van, Kik, J.J. & Kelegom, M.Th. (2004). *Tussenstapjes naar Duurzaam Veilig*. In: Verkeerskunde, vol. 55, nr. 2, p. 32-34.

Rumar, K. & Marsh II, D.K. (1998). *Lane markings in night driving: a review of past research and of the present situation*. The University of Michigan Transportation Research Institute UMTRI, Michigan.

Schagen van, I.N.L.G., Dijkstra, A., Claessens, F.M.M. & Janssen, W.H. (1999). *Herkenning van duurzaam-veilige wegcategorieën: selectie van potentieel relevante kenmerken en uitwerking van de onderzoeksopzet*. R-98-57. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Steyvers, F.J.J.M. (1994). *Effecten van wegbelijning op rijgedrag en verkeersveiligheid: een literatuuroverzicht*. WR 94-05. Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen, Haren.

Steyvers, F.J.J.M., Waard, D. de & Garmann, M. (1996). *Effecten van wegkantbelijning op autorijden in het donker*. VK 96-02. Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen, Haren.

Tenkink, E. (1989). *De invloed van wegbreedte en obstakeldreiging op snelheids- en koersgedrag*. TNO-IZF rapport C4. TNO Instituut voor Zintuigfysiologie, Soesterberg.

Theeuwes, J. (1991). *Visual search of traffic scenes.* Rapport IZF 1991 C-18. TNO Instituut voor Zintuigfysiologie, Soesterberg.

Theeuwes, J. (1994). *Self-explaining roads: An exploratory study*. Rapport TM 1994 B-18. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

Theeuwes, J. & Diks, G. (1995). *Categorisering van omgevingen: een overzicht van de literatuur*. Rapport TM 1995 B-2. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.

Theeuwes, J. & Godthelp, J. (1992). *Begrijpelijkheid van de weg*. Rapport IZF 1992 C-8. TNO Instituut voor Zintuigfysiologie IZF, Soesterberg.

Theeuwes, J. & Hagezieker, M.P. (1993). *Visual search of traffic scenes: on the effect of location specifications*. In: A.R. Gale (ed.). Vision in Vehicles IV. p. 149-158. Elsevier, Amsterdam.

Triggs, T.J. & Wisdom, P.H. (1978). *Observations of vehicle lateral position-keeping and the effects of pavement delineation marking.* In: Proceedings of the ninth Australian Road Research Board Conference, Brisbane, 21-25 august 1978, Brisbane. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria, Australia.

Tversky, B. & Hemenway, K. (1983). *Categories of environmental scenes*. In: Cognitive Psychology, vol. 15, p. 121-149.

VenW (1991). *Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen. Deel I: markering. Deel II: bebakening*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde. SDU Uitgeverij, 's-Gravenhage.

VenW (2004). *Nota Mobiliteit: van A naar Beter*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

VenW (2005). *Ruim 85 miljoen euro extra voor veiligheid N-wegen*. Persbericht 5 oktober 2005. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

VIA (1994). *Verkeersveiligheid type fietsvoorzieningen Provincie Zuid-Holland; Beleidssamenvatting*. Rapport PH-22-R01. VIA, verkeersadvisering bv, Vught.

Waard, D. de & Steyvers, F.J.J.M. (1995). *Wegbelijning in rurale verblijfsgebieden: een experiment met kantbelijning*. VK 95-07. Verkeerskundige Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen, Haren.

Waard, D. de, Steyvers, F.J.J.M. & Brookhuis, K.A. (2004). *How much visual road information is needed to drive safely and comfortably?* In: Safety Science, vol. 42, nr. 7, p. 639-655.

Wegman, F. & Aarts, L. (eindred.) (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Welleman, A.G. (1983). *De veiligheid van fietsvoorzieningen – Een literatuurstudie. Artikel verkeerskunde 34 (1983) 1: 36 t/m 41*. R-83-3.

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wickens, C.D. (1992). *Engineering psychology and human performance*. Harper Collins Publishers Inc., New York.

Woods, D.D. (1984). *Some results on operator performance in emergency events*. In: Institute of Chemical Engineers Symposium Series, vol. 90, p. 21-31.

Zwielich, F., Reker, K. & Flach, J. (2001). *Fahrerverhaltensbeobachtungen auf Landstrassen am Beispiel von Baumallee; Eine Untersuchung mit dem Fahrzeug zur Interaktionsforschung Strassenverkehr*. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen: Mensch und Sicherheit, Heft M 124. Bundesanstalt für Strassenwesen BASt, Bergisch Gladbach.

Bijlage A Richtlijnen voor de inrichting van GOW's

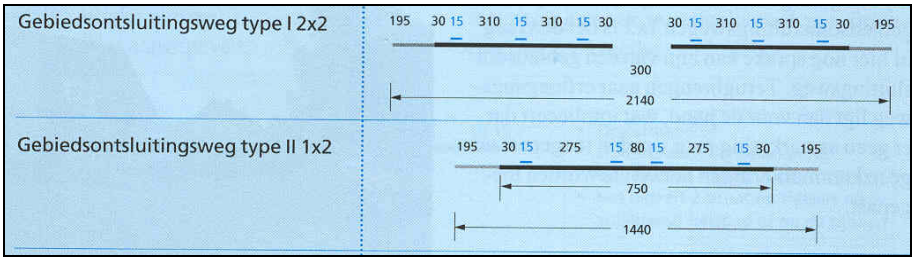
A.1. Richtlijnen voor gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom

Belangrijke kenmerken voor een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom zijn de dubbele asmarkering en de onderbroken kantmarkering. Drempels en plateaus zijn alleen toegestaan vlak voor kruisingsvlakken. Landbouwverkeer wordt voorlopig toegestaan als een parallelvoorziening ontbreekt. Fietsers en bromfietsers mogen niet op de rijbaan rijden en moeten daarom gebruik kunnen maken van een aparte voorziening of alternatieve route.
De dubbele doorgetrokken asstreep is het uitgangspunt. Indien een wegbeheerder ervoor kiest om inhalen toch toe te staan, bijvoorbeeld bij de aanwezigheid van landbouwverkeer, wordt een 9-3 dubbele asstreep toegepast die het inhalen 'toelaat maar tegelijkertijd ontmoedigt'.[12] Om het onderscheid tussen een regionale stroomweg (SW100) en de gebiedsontsluitingsweg (GOW 80) duidelijker aan te geven heeft de stroomweg naast een doorgetrokken kantmarkering tevens een groene opvulling tussen de dubbele asmarkering. Op erftoegangswegen (ETW60) wordt geen asstreep toegepast en bij voldoende wegbreedte alleen een onderbroken kantmarkering (1-3).

Het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2002) onderscheidt buiten de bebouwde kom twee typen GOW80's (zie *Afbeelding A.1*).

<u>GOW 80 type I: 2x2 (en 2x1).</u>
Twee rijbanen met elk twee rijstroken en een rijbaanscheiding met een middenberm. Langs de GOW liggen parallelwegen/fietspaden of parallelle routes, dus in principe geen landbouw- en (brom)fietsverkeer op de rijbaan.

<u>GOW 80 type II: 1x2.</u>
Twee rijstroken gescheiden door een doorgetrokken dubbele asmarkering met (verharde) tussenruimte. Langs de GOW liggen parallelwegen/ fietspaden of parallelle routes, dus in principe geen landbouw- en (brom)fietsverkeer op de rijbaan (zie *Afbeelding A.2* en *Afbeelding A.3* voor een oud en nieuw voorbeeld van de inrichting van een 80-km/uur-weg).



Afbeelding A.1. *Twee typen gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom (overgenomen uit CROW, 2004b).*

[12] Onderbroken markering wordt veelal aangegeven met de verhouding tussen markering en de ruimte tussen twee markeringen. Een 9-3 markering geeft aan dat de markering 9 meter lang is en de tussenruimte 3 meter.

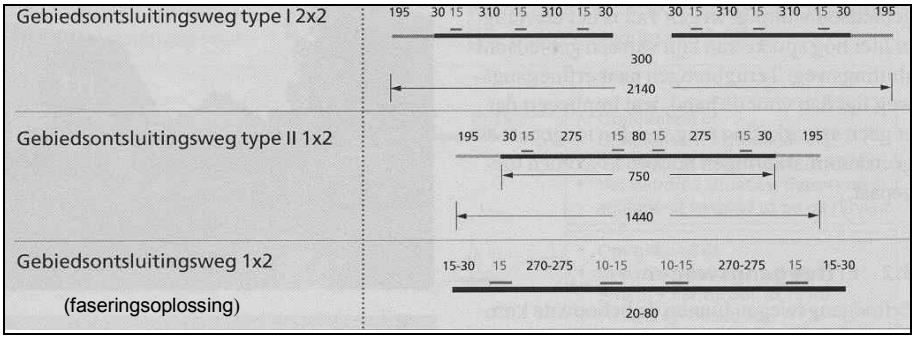
Afbeelding A.2. *Oude situatie op provinciale weg (80 km/uur): enkele asmarkering en doorgetrokken kantmarkering.*

Afbeelding A.3. *Nieuwe situatie: GOW80 type II (1x2) met dubbele asmarkering en onderbroken kantmarkering.*

In de praktijk komt het vaak voor dat er minder verhardingsbreedte beschikbaar is dan weergegeven in *Afbeelding A.1*. De *Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidskenmerken* (REHK) biedt de mogelijkheid tijdelijke faseringsoplossingen toe te passen tot aan de eisen uit het *Handboek Wegontwerp* kan worden voldaan. De prioritering en minimummaten die hierbij aangehouden moeten worden zijn als volgt (zie ook *Afbeelding A.4*):

1. rijstrookbreedte 2,70 m;
2. breedte asmarkering 2 x 0,10 m;
3. tussenruimte tussen dubbele asmarkering 0,20 m;
4. redresseerstrookbreedte (kantstrook; verharde weggedeelte buiten de markering) 0,15 m.

Het wordt aanbevolen om het totale dwarsprofiel niet uit alleen maar minimale maten op te bouwen.



Afbeelding A.4. *Overzicht dwarsprofielen GOW80, met essentiële herkenbaarheidskenmerken en faseringsoplossingen (CROW, 2004b).*

Bij afwezigheid van parallelwegen of alternatieve routes zal landbouwverkeer op de hoofdrijbaan moeten worden toegelaten. De faseringsoplossing bestaat uit het toestaan van inhalen (van landbouwverkeer) door onderbroken dubbele asmarkering (9-3) toe te passen of door plaatselijk inhaalstroken aan te leggen. Het is opvallend dat volgens de REHK bij afwezigheid van parallelle fietsvoorzieningen toch fietsverkeer (tijdelijk) toegelaten kan worden als het tracé onderdeel is van een bovenlokaal fietsnetwerk. Als faseringsoplossing dienen dan in het dwarsprofiel fietsstroken aangebracht te worden. Dit is echter niet conform Duurzaam Veilig.

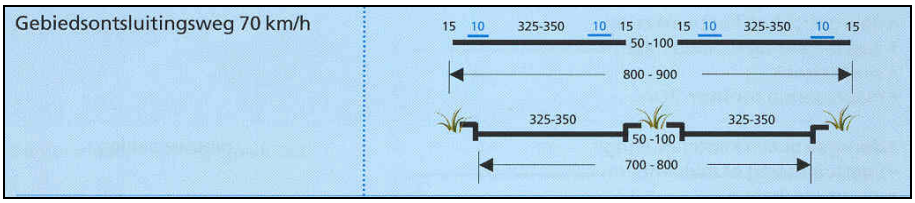
A.2. Richtlijnen voor gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom

De *Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom* (ASVV; CROW, 2004a), onderscheidt binnen de bebouwde kom twee typen GOW's met een snelheidslimiet van 70 resp. 50 km/uur. De belangrijkste kenmerken van deze twee GOW's zijn:

<u>GOW70</u> (zie ook *Afbeelding A.5*)
- geen bromfietsers, fietsers en voetgangers op de rijbaan;
- geen parkeervoorzieningen als stroken, havens en vakken;
- fysieke rijbaanscheiding, met een rijbaan indeling van 2x1 of 2x2;
- rijstrookbreedte 3,25 m - 3,50 m (bij 2x2 3,25 m);
- middenberm met een maat van 0,50 m - 1,00 m;
- geen trottoirs direct langs de rijbaan;
- onderbroken kantmarkering (3-3), breed 0,10 m.

Bij het gebruik van opsluitbanden kan zowel de as- als kantmarkering plus bijbehorende redresseerstrook weggelaten worden.[13]

[13] Opsluitbanden zijn hetzelfde als trottoirbanden maar dan zonder dat er een trottoir aan ligt.

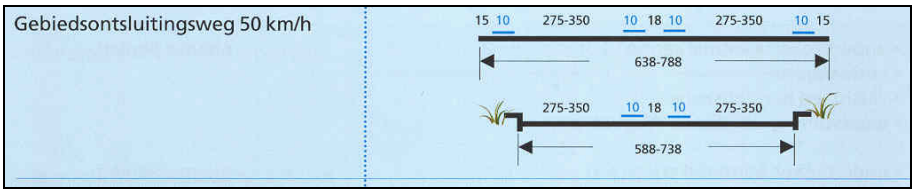


Afbeelding A.5. *Gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom met snelheidslimiet van 70 km/uur (overgenomen uit CROW, 2004b).*

<u>GOW 50</u> (zie ook *Afbeelding A.6*)

- geen fietsers en voetgangers op de rijbaan (bij rijbaanindeling 2x2 ook geen bromfietsers op de rijbaan);
- geen parkeervoorzieningen als stroken, havens en vakken;
- rijbaanscheiding, met een rijbaanindeling van 1x2 of 2x2 een dubbele doorgetrokken asstreep (0,10 m – 0,18 m – 0,10 m);
- rijstrookbreedte 2,75 m - 3,50 m;
- onderbroken kantmarkering (3-3), breed 0,10 m.

Bij het gebruik van opsluitbanden kan zowel de as- als kantmarkering plus bijbehorende redresseerstrook weggelaten worden (zie *Afbeelding A.7* voor een nieuw voorbeeld van de inrichting van een 50-km/uur-weg).



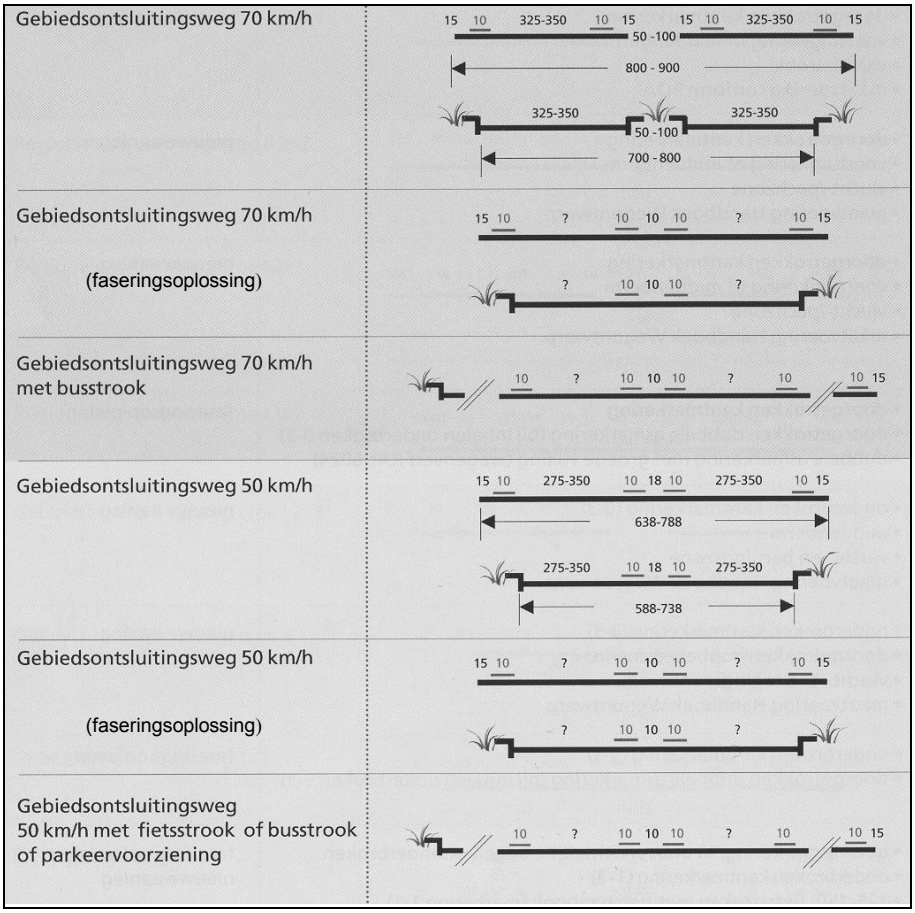
Afbeelding A.6. *Gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom met snelheidslimiet van 50 km/uur (overgenomen uit CROW, 2004b).*

Afbeelding A.7. *Nieuwe situatie: GOW 50 type II (1x2) met dubbele asmarkering en trottoirbanden.*

Voor beide GOW's geldt dat onderbroken asstrepen alleen mogen als inhalen om een of andere reden toegestaan moet worden.

Ook binnen de bebouwde kom komt het vaak voor dat er minder verhardingsbreedte beschikbaar is dan nodig voor de eisen in de *ASVV*. De Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidskenmerken REHK biedt ook hier de mogelijkheid voor tijdelijke faseringsoplossingen. Volgens de REHK mag er echter niet gevarieerd worden in de maten van de kantmarkering en de redresseerstrook. De nodige speelruimte dient gevonden te worden in de breedte van de rijstroken zelf en de tussenruimte. De prioritering en minimummaten die hierbij aangehouden moeten worden zijn als volgt (zie ook *Afbeelding A.8*):

1. breedte rijstroken;
2. breedte asmarkering 2 x 0,10 m;
3. tussenruimte tussen dubbele asmarkering 0,10 m.



Afbeelding A.8. *Overzicht dwarsprofielen GOW70/50, met essentiële herkenbaarheidskenmerken en faseringsoplossingen (CROW, 2004b).*

Bijlage B Implementatie essentiële herkenbaarheids-kenmerken door provinciale wegbeheerders

Hieronder volgt een gedetailleerd overzicht van de bevindingen uit de telefonische inventarisatie van het beleid van de provinciale wegbeheerders ten aanzien van de implementatie van de essentiële herkenbaarheids-kenmerken (EHK) en de REHK. De bevindingen zijn gerubriceerd naar beleid aangaande ruimtegebrek binnen bestaande verhardingsbreedte (*§ B.1*), de afwezigheid van parallelvoorzieningen (*§ B.2*), het gebruik van gekleurde markering (*§ B.3*), en de gebruikte rijrichtingscheiding (*§ B.4*).

B.1. Ruimtegebrek binnen bestaande verhardingsbreedte

De provincie Gelderland heeft haar wegennet in 2003 geïnventariseerd. Uit deze inventarisatie blijkt dat circa de helft (320 km weglengte) van de enkelbaans gebiedsontsluitingswegen (GOW type II, 1x2; zie ook *Bijlage A*) smaller is dan het standaardprofiel van 7,50 m dat het *Handboek Weg-ontwerp* voorschrijft. Ongeveer een kwart is zelfs smaller dan het minimum-profiel van 7,00 m. In de toekomst moeten deze wegen zo veel mogelijk worden verbreed. Op korte termijn is reconstructie echter niet haalbaar. De provincie Gelderland heeft voor deze wegen een aangepast minimumprofiel opgesteld, waarbinnen nog een rijrichtingscheiding door middel van een dubbele asmarkering kan worden gerealiseerd. Dit zogenaamde minimum-profiel heeft een verhardingsbreedte van 6,60 m en betreft nadrukkelijk een faseringsvariant (Van Rijsinge et al., 2004). Hierbij wordt zowel de dubbele asmarkering als de kantmarkering tot 10 cm versmald. Ook de ruimte tussen de dubbele asmarkering wordt versmald tot 10 cm. Er wordt vastgehouden aan een rijstrookbreedte van 2,75 m. In de Gelderse faseringsvariant wordt zowel een andere prioritering als kleinere minimummaten voor kant-markering (10 i.p.v. 15 cm) en tussenruimte (10 i.p.v. 20 cm) gekozen dan in de REHK.

Na toepassing van deze Gelderse variant blijft nog circa een zesde van de provinciale gebiedsontsluitingswegen over met een breedte smaller dan 6,60 m. Volgens de Gelderse richtlijn behouden deze wegen hun huidige profiel met enkele asstreep tot ze kunnen worden verbreed. Wegen die smaller zijn dan 6,00 m (circa 30 km weglengte) worden (tijdelijk) afgewaardeerd tot erftoegangsweg omdat ze te smal zijn om twee rijstroken te handhaven (Van Rijsinge et al., 2004).

Ook de provincie Limburg heeft na inventarisatie van het provinciale wegen-net een *Implemetatieplan Limburgse Essentiële Herkenbaarheidkenmerken* opgesteld. (Bohn et al., 2005). Van de ca. 359 km GOW80 is het merendeel (88%) enkelbaansweg. Hiervan is reeds 2% voorzien van EHK. Van de rest heeft 12% een verhardingsbreedte van 7,50 m of meer. Hier kan het dwars-profiel zonder problemen volgens de richtlijn met EHK worden ingericht. Bij minder dan de helft (40%) van de GOW80's ligt de verhardingsbreedte tussen de 7,50 en 7,20 m. Op deze smallere wegen kan de faseringsvariant uit de REHK worden toegepast. Limburg kiest ervoor om hier de ruimte tussen de dubbele asmarkering terug te brengen van 80 naar 50 cm. Dit is niet volgens de prioritering uit de REHK, maar wel ruim boven de minimum

tussenruimte van 20 cm. Voor wegen met een verhardingsbreedte tussen de 7,20 en 6,80 m (17%) stelt de provincie een eigen faseringsoplossing voor waarbij de tussenruimte nog verder versmald wordt tot 10 cm. Dit is duidelijk niet conform de REHK. De provincie Limburg is van mening dat op wegen smaller dan 6,80 m (ook 17%) de nieuwe markering niet zonder constructieve ingrepen kan worden toegepast. Ongeveer de helft hiervan staat reeds op de nominatie voor reconstructie en zal op dat moment van EHK worden voorzien (Bohn et al., 2005).

De provincie Zuid-Holland kiest bij wegen smaller dan 7,00 m als faseringsoplossing een markering van 10 cm breed in plaats van 15 cm (Rijnbeek, 2006). Vervolgens wordt de breedte van de redresseerstrook afgepeld tot 20 cm en de ruimte tussen de dubbele asmarkering versmald tot 20 cm. Men houdt zoveel mogelijk vast aan een rijstrookbreedte van 2,75 m (i.v.m. het vrachtverkeer). Hier wordt dus een andere prioritering gekozen dan in de REHK. De argumentatie hiervoor is dat brede asmarkering ten onrechte de indruk wekt dat de weg volledig aan de eisen uit het *Handboek Wegontwerp* voldoet. Bij wegen met een verhardingsbreedte van 6,40 m is het dwarsprofiel opgebouwd uit louter minimale maten en dat is volgens de REHK niet wenselijk.

De provincie Groningen heeft hoofdzakelijk enkelbaans GOW80-wegen. Deze wegen krijgen een dubbele asmarkering, zowel doorgetrokken als onderbroken. Tot een verhardingsbreedte van 7,00 m past dat goed binnen de bestaande verhardingsbreedte (Provincie Groningen, 2005). Bij breedtes tussen de 6,60 en 7,00 m (veel wegen hebben dergelijke breedtes) vindt Groningen de REHK echter moeilijker in te passen. Een rijstrookbreedte van 2.75 m wordt als minimum gehanteerd. Bij voorkeur wordt de dikte van de markering (15 cm) ongemoeid gelaten. De oplossing wordt in eerste instantie gezocht in kleinere ruimte (20 i.p.v. 30 cm) tussen de dubbele asmarkering. Vervolgens kan de redresseerstrook versmald worden tot 15 cm (i.p.v. 30 cm). De minimummaten zoals genoemd in de REHK worden hierbij niet onderschreden. Dit betekent dus dat Groningen zich houdt aan de minimummaten uit de REHK, maar niet aan de voorgeschreven prioritering.

Bij nog smallere wegen (< 6.60 m) wordt in Groningen (tijdelijk) gekozen voor een 'ETW-belijning' (alleen onderbroken kantmarkering; zie *Afbeelding B.1*). Er is hier echter geen sprake van volledig afwaarderen (down-grading) aangezien de gewone buiten-de-kom-limiet (80 km/uur) blijft gelden en er dus geen 60 km/uur-limiet wordt ingesteld (de provincie Groningen heeft ook ETW's in beheer waar wel een 60-limiet geldt). Ook behouden deze wegen hun ontsluitende functie omdat ze vaak een verbinding vormen tussen twee kernen. De REHK schrijft in een dergelijk geval echter wel een lagere limiet voor als faseringsoplossing. Een ETW-markering met een GOW-limiet (80 km/uur) is een duidelijk voorbeeld van een andere interpretatie van de REHK die mogelijk verwarrend is voor de weggebruiker.
Overigens komt het omgekeerde ook voor: een GOW-markering met een lagere snelheidslimiet van 60 km/uur (zie *Afbeelding B.2*).

Afbeelding B.1. *80-km/uur-weg met 'ETW-markering' : alleen onderbroken kantmarkering en geen asmarkering.*

Afbeelding B.2. *GOW buiten de bebouwde kom (type II: 1x2) met lagere snelheidslimiet van 60 km/uur.*

B.2. Afwezigheid van parallelvoorzieningen

Bij de inventarisatie van het Gelderse wegennet kwam naar voren dat langs ruim een vijfde (140 km weglengte) van de gebiedsontsluitingswegen (nog) geen vrijliggende voorziening aanwezig is. Alleen in het geval dat er voor (brom)fietsers een (bijna) parallelle route beschikbaar is, is een fiets-/ bromfietspad of parallelweg niet noodzakelijk.

Als landbouwverkeer bij gebrek aan parallelwegen of alternatieve routes noodzakelijkerwijs gebruik moet maken van gebiedsontsluitingswegen, staan de regionale wegbeheerders inhalen van landbouwverkeer door autoverkeer toe. In zowel Gelderland als Zuid-Holland wordt de dubbele asmarkering uitgevoerd met een streep van 9 meter en een tussenruimte van 1 meter (9-1). Dit komt niet overeen met de in de REHK voorgeschreven verhouding van 9-3 (zie *Afbeelding 4.2*). De reden dat Zuid-Holland voor deze afwijkende verhouding kiest, is dat de 9-3 momenteel al wordt gebruikt als overgang van een 'ouderwetse' onderbroken asmarkering (CROW, 2005) naar een doorgetrokken markering. De betekenis van deze 9-3 overgangsmarkering is het duiden van een gevaarlijke situatie. Daarnaast gebruikt men het argument dat de geringe onderbrekingen in de aslijnen bij een 9-1 markering bij hogere snelheden ogen als bijna gesloten. Dit zou inhalen moeten ontmoedigen.

Ook passeerhavens zijn een mogelijke oplossing voor het inhalen van landbouwverkeer. Dergelijke passeervoorzieningen, waarbij langzaam gemotoriseerd verkeer al dan niet verplicht wordt aan de kant te gaan in een passeerhaven (Jaarsma et al., 2003), zullen onder meer worden toegepast in de provincies Zeeland, Limburg en Gelderland.

B.3. Gebruik van gekleurde markering

De Regionale Stroomwegen (SW100, voorheen autowegen) moeten volgens de REHK van andere wegen worden onderscheiden door een dubbele asmarkering met groene opvulling en doorgetrokken kantmarkering. In de provincie Utrecht is in het recente verleden tussen de asmarkering bij GOW's ook een groene opvulling gebruikt (zie *Afbeelding B.3*). Dit is in strijd met de REHK en daarom heeft de provincie deze in 2006 weer verwijderd.

Afbeelding B.3. *GOW type II (1x2), met dubbele doorgetrokken asmarkering, onderbroken kantmarkering en vrijliggend fiets/bromfietspad (N210, provincie Utrecht). De groene vulling is begin 2006 verwijderd.*

Binnen de bebouwde kom van St. Odiliënburg, provincie Limburg, is op de N293 een gele opvulling tussen de dubbele asmarkering toegepast om aan te geven dat dit deel van de doorgaande GOW een lagere snelheidslimiet kent van 50 km/uur (zie *Afbeelding B.4*). Doorgaans is het gebruik van de kleur geel echter voorbehouden aan tijdelijke wegmarkeringen bij werk in uitvoering; deze uitvoering is niet conform de REHK.

Afbeelding B.4. *GOW type II (1x2), met dubbele ononderbroken asmarkering, onderbroken kantmarkering en vrijliggend fiets/bromfietspad (N293, provincie Limburg). De gele opvulling (alleen binnen de bebouwde kom) is samen met de nieuwe markering in 2005 aangebracht.*

B.4. Rijrichtingscheiding

De uiteindelijke keuze voor een type rijrichtingscheiding (zie *§ 4.4.4*) zal van verschillende factoren afhangen. Als de wegbeheerder eenmaal gekozen heeft voor een dubbele asmarkering zijn er nog diverse mogelijkheden om het inhalen ook fysiek moeilijker te maken.
Zo kan het wegoppervlak tussen de dubbele asstreep verruwd worden door bijvoorbeeld het gebruik (grovere) steenslag of een ribbelprofiel.
Ook is het mogelijk de ruimte tussen de dubbele ononderbroken asstreep om de vijf meter te voorzien van een oranje kunststofflap van ongeveer 25 cm hoog. Deze kunststofflap is overrijdbaar en vergt (daardoor) veel onderhoud.
De rijrichtingscheiding kan ook uitgevoerd worden met broodjes (dwars) tussen de dubbele asmarkering. Deze optische en meer fysieke scheiding tussen de twee rijstroken ontmoedigt het inhalen merkbaar. Bij veel broodjes (hoge dichtheid) spreekt men van een moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding (zie *Afbeelding B.*5).

De termen 'overrijdbaar', 'moeilijk overrijdbaar' en 'onoverrijdbaar' gebruikt men voor de mate waarin de rijrichtingscheiding het inhalen (over de rijstrook voor tegenliggend verkeer) toelaat. Een onoverrijdbare scheiding kan zo worden vormgegeven dat deze in geval van nood door hulpdiensten toch nog te overkruisen is.

Een iets 'hardere' vorm van rijrichtingscheiding op een GOW80 type II (1x2) is een afgeschuinde, doorlopende 'trottoirband' of betonnen richel. Deze scheiding is niet overrijdbaar, maar kan in geval van nood door hulpdiensten bij zeer lage snelheden overkruist worden (zie *Afbeelding B.6*). Ook deze uitvoering van de rijrichtingscheiding blijkt in de praktijk veel onderhoud te vergen en wordt om die reden in het vervolg niet meer toegepast in Zuid-Holland.

Afbeelding B.5. *Rijstrookscheiding door middel van ononderbroken dubbele asmarkering en broodjes: zachte vorm van rijrichtingscheiding op GOW80 type II (1x2); (N228, provincie Zeeland).*

Afbeelding B.6. *Betonnen richel: semi-harde vorm van rijrichtingscheiding op GOW80 type II (1x2); (N209, provincie Zuid-Holland).*

Een middenberm is een 'harde' vorm van rijrichtingscheiding die verhard kan zijn met klinkers of asfalt, of onverhard (eventueel begroeid). In geval van nood is deze berm door hulpdiensten in sommige gevallen toch nog te overkruisen. Formeel spreekt men van twee rijbanen wanneer deze zijn

gescheiden door een onverharde middenberm (CROW, 1995). Indien de rijrichtingen gescheiden worden door middel van een geleiderail of barrier is er eveneens sprake van een dubbele rijbaan. In de REHK en het *Handboek Wegontwerp* spreekt men van een GOW met dubbele rijbaan (2x1 of 2x2) als buiten de bebouwde kom de middenberm minimaal 3 meter breed is en binnen de kom minimaal 0,50 meter. Strikt gesproken zou dit betekenen dat er bij een smallere verharde middenberm (zonder barrier) sprake is van een enkelbaansweg met harde rijrichtingscheiding. In de praktijk wordt de aanduiding 1x2 versus 2x1 gebruikt om aan te geven of de rijrichtingscheiding wel of niet overrijdbaar is (zie *Afbeeldingen B.7 en B.8*).

Afbeelding B.7. *Smalle onverharde middenberm opgesloten tussen afgeschuinde trottoirbanden: harde vorm van rijrichtingscheiding op GOW80 type II (2x1); (N222, provincie Zuid-Holland).*

Afbeelding B.8. *Smalle verharde middenberm opgesloten tussen afgeschuinde trottoirbanden: harde vorm van rijrichtingscheiding op GOW80 type II (2x1); (N209, provincie Zuid-Holland).*