

Herkenning van duurzaam-veilige wegcategorieën

**Drs. I.N.L.G. van Schagen (SWOV), ir. A. Dijkstra (SWOV),
drs. F.M.M. Claessens (TNO-TM) & dr. W.H. Janssen (TNO-TM)**

Herkenning van duurzaam-veilige wegcategorieën

Selectie van potentieel relevante kenmerken en uitwerking van de onderzoeksopzet

R-98-57

Drs. I.N.L.G. van Schagen (SWOV), ir. A. Dijkstra (SWOV), drs. F.M.M. Claessens (TNO-TM) & dr. W.H. Janssen (TNO-TM)

Leidschendam, 1999

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-98-57
Titel: Herkenning van duurzaam-veilige wegcategorieën
Ondertitel: Selectie van potentieel relevante kenmerken en uitwerking van de onderzoeksopzet
Auteur(s): Drs. I.N.L.G. van Schagen (SWOV), ir. A. Dijkstra (SWOV), drs. F.M.M. Claessens (TNO-TM) & dr. W.H. Janssen (TNO-TM)
Onderzoeksmanager: Drs. M.P. Hagenzieker
Projectnummer SWOV: 55.280
Projectcode opdrachtgever: PRDVL98.025
Opdrachtgever: De inhoud van dit rapport berust op gegevens verkregen in het kader van een project, dat is uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat

Trefwoord(en): Classification, psychology, test method, driver, photography, comprehension, simulation.

Projectinhoud: Door middel van een gestructureerd laboratoriumexperiment, ontwikkeld bij TNO-Technische Menskunde, waarbij gebruik wordt gemaakt van foto's en video-animaties van gemanipuleerde wegsituaties, kan worden bepaald welke wegkenmerken van belang zijn om de herkenbaarheid van de duurzaam-veilig-wegcategorieën te optimaliseren. In dit rapport wordt verslag gedaan van de voorbereidende werkzaamheden voor dat laboratoriumexperiment.

Aantal pagina's: 38
Prijs: f 20,-
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 1999

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070-3209323
Telefax 070-3201261

Samenvatting

De duurzaam-veilig-filosofie gaat uit van een beperkt aantal categorieën wegen met ieder hun een eigen functie. Elk van deze wegcategorieën vereist ander verkeersgedrag en leidt tot andere soorten interacties tussen de verkeersdeelnemers. Het is daarom van groot belang, dat de weggebruikers snel en correct kunnen vaststellen op welke categorie weg zij zich bevinden, en dus welke andere typen voertuigen en weggebruikers met welk gedrag zij daar kunnen verwachten en welk gedrag zijzelf geacht worden daar te vertonen.

Door middel van een gestructureerd laboratoriumexperiment, ontwikkeld bij TNO-Technische Menskunde, waarbij gebruik wordt gemaakt van foto's en video-animaties van gemanipuleerde wegsituaties, kan worden bepaald welke wegkenmerken van belang zijn om de herkenbaarheid van de duurzaam-veilig-wegcategorieën te optimaliseren.

In het kader van het meerjarig onderzoek 'Duurzaam-Veilige Wegomgeving en Gedrag' wordt in dit rapport verslag gedaan van de voorbereidende werkzaamheden voor een dergelijk laboratoriumexperiment: het identificeren en selecteren van potentieel relevante wegkenmerken en de concrete uitwerking van de onderzoeksopzet: dit is activiteit 1a van het raamwerkprogramma.

Eerst wordt - op grond van diverse CROW-publicaties - een overzicht gegeven van de tot nu toe ontwikkelde ideeën omtrent de vormgeving en inrichting van de duurzaam-veilige wegcategorieën. Deze ideeën moeten gezien worden als de randvoorwaarden, waarbinnen het laboratorium-experiment gestalte moet krijgen. Vervolgens wordt een aantal algemene criteria geformuleerd, waaraan de te variëren wegkenmerken moeten voldoen. Daarna wordt een samenvatting gegeven van eerder uitgevoerde onderzoeken op dit terrein.

Voor de onderzoeksopzet betekent dit dat geëxperimenteerd wordt met vier varianten van wegontwerpen voor de vijf wegcategorieën zoals die volgens de principes van een duurzaam-veilig wegverkeer worden onderscheiden:

- stroomwegen;
- 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen;
- 60 km/uur-erftoegangswegen;
- 50 km/uur-gebiedsontsluitingswegen;
- 30 km/uur-erftoegangswegen.

De ontwerpvarianten zijn zo uitgewerkt, dat onderzocht kan worden wat het effect is van de volgende vijf wegkenmerken op de herkenning van wegcategorieën door verkeersdeelnemers:

- verhardingskleur;
- rijrichtingscheiding;
- kantmarkering;
- anti-stroommarkering;
- bermmarkering.

Tevens wordt nagegaan en welke invloed deze kenmerken hebben op het verwachtingspatroon (soorten verkeersdeelnemers, veilige rijnsnelheid enzovoort) van verkeersdeelnemers op wegen van een bepaalde categorie. Tot slot wordt het komende experiment nader gespecificeerd.

Summary

Recognition of sustainably safe road types

The sustainably safe concept presupposes a limited number of road types, each with its own function. Each of these road types requires a different traffic behaviour and leads to different interactions between road users. It is, therefore, of great importance that road users can quickly and correctly establish which road type they are on. Also it is important to know which other vehicle and road user types showing which behaviour can be expected, and what their own behaviour should be.

It can be determined which road characteristics are important to optimize the recognisability of the sustainably safe road types. This is done by using a structured TNO Human Factors Research Institute laboratory experiment, in which photographs and video animations are used.

This report, within the framework of the long term project "Sustainably Safe Road Environment and Behaviour", presents the results of the preparatory activities for such a laboratory experiment. These were: identifying and selecting potential, relevant road characteristics; and making a definite research design. This activity is 1a of the framework programme.

First of all, using various CROW studies, an overview is given of those ideas, up till now, about the design and layout of sustainably safe road types. These ideas should be seen as the preconditions, within which the laboratory experiment must take shape. Next, a number of general criteria are formulated, to which the variable road characteristics have to conform. Then a summary is given of previous studies of this subject.

The research design involves experimenting with four variants of road designs of the five road types according to the principles of sustainably safe:

- through-roads,
- 80 km/h collector roads,
- 60 km/h residential roads,
- 50 km/h collector roads,
- 30 km/h residential roads.

The design variants have been so worked out that it is possible to study the effect of the following five road characteristics on the recognition of the road types by the road users:

- surface colour,
- type of central marking,
- type of edge marking,
- alternative pavement marking (narrowing-illusion marking),
- roadside posts.

At the same time, the influence of these characteristics on the expectations (road user types, safe speed etc.) of road users of a particular road type were investigated.

Finally, the design of the experiment is examined more closely.

Inhoud

<i>Gebruikte afkortingen</i>	6
1. <i>Inleiding</i>	7
2. <i>De randvoorwaarden bij het selecteren van potentieel relevante wegkenmerken</i>	9
2.1. <i>Inleiding</i>	9
2.2. <i>Eisen aan wegvakken van verschillende duurzaam-veilige wegcategorieën</i>	9
2.3. <i>Eisen aan uitwisselpunten en overgangen tussen verschillende wegcategorieën</i>	10
2.4. <i>De hardheid van de eisen</i>	11
2.5. <i>Nadere specificaties van een aantal kenmerken</i>	12
3. <i>Identificatie- en selectiecriteria voor potentieel relevante kenmerken</i>	14
4. <i>Andere mogelijk relevante kenmerken: de literatuur</i>	17
4.1. <i>Inleiding</i>	17
4.2. <i>Overzicht van de relevante literatuur</i>	17
4.3. <i>Algemene conclusies op grond van de literatuur</i>	23
5. <i>De geselecteerde kenmerken: constructie van te vergelijken ontwerpvarianten</i>	26
5.1. <i>Inleiding</i>	26
5.2. <i>Wegvakken</i>	26
5.2.1. <i>De basisontwerpvariant</i>	26
5.2.2. <i>De variabele wegkenmerken</i>	28
5.2.3. <i>Wegkenmerken met natuurlijke variatie</i>	30
5.3. <i>Uitwisselpunten</i>	31
5.4. <i>Overgangen</i>	32
6. <i>Algemene opzet en methode van het experiment</i>	33
6.1. <i>Inleiding</i>	33
6.2. <i>Deelexperiment 1: Categoriseertaak</i>	33
6.3. <i>Deelexperiment 2: Leertaak</i>	34
6.4. <i>Deelexperiment 3: Verwachtingstaak wegvakken</i>	34
6.5. <i>Deelexperiment 4: Verwachtingstaak uitwisselpunten</i>	35
<i>Literatuur</i>	37

Gebruikte afkortingen

CROW	Centrum voor Onderzoek en Regelgeving in de Grond- Water-en Wegenbouw en de Verkeerstechniek
ETW	erftoegangsweg
GOW	gebiedsontsluitingsweg
OV-baan	openbaar-vervoer-baan;
SRm	snelheidsremmende maatregel
SW	stroomweg
VRm	voorrangsmaatregel
WOV	wegontwerpvariant

1. Inleiding

In het kader van het meerjarig onderzoek 'Duurzaam-Veilige Wegomgeving en Gedrag' (zie Hagenzieker et al., 1998) wordt in dit rapport verslag gedaan van de voorbereidende werkzaamheden voor een laboratorium-experiment naar de optimalisatie van de herkenbaarheid van de duurzaam-veilige wegcategorieën.

In de duurzaam-veilig-filosofie wordt een drietal wegcategorieën onderscheiden met elk een eigen specifieke functie, met specifieke operationele eisen en met vereisten ten opzichte van het gedrag van en de interactie tussen weggebruikers.

De drie wegcategorieën zijn (SWOV, 1992; CROW, 1997):

- stroomwegen, die bedoeld zijn voor een continue doorstroming van het gemotoriseerd verkeer;
- gebiedsontsluitingswegen, die bedoeld zijn als verbinding tussen stroomwegen en erftoegangswegen;
- erftoegangswegen, die bedoeld zijn voor het toegankelijk maken van particuliere of openbare percelen of groepen van percelen (woonerf/winkelerf).

Stroomwegen zijn in een duurzaam-veilige infrastructuur uitsluitend buiten de bebouwde kom te vinden, terwijl de andere twee wegcategorieën zowel binnen als buiten de bebouwde kom zullen voorkomen.

Het indelen van het wegennet in een beperkt aantal duidelijk herkenbare, categorieën heeft als doel de veiligheid te verhogen door:

1. de functionaliteit van het wegennet te verhogen, met als doel het onbedoeld gebruik van de infrastructuur te voorkomen;
2. de homogeniteit van het verkeer te vergroten, dit betekent het verminderen van ontmoetingen tussen verkeer waarbij sprake is van hoge onderlinge snelheidsverschillen en grote massa- en richtingsverschillen;
3. de voorspelbaarheid te vergroten van de aanwezigheid van andere (soorten) verkeersdeelnemers en van het gedrag van die verkeersdeelnemers; bovendien moet te vergroten en duidelijkheid gegeven worden over het eigen gewenste gedrag. Onzeker gedrag van verkeersdeelnemers moet voorkomen worden.

Het moge duidelijk zijn dat op de verschillende wegcategorieën verschillend verkeersgedrag vereist is en dat er andere soorten interacties tussen verkeersdeelnemers 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. De snelheden zijn er laag.

Het is van groot belang dat de weggebruikers snel en correct kunnen vaststellen op welke wegcategorie zij zich bevinden, en welke andere typen voertuigen en weggebruikers met welk gedrag zij daar kunnen verwachten, en welk gedrag zijzelf geacht worden daar te vertonen.

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat weggebruikers de verkeersomgeving vaak op een andere manier ordenen en structureren dan volgens de huidige indeling van wegcategorieën (Gundy, 1994; 1995; Theeuwes & Diks, 1995b; Gundy et al., 1997). Kennelijk kunnen de categorieën slecht worden afgeleid uit de kenmerken van de wegen. Dit zou echter kunnen worden verbeterd door systematisch bepaalde kenmerken bij bepaalde wegcategorieën toe te passen (Kaptein & Theeuwes, 1996).

Het is nu de hoogste tijd om op systematische en empirische wijze na te gaan welke kenmerken het snel en juist herkennen van wegcategorieën optimaliseren. Immers, het Nederlandse wegennet zal op korte termijn opnieuw gecategoriseerd worden volgens de duurzaam-veilig-principes. En vervolgens zullen op relatief grote schaal infrastructurele aanpassingen aan het wegennet worden doorgevoerd om een duurzaam-veilige weginrichting te realiseren. Deze kennis over de bepalende kenmerken kan dan worden meegenomen bij de verdere concretisering van de duurzaam-veilig-principes.

In het volgende hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de tot nog toe ontwikkelde ideeën omtrent de vormgeving en inrichting van de duurzaam-veilige wegcategorieën op grond van diverse CROW-publicaties. Deze ideeën moeten gezien worden als de randvoorwaarden, waarbinnen het uit te voeren experiment gestalte moet krijgen. *Hoofdstuk 3* geeft een aantal algemene criteria, waaraan de te variëren kenmerken moeten voldoen. In *Hoofdstuk 4* wordt een samenvatting gegeven van eerder uitgevoerde onderzoeken op dit terrein. Een en ander leidt tot de constructie van vier ontwerpvarianten van verschillende wegcategorieën. In het toekomstig onderzoek zal op basis van deze vier varianten het effect van een aantal wegkenmerken op de herkenning van de wegcategorieën worden onderzocht (*Hoofdstuk 5*). In het laatste hoofdstuk tenslotte wordt de opzet van het toekomstig experiment nader gespecificeerd.

2. De randvoorwaarden bij het selecteren van potentieel relevante wegkenmerken

2.1. Inleiding

De filosofie en principes van 'duurzaam veilig' stammen uit het begin van de jaren negentig en vanaf die tijd zijn de algemene uitgangspunten en principes langzaam maar zeker verder geconcretiseerd en geoperationaliseerd. Dit is echter een doorlopend proces, dat nog niet is afgerond. Op veel aspecten moet nog tot een nadere invulling van de concrete eisen worden gekomen, uiteraard zoveel mogelijk gevoed vanuit empirische gegevens. Het is op dit punt dat de onderhavige studie naar de herkenbaarheid van duurzaam-veilige wegcategorieën een bijdrage beoogt te leveren. Een en ander betekent dat uitgegaan moet worden van de tot nu toe gemaakte afspraken over de concretisering van 'duurzaam veilig'. Met andere woorden, de inhoud van de volgende publicaties vormt de randvoorwaarde voor het identificeren en selecteren van kenmerken die in het laboratorium-experiment worden meegenomen:

- Handboek categorisering wegen op duurzaam-veilige basis (publicatie 116, CROW, 1997);
- Handleiding startprogramma (CROW, 1998a, concept 20 februari 1998);
- Inrichtingscriteria voor duurzaam-veilige wegen buiten de bebouwde kom (CROW, 1998b, concept van 5 maart 1998).

In de volgende paragrafen wordt inhoudelijk ingegaan op deze randvoorwaarden en uitgangspunten.

2.2. Eisen aan wegvakken van verschillende duurzaam-veilige wegcategorieën

In de CROW-publicatie 116 (CROW, 1997) worden zowel de functionele als de operationele eisen ten aanzien van duurzaam-veilige categorisering en inrichting van de infrastructuur gepresenteerd. De functionele eisen zijn vooral bedoeld voor het netwerkniveau en zijn derhalve minder relevant voor deze studie. Bij de operationele eisen wordt onderscheid gemaakt tussen de drie wegcategorieën buiten de bebouwde kom en de twee categorieën binnen de bebouwde kom. *Tabel 1* op de volgende pagina geeft een overzicht van deze operationele eisen op basis van CROW- publicatie 116.

	Buiten de bebouwde kom			Binnen de bebouwde kom	
	Stroomweg	Gebieds- ontsluitingsweg	Erftoegangsweg	Gebieds- ontsluitingsweg	Erftoegangsweg
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	ja	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 rijbaan	nee	nee	afhankelijk van situatie	nee	ja
Bromfietsers op rijbaan	nee	nee	ja	ja, behalve bij 70 km/uur	ja
Langzaam gemotoriseerd 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 1. Eisen aan de wegvakken van de verschillende duurzaam-veilige wegcategorieën (Bron: bewerking van de tabellen 8 en 10 in CROW, 1997).

2.3. Eisen aan uitwisselpunten en overgangen tussen verschillende wegcategorieën

Behalve eisen aan wegvakken bestaan er ook eisen ten aanzien van de kruisingen en kruispunten tussen wegen van verschillende categorieën (uitwisselpunten) en ten aanzien van de punten waar de ene categorie weg overgaat in een andere categorie (overgangen). Deze eisen staan samengevat in Tabel 2.

Weg-categorie	Wisselt uit met of gaat over in	Buiten de bebouwde kom			Binnen de bebouwde kom	
		Stroomweg SW	Gebieds- ontsluitingsweg GOW	Erftoegangs- weg ETW	Gebieds- ontsluitingswe g GOW	Erftoegangs- weg ETW
Buiten de bebouwde kom	SW	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 t.g.v. fietspad & SRm	n.v.t.	
	OV-baan	ongelijkvloers	ongelijkvloers of volledig bewaakt	ongelijkvloers of bewaakt		
	raillijn	ongelijkvloers	ongelijkvloers	ongelijkvloers		
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.			gelijkvloers VRm & SRm	gelijkvloers VRm t.g.v. fietspad & SRm
	OV-baan				gelijkvloers VRm & SRm	gelijkvloers VRm & SRm
	raillijn				ongelijkvloers of volledig bewaakt	ongelijkvloers of bewaakt

OV-baan: openbaar-vervoer-baan; VRm: voorrangmaatregel; SRm: snelheidsremmende maatregel.
De dik omliggende cellen betreffen overgangen tussen categorieën

Tabel 2. Eisen aan de uitwisselpunten (kruisingen en kruispunten) van en overgangen tussen de verschillende duurzaam-veilige wegcategorieën (Bron: bewerking van Tabellen 9, 11 en 12 in CROW, 1997).

2.4. De hardheid van de eisen

De mate waarin de bovengenoemde operationele eisen vastliggen verschilt.

Het gaat hierbij om twee aspecten van hardheid van de eisen:

- Wordt de eis als absoluut noodzakelijk beschouwd voor het goed functioneren van een bepaalde wegcategorie?
- Bestaat er overeenstemming over de concrete invulling van de eis (afmeting/omvang/fysieke vormgeving)?

Beide aspecten worden in Tabel 3 uitgewerkt.

	Mate waarin de operationele eisen vastliggen	Mate waarin concrete invulling vastligt (zoals afmeting, omvang, fysieke vormgeving)
Snelheidslimiet (km/uur)	vast	vast
Markering (in lengterichting)	vast	vormgeving in discussie
Rijbaanindeling (rijbanen * rijstroken)	vast	vast
Pechvoorziening	vast	vast
Rijrichtingscheiding	vast	vormgeving in discussie
Verharding, mate van vlakheid	in discussie	vormgeving in discussie
Erfaansluitingen	vast	vormgeving van erfaansluitingen in discussie
Oversteken (op wegvakken)	vast	vast
Parkeren	vast	vast
Halte openbaar vervoer	vast	vast
Obstakelafstand	vast	afmetingen in discussie
Fietsers op rijbaan	in discussie voor erftoegangswegen (met name buiten de kom)	wel of geen fietspaden langs erftoegangswegen
Bromfietsers op rijbaan	vast	vast
Langzaam gemotoriseerd verkeer op rijbaan	vast	vast
Snelheidsremmers	in discussie (met name voor gebiedsontsluitende wegen)	vormgeving in discussie
Verlichting	in discussie (nauwelijks relevant buiten de kom)	vormgeving in discussie
Bewegwijzering	vast	vormgeving in discussie

Tabel 3. *Hardheid van de operationele eisen.*

2.5. Nadere specificaties van een aantal kenmerken

In de concept-inrichtingscriteria voor duurzaam-veilige wegen buiten de bebouwde kom (CROW, 1998b) zijn aan een aantal van de wegvak- en kruispuntkenmerken al nadere eisen gesteld (*Tabellen 4 en 5*). Het betreft hier steeds situaties buiten de bebouwde kom. Voor de situaties binnen de bebouwde kom zijn nog geen nadere specificaties beschikbaar.

	Erftoegangsweg (ETW)	Gebiedsontsluitingsweg (GOW)	Stroomweg (SW)
Kantmarkering	geen, behalve eventueel in bochten	rechts onderbroken, links ononderbroken	links en rechts ononderbroken
Rijrichtingscheiding	geen	moeilijk overrijdbaar of dubbele asstreek met om de 10 à 25m 'flappen', reflectoren, of 'paaltjes'	niet overrijdbaar (geleiderail)
Obstakelafstand	4 m	7 m	10 m

Tabel 4. *Vormgevingseisen voor wegvakken van duurzaam-veilige wegen buiten de bebouwde kom (ontleend aan CROW, 1998b).*

	Gebiedsontsluitingsweg (GOW)	Erftoegangsweg (ETW)	Solitair fietspad
GOW	plateaus 100m vóór en 100m 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 100m 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 5. *Type snelheidsbeperkende maatregel bij gelijkvloerse kruispunten buiten de bebouwde kom (ontleend aan CROW, 1998b).*

3. Identificatie- en selectiecriteria voor potentieel relevante kenmerken

Uit de *Tabellen 1 en 2* wordt duidelijk dat de operationele eisen zich bevinden op verschillende inhoudelijke niveaus en niet in gelijke mate relevant zijn voor de herkenbaarheid van wegcategorieën. Zoals eerder is uiteengezet is het van belang dat de weggebruiker een wegcategorie snel en op correcte wijze herkent. Dit is zo belangrijk, omdat hij aanwijzingen krijgt over de mogelijke aan- of afwezigheid van bepaalde andere typen verkeersdeelnemers en over het gedrag van die verkeersdeelnemers, alsook over het eigen gewenste gedrag. Een weg en/of de directe omgeving moet zodanig zijn ingericht dat het een verkeersdeelnemer op elk moment, zowel in tijd als plaats, duidelijk is op welk type weg hij/zij zich bevindt. De vraag die door middel van het geplande onderzoek (laboratorium-experiment) beantwoord moet worden is welke wegkenmerken dit kunnen bewerkstelligen.

Dit 'op elk moment, zowel in tijd als plaats' is tegelijkertijd één van de belangrijkste identificatie- en selectiecriteria voor relevante kenmerken van wegvakken. De kenmerken moeten continu waarneembaar zijn voor een verkeersdeelnemer. Een kenmerk als 'fietsers op de rijbaan' is dit bijvoorbeeld niet, omdat er niet altijd een fietser aanwezig is wanneer dit gezien het type weg wel mogelijk is. Hetzelfde geldt voor de plaats van de halte van het openbaar vervoer. Het niet aanwezig zijn van een halte van het openbaar vervoer betekent niet automatisch dat men zich op een stroomweg bevindt (anderzijds betekent een halte op de rijbaan wel, dat men zich op een erftoegangsweg bevindt). Een snelheidslimiet is evenmin een geschikt kenmerk, omdat deze limiet niet constant wordt aangegeven (met uitzondering van de 100 km/uur-gedeelten op de autosnelwegen). Bovendien zou het herkennen van de wegcategorie informatie moeten geven over de gewenste snelheid en niet andersom. Wat dus nodig is, zijn kenmerken - van de weg zelf of van de directe omgeving - die continu waarneembaar zijn.

De praktische toepasbaarheid en haalbaarheid van het aanbrengen of toepassen van de kenmerken is een ander belangrijk selectie criterium. Het is bijvoorbeeld zeer wel denkbaar dat de kleur van de verlichting of van de verlichtingsmasten de herkenbaarheid van de wegcategorieën aanzienlijk verbetert. Het lijkt echter uiterst onwaarschijnlijk, en daarmee niet haalbaar, dat het gehele Nederlandse wegennet binnen en buiten de bebouwde kom, van stroomweg tot erftoegangsweg, op wegvakken en kruispunten van verlichting zal worden voorzien. Uiteraard is de mate waarin het aanbrengen van bepaalde kenmerken toepasbaar en haalbaar is een continuüm.

Een derde belangrijk selectie criterium is dat de aan te brengen kenmerken op zichzelf niet nadelig mogen zijn voor de veiligheid en dat ze ook bij minder gunstige omstandigheden (donker, sneeuw) zichtbaar zijn.

Uit de lijst van eisen ten aanzien van *wegvakken (Tabel 1)* blijven, met bovenstaande criteria in het achterhoofd, voorlopig de volgende potentieel relevante kenmerken over:

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

Wat de *uitwisselpunten en overgangen* betreft ligt de zaak iets ingewikkelder dan bij *wegvakken*. Het gaat hierbij in feite om de twee verschillende vragen, die door middel van onderzoek beantwoord moeten worden:

1. Stellen de weggebruikers, indien nodig, na een uitwisselpunt of overgang hun verwachtingen ten aanzien van de aan- of afwezigheid van andere verkeersdeelnemers en ten aanzien van de veilige snelheid snel en correct bij?
2. Is aan de inrichting en/of vormgeving van een kruispunt of overgang te zien tussen welke twee categorieën wegen uitwisseling dan wel overgang plaatsvindt en is dus duidelijk welke verkeersdeelnemers men kan verwachten op het kruisingsvlak en/of op het daarop volgende *wegvak*?

De drie essentiële kenmerken van uitwisselpunten, die op dit moment zijn uitgewerkt, zijn:

- gelijkvloers versus ongelijkvloers;
- snelheidsremmende maatregel versus geen snelheidsremmende maatregel;
- voorrangmaatregel versus geen voorrangmaatregel.

Uitwisselingen tussen twee stroomwegen onderling of tussen een gebiedsontsluitingsweg en een stroomweg (dus buiten de bebouwde kom) zijn altijd ongelijkvloers. Bij een gelijkvloerse kruising kan het gaan om een uitwisseling tussen twee gebiedsontsluitingswegen, twee erftoegangswegen of tussen een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg. Het kenmerk gelijkvloers versus ongelijkvloers geeft dus geen eenduidig onderscheid aan tussen het type uitwisselpunt.

Bij gelijkvloerse uitwisselpunten is in alle gevallen een snelheidsbeperkende maatregel voorzien (zie *Tabellen 2 en 5*). Echter ook door het type snelheidsbeperkende maatregel zijn de verschillende soorten uitwisselpunten niet eenduidig te onderscheiden. Een rotonde, bijvoorbeeld, kan duiden op een uitwisseling tussen twee gebiedsontsluitingswegen of op een uitwisseling tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg. Een plateau op een gebiedsontsluitingsweg kan zowel duiden op een kruising met een andere gebiedsontsluitingsweg maar ook op een kruising met een solitair fietspad.

Het laatste door CROW onderscheiden kenmerk van kruispunten is de voorrangmaatregel. Alleen bij de uitwisseling tussen twee erftoegangswegen is er geen voorrangmaatregel, in elke andere situatie wel. Op het moment dat een gelijkvloers kruispunt geen voorrangmaatregel heeft gaat het dus uitsluitend om de uitwisseling tussen twee erftoegangswegen. Bij een gelijkvloerse kruising met voorrangregeling kan het gaan om ofwel twee gebiedsontsluitingswegen ofwel een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg.

Een en ander betekent 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 2*) kunnen dus geen potentieel relevante kenmerken worden gedistilleerd.

Hoewel het vanuit de duurzaam-veilig-principes niet wenselijk is, kan het in de praktijk gebeuren dat een bepaalde wegcategorie overgaat in een andere zonder dat er een uitwisselpunt is. Dergelijke overgangen kunnen bijvoorbeeld voorkomen bij gemeentegrenzen of waar het provinciale netwerk overgaat in een gemeentelijk. 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 verdient het wellicht de voorkeur de overgangen expliciet aan te geven door middel van specifieke 'overgangs'-kenmerken. De duurzaam-veilige vormgeving van overgangen is op dit moment nog niet uitgewerkt. Ook voor de overgangen geldt dus dat uit de randvoorwaarden geen relevante kenmerken kunnen worden gehaald.

4. Andere mogelijk relevante kenmerken: de literatuur

4.1. Inleiding

Vanuit de nu bekende randvoorwaarden voor de vormgeving en inrichting van de verschillende wegcategorieën is in voorgaand hoofdstuk een beperkt aantal kenmerken geïdentificeerd die mogelijk relevant zijn voor de herkenbaarheid van de categorieën. Uiteraard zijn er veel meer kenmerken denkbaar. Van een (klein) gedeelte daarvan is in eerder onderzoek empirisch vastgesteld dat ze inderdaad belangrijk zijn voor de herkenbaarheid; van de meeste kenmerken is het belang nog niet wetenschappelijk onderbouwd. In dit hoofdstuk worden eerst de direct of indirect relevante onderzoeken op dit gebied in chronologische volgorde beschreven (§ 4.2), hetgeen resulteert in een synthese van de belangrijkste bevindingen (§ 4.3).

4.2. Overzicht van de relevante literatuur

Fleury et al. (1991a; 1991b en 1992)

In het begin van de jaren negentig zijn in Frankrijk enkele onderzoeken uitgevoerd naar de subjectieve indeling van wegen door zowel ervaren als onervaren automobilisten binnen en buiten de bebouwde kom. De proefpersonen werd gevraagd aan de hand van foto's van wegsituaties een indeling te maken, mede op grond van de problemen die ze als automobilist zouden kunnen tegenkomen. Ervaren automobilisten bleken een beperkt aantal groepen te onderscheiden met elk weer een aantal onderverdelingen. Buiten de bebouwde kom speelden kenmerken van de weg zelf (verloop, breedte, belijning, type en staat van het wegdek) en de wegomgeving een rol bij de indeling. Binnen de bebouwde kom was dit met name de wegbreedte en het grondgebruik langs de weg. Onervaren automobilisten deelden de wegen in meer groepen in, maar zonder verdere onderverdeling.

Conclusies voor toekomstig onderzoek

Ervaren en onervaren automobilisten hanteren vanuit zichzelf verschillende indelingen van het wegennet. Er moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid dat ook de herkenning van wegcategorieën gebeurt op grond van verschillende kenmerken. Kenmerken die voor ervaren automobilisten een rol speelden bij de indeling waren enerzijds kenmerken van de weg zelf (belijning, verloop, breedte), anderzijds kenmerken van de directe omgeving van de weg (grondgebruik langs de weg).

Steyvers & Radersma (1993)

Proefpersonen, allen ervaren automobilisten, moesten foto's van wegen buiten de bebouwde kom (alle zogenaamde 80 km/uur-wegen) sorteren naar snelheid waarmee men gemakkelijk en veilig over de desbetreffende weg kon rijden: 60, 70, 80, 90 of 100 km/uur. De wegen die als 60 km/uur werden aangemerkt hadden de volgende kenmerken: smal, bochtig, vaak slecht wegdek, geen belijning, begroeiing tot vlak bij de weg. Wegen die als 90 of 100 km/uur werden aangemerkt hadden de volgende kenmerken: breed, recht, goed wegdek, wegasbelijning, wegkantbelijning, geen of bescheiden

begroeiing vlak langs de weg. De kenmerken van wegen die als 70 of 80 km/uur-wegen werden gezien zijn veel minder eenduidig.

Conclusie voor toekomstig onderzoek

Een weg waar 60 km/uur als de juiste snelheid wordt gezien (erftoegangsweg buiten de bebouwde kom) is, in de ogen van automobilisten, bochtig en smal en heeft geen belijning, vaak een slecht wegdek en begroeiing tot vlak langs de weg. Een weg waar 100 km/uur als juiste snelheid wordt gezien (stroomweg, niet autosnelweg) is in de ogen van automobilisten breed, recht, met volledige belijning, heeft een goed wegdek en enige ruimte tussen de weg en de begroeiing. Voor wegen waar 80 km/uur als juiste snelheid wordt gezien (gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom) kunnen geen eenduidige kenmerken worden vastgesteld.

Theeuwes (1994)

In een exploratieve studie naar 'Self-Explaining Roads' is een experiment uitgevoerd om een beeld te krijgen van prototypische representaties die de basis vormen voor wegategorisatie. Proefpersonen dienden foto's van bestaande wegomgevingen buiten de bebouwde kom zo snel mogelijk te categoriseren. Het ging om foto's die systematisch gemanipuleerd waren. Het uitgangspunt was dat prototypische foto's efficiënt konden worden gecategoriseerd in tegenstelling tot non-prototypische foto's. Het bleek dat vluchtstroken en geleiderails prototypische kenmerken zijn van autosnelwegen. Zij werkten verwarrend als zij op een ander wegtype geplaatst werden. Bovendien hielpen zij, samen met signaleringsborden boven de weg, snelwegen te onderscheiden van andere wegen. Er bleek geen sterk prototype te zijn voor 80 km/uur-wegen. Het toevoegen van fietspaden bij tweebaans-80-km/uur-wegen met geslotenverklaring en het toevoegen van stedelijke wegkenmerken, zoals geparkeerde auto's, huizen, uitritten en vluchtheuvels bij 80 km/uur-wegen zonder geslotenverklaring bleek het onderscheid tussen deze wegen en autowegen te vergroten.

Conclusie voor toekomstig onderzoek

Er is een aantal prototypische kenmerken gevonden die belangrijk zijn voor het herkennen van wegcategorieën, namelijk:

- vluchtstroken, geleiderails en signaleringsborden voor autosnelwegen;
- fietspaden bij tweebaans-80-km/uur-wegen met geslotenverklaring;
- stedelijke wegkenmerken bij 80 km/uur-wegen zonder geslotenverklaring

Gundy (1994)

In deze studie is proefpersonen gevraagd foto's van bestaande wegsituaties (zonder verkeer) te sorteren in minimaal drie en maximaal negen stapels op grond van eigen inzicht, maar relevant en nuttig vanuit hun rol als automobilist. De foto's betroffen wegen buiten de bebouwde kom behorend tot een van zeven verschillende categorieën (geen autosnelwegen). Op de foto's waren rechte wegvakken, wegvakken met een bocht en kruispunten te zien. De centrale vraag van dit onderzoek was, op grond van welke kenmerken automobilisten in hun rol als weggebruiker onderscheid maken tussen wegsituaties. De conclusie is dat weggebruikers onderscheid maken tussen kruispunt- en niet-kruispuntsituaties; tussen wegen met twee en met één rijbaan en tussen rechte wegvakken en wegvakken met een bocht.

Conclusie voor toekomstig onderzoek

Voor het herkennen van de juiste wegcategorie is het verschil tussen wegvakken en kruispunten en het verschil tussen rechte wegvakken en wegvakken met een bocht minder relevant. Blijft over, hetgeen ook gevonden is in andere studies, het aantal rijbanen/stroken als onderscheidend kenmerk.

Theeuwes & Diks (1995a)

Deze studie geeft een overzicht van literatuur over het categoriseren van omgevingen. Naast de theoretische onderbouwing van de mogelijke categoriseringsmodellen (klassiek, exemplar, prototype en gemengde modellen) wordt een overzicht gegeven van de tot nu toe gebruikte methoden en analysetechnieken bij het categoriseren van omgevingen.

De analyse geeft aan dat omgevingscategorisering gebaseerd is op prototypen aangevuld door specifieke exemplaar informatie. De interne structuur van omgevingskennis is hiërarchisch georganiseerd (van abstract naar specifiek).

Conclusie voor toekomstig onderzoek

Multi-dimensionele schaalanalyse en clusteranalyse zijn, gecombineerd met sorteertaken, de beste technieken om een goed beeld te krijgen van subjectieve categorisering. Mensen categoriseren aan de hand van prototypen, aangevuld door specifieke exemplaar-informatie. Als wegkenmerken zoveel mogelijk gelijk zijn binnen en zo veel mogelijk verschillen tussen wegcategorieën, komt dit de effectiviteit en efficiëntie van categorisatie ten goede.

Theeuwes & Diks (1995b)

In deze studie werden foto's van vier officiële categorieën buiten de bebouwde kom (autosnelwegen, autowegen, 80 km/uur-wegen met geslotenverklaring, 80 km/uur-wegen zonder geslotenverklaring) gebruikt. De proefpersonen werd gevraagd deze foto's op een logische wijze te ordenen, waarbij de nadruk werd gelegd op het gedrag op de verschillende wegen. De resultaten laten zien dat de subjectieve categorieën slechts in beperkte mate overeenkomen met de officiële categorieën. De afwijkingen betroffen vooral de twee middencategorieën: de autowegen en de 80 km/uur-wegen met geslotenverklaring. Uit het onderzoek komt onder andere naar voren dat het aantal rijbanen/stroken een belangrijk kenmerk is bij de categorisering door automobilisten. In het tweede deel van het onderzoek werd de proefpersonen gevraagd naar de snelheid die zij zouden kiezen op de gefotografeerde wegen. Op de foto's van de bestaande situaties werd een aantal elementen toegevoegd, weggehaald of veranderd. Ook voor deze gemanipuleerde foto's werd gevraagd naar de snelheidskeuze. De manipulaties van sommige kenmerken hadden een (klein) effect op de snelheidskeuze (en derhalve op de herkenning van de categorie). Bij autosnelwegen hadden kleine variaties zoals het weghalen van de vluchtstrook of het versmallen van de rijstroken geen effect. Door het smaller maken van de rijstroken van de autowegen begonnen zij meer op een 80 km/uur-weg met geslotenverklaring te lijken; het toevoegen van een apart fietspad had geen effect. Een 80 km/uur-weg met geslotenverklaring begon meer op een 80 km/uur-weg voor alle verkeer te lijken als de kantmarkering werd weggehaald en als de rijstroken smaller werden gemaakt. Het weghalen van het fietspad en het breder maken van de rijstroken deden de weg daarentegen niet méér lijken op een autoweg. Bij de weg voor alle

verkeer had het breder maken van de rijstroken geen effect, maar het toevoegen van kantmarkeringen wel: men dacht harder te kunnen rijden.

Conclusies voor toekomstig onderzoek

De volgende wegkenmerken blijken invloed te hebben op de subjectieve indeling van wegen in categorieën en/of de gekozen snelheid op verschillende wegen (en daarmee op het onderscheid tussen categorieën): aantal rijstroken/banen, rijstrookbreedte en kantmarkering. Vluchtstroken en de aan- of afwezigheid van fietspaden lijken geen directe invloed te hebben op de snelheidskeuze.

Gundy (1996)

Een gelijksoortig onderzoek als de Gundy-1994-studie is uitgevoerd naar de cognitieve organisatie van wegen binnen de bebouwde kom (zeven wegklassen met wegvakken en kruispunten). Gevonden werd dat er een relatief grote mate van overeenkomst bestaat tussen de indeling die de proefpersonen maakten en de zeven wegklassen. De aan- of afwezigheid van een kruispunt speelde geen rol van betekenis, in tegenstelling tot de situaties buiten de bebouwde kom. Een aantal klassen echter werd stelselmatig met elkaar verward: 50 km/uur-dubbelbaans- met 50 km/uur-enkelbaansverkeersaders gesloten voor langzaam verkeer; 70 km/uur-dubbelbaansverkeersaders met 50 km/uur-dubbel- en enkelbaansverkeersaders; en aan de onderkant: 30 km/uur-woonstraten en woonerven. In het tweede deel van het onderzoek werd gevraagd naar de veilig geachte snelheid en de kans om langzaam verkeer tegen te komen. Ook hier bleek weer, dat de antwoorden duidelijk gerelateerd konden worden aan de wegklasse: hoe 'hoger' de klasse hoe hoger de veilig geachte snelheid en hoe kleiner de kans op langzaam verkeer.

Conclusie voor toekomstig onderzoek

Opmerkelijk is het feit dat het aantal rijbanen/stroken geen kenmerk was dat proefpersonen gebruikt hebben bij het indelen van wegsituaties in groepen. Zowel in het eerdere onderzoek van Gundy (1994) als in de andere besproken onderzoeken bleek dit wel een belangrijk kenmerk. Het ging daarbij echter steeds om wegen buiten de bebouwde kom.

Kaptein & Theeuwes (1996)

Er is onderzoek gedaan naar de effecten van de vormgeving op de categorie-indeling en de verwachtingen ten aanzien van 80 km/uur-wegen buiten de bebouwde kom. Dit is gedaan met behulp van een categorisertaak (sorteren van foto's van wegbeelden) en een reactietijdtaak (beantwoorden van vragen over verwachtingen). Er zijn bestaande en alternatieve ontwerpssystemen (gemanipuleerde set van wegen) gebruikt. De diverse alternatieve systemen hadden in verschillende mate een positief effect. Alleen eenbaans-80-km/uur-wegen voor alle verkeer worden als een eenduidige categorie gezien. Het is onvoldoende duidelijk op welk type 80 km/uur-weg landbouwverkeer kan worden verwacht; in veel gevallen verwacht men ten onrechte geen langzaam verkeer. Op dubbelbaanswegen gesloten voor langzaam verkeer worden in 50 procent van de gevallen ten onrechte tegenliggers verwacht. Op tweestrookswegen voor alle verkeer worden in 25 procent van de gevallen geen fietsers verwacht. Het aanbrengen

van fietsstroken op de rijbaan en het scheiden van rijrichtingen met een doorgetrokken asmarkering bleken effectief. Het aanbrengen van '(anti-)stroommarkering' bleek het onderscheid tussen wegen van verschillende categorieën en de overeenkomst tussen wegen van eenzelfde categorie te verbeteren. Met (anti-)stroommarkering worden schuine strepen bedoeld die vanuit de kantmarkering en/of de 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. Bempalen in de huidige vormgeving bleken niet gebruikt te worden bij het indelen van wegen in categorieën.

Conclusie voor toekomstig onderzoek

Met betrekking tot verwachtingen van weggebruikers zijn fietsstroken en asmarkering belangrijke wegkenmerken. Een stroommarkering is een belangrijk element met betrekking tot cognitieve wegclassificering.

Kaptein & Theeuwes (1998)

In deze validatiestudie is onderzocht of de cognitieve organisatie van wegbeelden zoals die gevonden is in het laboratorium, ook in werkelijkheid bestaat. Mensen zaten achterin een auto met geblindeerde achter-, en zijramen. Zij zaten achter een gordijn en bij bepaalde wegcategorieën werd het gordijn weggehaald, zodat de proefpersoon een duidelijk zicht op de weg had. Er werd hen gevraagd deze wegen toe te wijzen aan bepaalde 'referentiewegen'. Foto's van de referentiewegen, twee prototypische wegen per wegcategorie, waren op een blad geplakt dat zij bij zich hielden. Zij moesten de weg waar zij overheen reden toewijzen aan één van de prototypische wegfoto's, op basis van gedrag dat zij op deze weg zouden vertonen of verwachten van anderen. Er werd een groot aantal wegkenmerken, zoals geleiderails, kantmarkering, en wegdekarakter, gebruikt bij het categoriseren van wegen. Net als in de laboratorium-experimenten bleken mensen niet in staat om wegen te categoriseren volgens de officiële eisen.

Conclusie voor toekomstig onderzoek

Het gebruik van foto-sorteertaken is een gevalideerde methode om een beeld te krijgen van wegcategorys door weggebruikers.

Gundy, Verkaik & De Groot (1997)

In het derde Gundy-onderzoek is dezelfde onderzoeksopzet gebruikt als bij de twee eerdere Gundy-experimenten, ditmaal echter met foto's van zowel binnen als van buiten de bebouwde kom. Uit het onderzoek kwam onder andere naar voren dat verkeersaders buiten de bebouwde kom niet altijd even goed onderscheiden worden van verkeersaders binnen de bebouwde kom. Lagere-orde-wegen binnen en buiten de bebouwde kom worden wel goed onderscheiden. Uit het onderzoek kwam eveneens naar voren dat kruispunten versus wegvakken een belangrijk indelingscriterium is. In tegenstelling tot het onderzoek uit 1996 werd dit nu ook gevonden voor hogere-orde-wegen binnen de bebouwde kom, maar nog steeds niet voor lagere-orde-wegen binnen de bebouwde kom. In dit onderzoek werd ook nagegaan in hoeverre automobilisten in staat waren wegen in de juiste categorie in te delen nadat zij

uitgelegd hadden gekregen wat de belangrijkste kenmerken waren. Het betrof hier zeven categorieën van wegen binnen de bebouwde kom. Ongeveer de helft van de foto's werd juist geclassificeerd (op grond van toeval zou 15 procent goed geclassificeerd worden). Het woonerf werd relatief goed herkend met een score van 70 procent.

Conclusies voor toekomstig onderzoek:

Voor het komend onderzoek is met name het tweede experiment interessant, omdat het aantoont dat de huidige wegcategorieën slechts in zeer beperkt mate worden herkend. Een uitzondering is het woonerf, hetgeen laat zien dat het inderdaad mogelijk is een ontwerp zodanig te maken dat het eenvoudig (en snel) wordt herkend. Het onderzoek was er niet op gericht te achterhalen welke (ontwerp)elementen hiervoor verantwoordelijk zijn.

Kaptein & Claessens (1998)

Deze studie onderzocht de effecten van een 'Self-Explaining Road'-ontwerp op cognitieve wegclassificering en rijnsnelheden met behulp van een foto sorteertaak en een rijnsimulatortaak. De wegen die de proefpersonen sorteerden, waren dezelfde als die werden gebruikt in de simulatortaak. Het bleek dat een 'Self-Explaining Road'-ontwerp tot een betere categorisatie van wegen leidde en bij sommige categorieën tot het beter aanhouden van de geldende snelheidslimiet of gewenste snelheid. Bovendien bleek de snelheidskeuze homogener.

Conclusie voor toekomstig onderzoek

Specifieke wegkenmerken moeten systematisch aan wegtypen worden toegewezen, zodanig dat wegomgevingen *binnen* een categorie homogeen zijn en *tussen* categorieën duidelijk verschillen (het 'Self-Explaining Road'-concept). Dit kan direct effect hebben op de gekozen rijnsnelheden.

Kaptein, Van Hattum & Van der Horst (1998)

Deze studie onderzocht op basis van welke dimensies (kleur, vorm, enz) mensen categoriseren. Er zijn vijf laboratorium-experimenten gedaan. In het laatste experiment, dat expliciet inging op de wegomgeving, zijn 'gecomputeriseerde' wegen gebruikt met vijf dimensies: wegkleur, asmarkering, rijbaanbreedte, berm palen en rode fietspaden. Proefpersonen moesten een set van wegen op de computer toewijzen aan categorie A of categorie B. Er waren steeds drie wegkenmerken die bepaalden tot welke categorie een weg behoorde. De overige twee kenmerken werden random gevarieerd. De proefpersoon moest altijd die categorie kiezen waartoe de meerderheid (2) van de kenmerken behoorde. Mensen bleken op basis van één en soms van twee kenmerken te categoriseren. Deze kenmerken waren niet voor alle proefpersonen dezelfde. Over het algemeen bleek de asmarkering het meest effectief te zijn en daarna de verhardingskleur; berm palen bleken niet te werken.

Conclusie voor toekomstig onderzoek

De basale categorisatie van twee sets van eenvoudige omgevingen (weinig wegkenmerken) leidt tot het letten op één en soms op twee wegkenmerken tegelijk. Er moet gekeken worden of dit te generaliseren is naar complexe omgevingen, waarbij in het achterhoofd moet worden gehouden dat nog niet onderzocht is of het gedrag en verwachtingen ook aan één kenmerk op te hangen zijn.

4.3. Algemene conclusies op grond van de literatuur

Het aantal direct relevante onderzoeken is beperkt, met name voor situaties binnen de bebouwde kom. In de eerste plaats moet worden opgemerkt dat over de herkenbaarheid van uitwisselpunten en de kenmerken die daarbij een rol spelen in de literatuur geen onderzoeksresultaten gevonden zijn. Alle studies hadden betrekking op wegvakken. Eén van de deelonderzoeken van Gundy (Gundy et al., 1997) had direct betrekking op het herkennen van c.q. het kunnen toekennen van wegbeelden aan bestaande categorieën. Hieruit kwam duidelijk naar voren dat het herkennen van wegcategorieën op grond van de wegkenmerken erg moeilijk is, zelfs als men vlak daarvoor expliciet instructie heeft gehad hoe de categorieën zijn te herkennen. In dit onderzoek ging het om zeven categorieën binnen de bebouwde kom. Het was niet het doel van het onderzoek vast te stellen welke kenmerken van belang waren of hoe de herkenbaarheid kon worden vergroot.

Bij de meeste onderzoeken ging het erom te achterhalen hoe automobilisten hun verkeersomgeving structureren zonder dat de bestaande wegcategorieën hierbij een rol hoefden te spelen: subjectieve categorisering. Het idee hierachter is dat de officiële categorieën zo goed mogelijk moeten aansluiten bij de indeling die de weggebruikers vanuit zichzelf hanteren. De proefpersonen kregen als richtlijn voor het indelen van de wegbeelden verschillende instructies; van heel algemeen (het moet zinvol zijn voor het functioneren als automobilist) tot zeer specifiek (is de veilige snelheid 60, 70, 80, 90, of 100 km/uur?). Telkens kwam naar voren dat de subjectieve indeling van wegen slechts in beperkte mate overeenkomt met de officiële wegindeling. De 'extremen' (autosnelweg, woonerf) van de officiële wegcategorieën bleken het meest overeen te komen met de subjectieve indeling van de automobilisten. De tussencategorieën daarentegen worden veelal op een andere wijze gestructureerd dan volgens de officiële categorieën.

De literatuur geeft aanwijzingen over kenmerken die automobilisten gebruiken en waar ze dus kennelijk op letten, wanneer ze op subjectieve wijze het wegennet ordenen. De onderzoeksgegevens geven hierover een verbazingwekkend eenduidig beeld te zien, vooral voor wegen buiten de bebouwde kom. De kenmerken die een of meerdere keren gevonden zijn, zijn in willekeurige volgorde genoemd in *Tabel 6*.

Binnen de bebouwde kom	Buiten de bebouwde kom
wegbreedte grondgebruik langs de weg	aantal rijbanen/stroken wegbreedte kantmarkering asmarkering stroommarkering alignement (bochtigheid/verloop) afstand weg-begroeiing soort wegdek staat van het wegdek

Tabel 6. Kenmerken die automobilisten gebruiken wanneer ze op subjectieve wijze het wegennet ordenen

Het is duidelijk dat zowel kenmerken van de weg zelf als van de directe omgeving van de weg een rol spelen bij het indelen van wegen in een beperkt aantal categorieën. Echter, niet alle hierboven genoemde kenmerken zijn relevant als het gaat om mogelijkheden de herkenbaarheid van categorieën te vergroten, omdat ze binnen één categorie in verschillende uitvoeringsvormen voorkomen, en zullen blijven voorkomen. Bijvoorbeeld: er zijn bochtige en rechte erftoegangswegen; er zijn stroomwegen met één, twee, drie en vier rijstroken per rijrichting; erftoegangswegen buiten de bebouwde kom hebben een verhardingsbreedte tussen de 2,5 en 7,5 meter. De kenmerken die mogelijk wel relevant zijn voor de herkenbaarheid en die consequent aan een bepaalde categorie kunnen worden toegekend, zijn:

- de aan- en afwezigheid van kantmarkering en het type kantmarkering;
- de aan- en afwezigheid van asmarkering en het type asmarkering;
- de aan- en afwezigheid van stroommarkering en het type stroommarkering;
- het 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) zijn in theorie zeker relevant, maar in de praktijk waarschijnlijk moeilijk consequent door te voeren bij de verschillende categorieën.

Op grond van de bevindingen uit de literatuur en rekening houdend met de randvoorwaarden gesteld vanuit de CROW-publicaties en de algemene selectiecriteria zoals verwoord in *Hoofdstuk 3* (continu waarneembaar; haalbaar; geen negatieve consequenties voor de veiligheid) zijn de volgende vijf kenmerken geselecteerd voor het komende experiment:

- het type verharding;
- de vormgeving van de rijrichtingscheiding (asmarkering);
- het toevoegen van een anti-stroommarkering;
- het type kantmarkering;
- het toevoegen van (opvallende) berm palen;

Het laatste kenmerk, de berm palen, is geselecteerd ondanks het feit dat in eerder onderzoek is gebleken dat berm palen niet of nauwelijks gebruikt werden bij het indelen van wegbeelden in categorieën. De berm palen die in deze onderzoeken gebruikt werden, waren echter relatief onopvallend. In het komende onderzoek wordt gewerkt met berm palen die qua kleur en vormgeving aanzienlijk opvallender zijn. Enerzijds zal worden nagegaan of weggebruikers opvallende berm palen wel gebruiken bij het indelen van

wegbeelden in categorieën; anderzijds zal worden nagegaan of een dergelijk kenmerk positief kan werken als de officiële categorieën moeten worden aangeleerd. Er is immers bekend dat mensen zeer goed in staat zijn te sorteren op basis van kleur en vorm (bijvoorbeeld Brouwer, 1998).

In het volgende hoofdstuk wordt uiteengezet op welke wijze het experiment gestalte krijgt en welke vragen op grond van de resultaten beantwoord kunnen worden.

5. De geselecteerde kenmerken: constructie van te vergelijken ontwerpvarianten

5.1. Inleiding

In het te houden experiment wordt een basisontwerpvariant van elk van de categorieën systematisch vergeleken met een ontwerpvariant waarin één of twee kenmerken bij één of meer wegcategorieën anders zijn ingevuld. Op die manier is het mogelijk uitspraken te doen over het relatieve belang van een kenmerk voor de herkenbaarheid van de categorieën en de juistheid van de verwachtingen die gegenereerd worden. Hieronder wordt voor wegvakken en voor uitwisselpunten beschreven hoe een en ander is uitgewerkt en welke vragen met behulp van de resultaten beantwoord kunnen worden.

5.2. Wegvakken

5.2.1. De basisontwerpvariant

In navolging van het duurzaam-veilig-principe worden vijf wegcategorieën onderscheiden (eigenlijk drie categorieën met voor twee categorieën twee typen: binnen en buiten de bebouwde kom):

1. stroomwegen;
2. 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen;
3. 60 km/uur-erftoegangswegen;
4. 50 km/uur-gebiedsontsluitingswegen;
5. 30 km/uur-erftoegangswegen.

De basis-set van inrichtings- en vormgevingskenmerken van elk van deze categorieën is zoveel mogelijk gebaseerd op de in *Hoofdstuk 2* beschreven CROW-richtlijnen: de basisontwerpvariant. Daar waar de eisen nog niet of onvoldoende zijn uitgewerkt, is teruggesproken op de huidige richtlijnen voor de categorie die het dichtst bij de nieuwe duurzaam-veilig categorie ligt. Waar meer alternatieven voor de invulling van een wegkenmerk zijn, is gekozen voor het meest prototypische alternatief. Uitgangspunt is steeds dat voor een juiste en snelle herkenning van de wegcategorieën de inrichting en de vormgeving zodanig moeten zijn dat wegen zoveel mogelijk verschillen *tussen* categorieën en gelijk zijn *binnen* categorieën.

Vanuit de basisontwerpvariant zijn vervolgens drie nieuwe ontwerpvarianten ontwikkeld door telkens een of twee kenmerken te variëren. Hiertoe worden voor bepaalde categorieën bepaalde wegkenmerken toegevoegd, weggelaten of op een bepaalde wijze vormgegeven. In het experiment wordt nagegaan of een nieuwe ontwerpvariant leidt tot een betere herkenning van de categorieën en een betere verwachting met betrekking tot de aan- of afwezigheid van andere soorten weggebruikers en het eigen gewenste gedrag in vergelijking met de basisvariant. Per ontwerpvariant kunnen maximaal twee kenmerken worden veranderd, omdat anders niet duidelijk is welk kenmerk verantwoordelijk is voor de eventuele gevonden verschillen.

De basisontwerpvariant (wegontwerpvariant 1) staat beschreven in *Tabel 7*. Hierin worden vaste kenmerken, variabele kenmerken en 'natuurlijke variaties' onderscheiden.

	Stroomweg, 100/120 km/uur	GOW, 80 km/uur	ETW, 60 km/uur	GOW, 50 km/uur	ETW, 30 km/uur	Type kenmerk
Type asmarkering	3-9	doorgetrokken	n.v.t.	doorgetrokken	n.v.t.	vast kenmerk
Breedte asmarkering	0,15m	0,10m	n.v.t.	0,10m	n.v.t.	vast kenmerk
Rijbaan x Rijstrook	2x2	2x1	1x1	2x1	1x1	natuurlijke variatie
Rijrichting- scheiding	geleiderail	dubbele asmarkering (1,20 m).	n.v.t.	dubbele asmarkering (0,60 m)	n.v.t.	<i>variabel kenmerk</i>
Breedte rijstrook	3,50 m	2,75 m	3,50 m	2,75 m	5,50 m	natuurlijke variatie
Redresseer- strook	1,10 m	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	natuurlijke variatie
Verlichting	lijnverlichting	paalverlichting	geen	paalverlichting	paalverlichting	vast kenmerk
Pech- voorziening	vluchstrook 4,00 m	havens (maar niet zichtbaar)	geen	havens (maar niet zichtbaar)	geen	vast kenmerk
Obstakel- afstand	10 m	7 m	4 m	< 4 m	< 4 m	vast kenmerk
Breedte kantmarkering	0,20 m	0,15 m	geen	geen	geen	vast kenmerk
Type kantmarkering	doorgetrokken	onderbroken (3-3)	geen	geen	geen	<i>variabel kenmerk</i>
Verharding	donker asfalt/glad	donker asfalt/glad	licht asfalt/ruw	licht asfalt/ruw	licht asfalt/ruw	<i>variabel kenmerk</i>
Anti-stroom- markering	nee	nee	nee	nee	nee	<i>variabel kenmerk</i>
Berm- markering	geen	geen	geen	geen	geen	<i>variabel kenmerk</i>
Halte OV	nee	nee	nee	nee	nee	natuurlijke variatie
Fietspaden/ -stroken	nee	ja	nee	ja	nee	natuurlijke variatie

Tabel 7. De concrete waarden van vaste, variabele, en 'natuurlijk' te variëren wegkenmerken per wegcategorie: de basisontwerpvariant (wegontwerpvariant 1).

De vaste kenmerken blijven in iedere ontwerpvariant gelijk, hetzij omdat de uitwerking al zo vergevorderd is dat er nauwelijks meer wijzigingen in aangebracht kunnen worden, hetzij omdat het betreffende kenmerk vanuit de duurzaam-veilig-filosofie als essentieel wordt gezien.

De variabele kenmerken zijn de kenmerken die in een van de drie wegontwerpvarianten systematisch worden gemanipuleerd.

De natuurlijke variaties tenslotte zijn wegkenmerken, waarvan vaststaat dat zij in verschillende uitwerkingen per categorie zullen blijven vóórkomen (bijvoorbeeld de aan- of afwezigheid van fietspaden bij gebiedsontsluitingswegen, het aantal rijstroken op stroomwegen of op gebiedsontsluitingswegen)

binnen de bebouwde kom, rijbaanbreedte van erftoegangswegen). Deze natuurlijke variaties zorgen voor een zekere mate van inconsistentie, die storend kan werken. Nagegaan wordt of de andere kenmerken zodanig dominant zijn, dat wegen ondanks deze storende variabelen juist worden gecategoriseerd en correcte verwachtingen uitlokken.

5.2.2. De variabele wegkenmerken

Vanuit dit basisontwerp (wegontwerpvariant 1: WOV 1) ontstaan de drie andere ontwerpvarianten (WOV 2 t/m 4) door het systematisch variëren van de geselecteerde vijf variabele wegkenmerken (type verharding, vormgeving rijrichtingscheiding, toevoegen van anti-stroommarkering, toevoegen van kantmarkering, toevoegen bermmarkering). Gekozen is om elk van de variabele kenmerken op één bepaalde manier uit te werken (bijvoorbeeld geen kantmarkering versus een bepaald type kantmarkering) en niet om verschillende waarden van een kenmerk te toetsen (bijvoorbeeld diverse breedtes, afstanden, kleuren van de kantmarkering). Deze keuze leidt ertoe dat een uitspraak gedaan kan worden of een kenmerk positieve invloed heeft op de onderscheidbaarheid van en de verwachtingen bij de categorieën, en welk kenmerk relatief de meeste invloed heeft. In een later stadium kan dan uitgezocht worden wat de meest optimale vormgeving is van het meest veelbelovende kenmerk. Het zou op dit moment prematuur zijn het onderzoek te beperken tot het effect van één kenmerk met diverse vormgevingen.

Hieronder wordt beschreven waarom en op welke wijze de variabele kenmerken worden gevarieerd, en wat het verwachte effect is op de onderscheidbaarheid van de wegcategorieën. In *Tabel 8* is dit samengevat.

Type verharding

In de basisontwerpvariant, wegontwerpvariant 1 (WOV 1), wordt zowel de kleur als de mate van vlakheid (korreligheid) gebruikt om het onderscheid tussen de wegcategorieën te realiseren: stroomwegen en 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen hebben donker asfalt en een vlak wegdek; bij 60, 50 en 30 km/uur-wegen is het wegdek ruw (korrelig) en licht gekleurd. Deze waarden zijn zo gekozen, omdat lagere orde wegen vaker geassocieerd worden met ruwere en lichter gekleurde wegen.

In wegontwerpvariant 2 (WOV 2) krijgen alle wegen dezelfde (lichte) kleur, terwijl de mate van vlakheid niet wordt veranderd; men kan de wegen dan alleen onderscheiden op basis van korreligheid. Door WOV1 en WOV2 te vergelijken kan het effect worden bepaald van zowel de kleur als de mate van korreligheid op de onderscheidbaarheid van de categorieën en de verwachtingen van de verkeersdeelnemers.

De ruwheid of korreligheid van het wegdek is niet alleen zichtbaar, maar wordt ook gevoeld en gehoord als men er over heen rijdt. Dit fysieke aspect kan in het experiment niet worden meegenomen, zodat de resultaten kunnen leiden tot een onderschatting van het effect.

Vormgeving rijrichtingscheiding

Het type asmarkering is één van de kenmerken die verkeersdeelnemers gebruiken bij de indeling van wegen in categorieën. Op duurzaam-veilige wegen komt asmarkering voor op gebiedsontsluitingswegen binnen en buiten

de bebouwde kom, en wel in de vorm van dubbele asmarkering. Het doel hiervan is om inhaalmanoeuvres tegen te gaan. De aanbevolen afstand tussen de dubbele asmarkering is 1,20 meter bij 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen en 0,60 meter bij 50 km/uur-gebiedsontsluitingswegen. Dit is het geval in WOV 1.

In WOV 2 worden deze afstanden teruggebracht naar respectievelijk 0,60 meter en 0,30 meter. De verwachting is dat deze afstanden in de praktijk toegepast gaan worden als wegen te smal zijn voor de aanbevolen afstand. Nagegaan wordt of deze wijziging van invloed is op de categorisering van wegen door verkeersdeelnemers en de verwachtingen van verkeersdeelnemers. Met name het effect op de geschatte snelheid is in dit verband interessant, aangezien het versmallen van de afstand tussen de dubbele asmarkering leidt tot het visueel verbreden van de rijstroken. Anderzijds is het mogelijk, dat het versmallen van de asmarkering de betreffende wegen er juist als een lagere orde weg uit laat zien, omdat in mindere mate de indruk van twee (gescheiden) rijbanen wordt gewekt.

Anti-stroommarkering

Uit eerder onderzoek bleek dat (anti-)stroommarkering een kenmerk is waar verkeersdeelnemers op letten wanneer zij gevraagd worden wegen in categorieën in te delen.

In wegontwerpvariant 3 (WOV 3) wordt anti-stroommarkering aangebracht op 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen om na te gaan of dit het onderscheid tussen deze wegen enerzijds en stroomwegen en 60 km/uur-erftoegangswegen anderzijds vergroot. Bij anti-stroommarkering lopen er strepen vanuit de kantmarkering en/of vanuit de asmarkering schuin naar de weggebruiker toe (\setminus /). Dit maakt de rijstrook visueel smaller en minder 'stromend', waardoor verwacht wordt, dat de wenselijk geachte snelheid op dergelijke wegen lager wordt ingeschat. Dit zal in het experiment worden nagegaan.

Kantmarkering

Uit allerlei onderzoek komt steeds weer naar voren, dat de aan- of afwezigheid van kantmarkering en vormgeving van kantmarkering een belangrijk kenmerk is waarop verkeersdeelnemers wegen categoriseren.

In WOV 3 wordt derhalve ook het kenmerk kantmarkering gevarieerd: op 60 km/uur-erftoegangswegen wordt om de drie meter een één meter lange streep met een breedte van 15 cm) aangebracht. Verwacht wordt, dat daarmee het onderscheid tussen deze wegen en 50 km/uur-gebiedsontsluitingswegen (die geen kantmarkering hebben) verbetert. Wel kan het zijn, dat het verschil met 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen kleiner wordt, omdat op beide wegcategorieën nu kantmarkering wordt gebruikt, zij het met een verschillend afstandspatroon. Beide mogelijke effecten worden onderzocht.

Anti-stroommarkering en kantmarkering worden beide gevarieerd in WOV 3. Anti-stroommarkering is bedoeld om het verschil te vergroten tussen 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen enerzijds en stroomwegen en 60 km/uur-erftoegangswegen anderzijds. Kantmarkering is bedoeld om het verschil te vergroten tussen 60 km/uur-wegen en 50 km/uur-wegen. Het effect van anti-stroommarkering op het onderscheid tussen 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen en 60 km/uur-erftoegangswegen kan onderschat worden doordat

erftoegangswegen *met* kantmarkering meer op gebiedsontsluitingswegen gaan lijken. Ondanks het feit dat het dus om een onderschatte waarde van het effect van anti-stroommarkering zal gaan, wordt er toch een effect verwacht.

Bermmarkering

Uit eerder onderzoek is gebleken, dat de bempalen die momenteel op de verschillende wegen te vinden zijn niet spontaan worden gebruikt bij het indelen van wegen in categorieën. Echter, deze bempalen zijn qua afmeting en kleur niet erg opvallend.

In wegontwerpvariant 4 (WOV 4) wordt gekeken naar het effect van een meer opvallende uitvoeringsvorm van de bempalen op het herkennen van weg-categorieën. Er worden qua vorm en kleur opvallende bempalen aangebracht op 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen en 60 km/uur-erftoegangswegen. De precieze uitvoeringsvorm van de bempalen staat nog niet geheel vast, maar zal aan de hand van proeffoto's worden bepaald. In ieder geval zullen de palen op beide wegtypen anders zijn. In *Tabel 8* zijn de precieze waarden van de te variëren wegkenmerken per wegcategorie en per ontwerpvariant samengevat.

	SW 100/120 km/uur		GOW 80 km/uur		ETW 60 km/uur		GOW 50 km/uur		ETW 30 km/uur	
	WOV1	WOVx	WOV1	WOVx	WOV1	WOVx	WOV1	WOVx	WOV1	WOVx
K1	donker	licht	donker	licht	licht	idem	licht	idem	licht	idem
K2	geleide-rails	idem	dubbele asmarkering 1,20 m	dubbele asmarkering 0,60 m	geen	idem	dubbele asmarkering 0,60 m	dubbele asmarkering 0,30 m	geen	idem
K3	geen	idem	geen	anti-stroom-markering	geen	idem	geen	idem	geen	idem
K4	doorge-trokken	idem	3 - 3	idem	geen	1 - 3	geen	idem	geen	idem
K5	geen	idem	geen	opvallende bempalen	geen	opvallende bempalen	geen	idem	geen	idem

Tabel 8. Waarden van de variabele wegkenmerken: verhardingskleur (K1), rijrichtingscheiding (K2), anti-stroommarkering (K3), kantmarkering (K4) en bermmarkering (K5), per wegcategorie per wegontwerpvariant (WOV 1 versus WOV x, waarbij x staat voor de varianten 2, 3, of 4).

5.2.3. Wegkenmerken met natuurlijke variatie

In § 5.2.1. is aangegeven, dat in het basisontwerp gekozen is voor de meest prototypische vormgeving van een bepaalde categorie, maar dat van een aantal kenmerken nu al bekend is, dat zij in verschillende uitvoeringsvormen zullen (blijven) voorkomen. Er zullen voor het experiment foto's worden gegenereerd met beelden van wegen met de minder prototypische kenmerken. *Tabel 9* geeft een overzicht van de uitwerking van de natuurlijke variaties per wegcategorie. Door deze 'afwijkingen' op één derde van de foto's te laten voorkomen (3 van de 9), kan nagegaan worden in welke mate de ontwerpvarianten resistent zijn tegen incidentele verstoringen c.q. afwijkingen van de systematiek. In sommige gevallen zijn twee van de drie uitwerkingen

	Natuurlijke variaties: Weg 1	Natuurlijke variaties: Weg 2	Natuurlijke variaties: Weg 3
SW	rijbaan x strook: 2x1 overrijdbare verharde berm (1,95 m) redresseerstrook 0,60 m	rijbaan x strook: 2x3	rijbaan x strook: 2x1 overrijdbare verharde berm (1,95 m) redresseerstrook 0,60m
GOW 80 km/uur	rijbaan x strook: 2x2 asmarkering: 9-3	OV halte: in haven	fietspad: nee
ETW 60 km/uur	rijloperbreedte: 2,50 m weerszijden 1,25 m rood kantmarkering: 1-1 (fietsuggestiestrook)	OV halte: op rijbaan	rijloperbreedte: 3,50 m weerszijden 2,00 m rood kantmarkering: 1-1 (fietsstrook)
GOW 50 km/uur	rijbaan x strook: 2x2 asmarkering: 3-3	rijbaan x strook: 2x2 asmarkering: 3-3	fietspad: nee
ETW 30 km/uur	breedte rijbaan: 3,50 m	OV halte: op rijbaan	breedte rijbaan: 4,50 m

Tabel 9. De natuurlijke variaties per weg categorie voor alle wegontwerpvarianten.

per categorie gelijk. Dit is het geval als een afwijking van het prototype relatief veel voorkomt (bijvoorbeeld de 2x1 stroomweg en de 2x2 50 km/uur-gebiedsontsluitingsweg).

5.3. Uitwisselpunten

Wegen van de verschillende weg categorieën kruisen elkaar regelmatig en weggebruikers kunnen op de zogenaamde uitwisselpunten (kruispunten) van de ene categorie op een andere terecht komen. Vanuit het veiligheidsoogpunt zijn er twee specifieke uitwisselmanoeuvres die problemen kunnen opleveren. Het betreft hier gelijkvloerse kruispunten, waarbij de weggebruiker vanaf een gebiedsontsluitingsweg een erftoegangsweg oprijdt, zowel binnen als buiten de bebouwde kom. Bij het oprijden van een 60 km/uur-erftoegangsweg vanaf een 80 km/uur-gebiedsontsluitingsweg kunnen weggebruikers ineens langzaam (gemotoriseerd) verkeer verwachten. Bij het oprijden van een 30 km/uur-erftoegangsweg vanaf een 50 km/uur-gebiedsontsluitingsweg moet men weer rekening houden met fietsers op de rijbaan. Het is van belang, dat de weggebruiker tijdig zijn verwachtingen omtrent de mogelijkheid deze kwetsbare verkeersdeelnemers tegen te komen aanpast. Bij de uitwisselpunten is dus niet zozeer de subjectieve categorisering van belang als wel de snelheid en juistheid van het bijstellen van de verwachtingen.

Zoals ook al eerder is gesteld kunnen twee verschillende vragen geformuleerd worden, namelijk:

1. Stellen de weggebruikers, indien nodig, na een uitwisselpunt of overgang hun verwachtingen ten aanzien van de aan- of afwezigheid van andere verkeersdeelnemers en ten aanzien van de veilige snelheid snel en correct bij?
2. Is aan de inrichting en/of vormgeving van een kruispunt of overgang te zien tussen welke twee categorieën wegen uitwisseling dan wel overgang plaatsvindt en is dus duidelijk welke verkeersdeelnemers men kan verwachten op het kruisingsvlak en/of op het daarop volgende wegvak?

In het komende onderzoek zal alleen de eerste vraag bekeken worden, waarbij de twee relevante kruispunten (80 km-gebiedsontsluitingsweg naar 60 km/uur-erftoegangsweg; en 50 km/uur-gebiedsontsluitingsweg naar 30 km/uur-erftoegangsweg) worden ingericht volgens de duurzaam-veilig ideeën, zoals die op dit moment bekend zijn. De wegvakken voor en na het kruispunt worden vormgegeven zoals hiervoor beschreven.

De tweede vraag kan alleen beantwoord worden door verschillende ontwerpvarianten van het kruispunt met elkaar te vergelijken. Dit zou betekenen dat dezelfde uitgebreide onderzoeksopzet zou moeten worden toegepast als voor de wegvakken (zie *Hoofdstuk 6*), hetgeen gezien de beschikbare tijd en budget niet haalbaar is. De inrichting van kruispunten en wellicht ook de inrichting van het wegvak bij de nadering van een kruispunt op een zodanige wijze dat de weggebruiker weet om welk soort kruispunt het gaat, is vanuit verkeersveiligheidsoogpunt zeker relevant. Voor zover bekend is hier nog geen onderzoek naar verricht.

5.4. Overgangen

Bij overgangen tussen categorieën (dus zonder uitwisselpunten) kunnen dezelfde vragen worden gesteld als bij de kruispunten. Ook dit is vanuit veiligheidsoogpunt relevant. Echter, gezien het feit dat dergelijke overgangen vanuit een duurzaam-veilig-principe eigenlijk niet zouden mogen voorkomen (met uitzondering van komgrenzen), en rekening houdend met de beschikbare tijd en middelen, is voor het komend experiment de keuze gevallen op het onderzoeken van de kruispunten zoals hierboven beschreven.

6. Algemene opzet en methode van het experiment

6.1. Inleiding

Het onderzoek omvat vier deelexperimenten: een categoriseertaak (1), een leertaak (2), een verwachtingstaak bij wegvakken (3) en een verwachtingstaak bij uitwisselpunten (4). De algemene opzet en methode van elk van de deelexperimenten wordt hieronder besproken.

6.2. Deelexperiment 1: Categoriseertaak

Vanuit het duurzaam-veilig-principe is het zaak dat het wegennet bestaat uit een beperkt aantal goed van elkaar te onderscheiden wegcategorieën, die zoveel mogelijk aansluiten op de wijze waarop weggebruikers zelf het wegennet indelen. Hiertoe moet er een duidelijke overeenkomst zijn *binnen* categorieën en een duidelijk onderscheid *tussen* de categorieën. In welke mate dit voor de verschillende ontwerpvarianten het geval is, wordt met behulp van een fotosorteertaak getest.

Voor elke ontwerpvariant wordt een (andere) groep proefpersonen gevraagd om de set van 45 foto's te sorteren op basis van, (subjectief gesproken) de gedragingen die men zou vertonen en die men zou verwachten van anderen. Wegen die in deze opzichten volgens een proefpersoon bij elkaar horen worden op een stapel gelegd, waarbij de proefpersoon vrij is het aantal stapels te kiezen dat hij maakt. Hij mag hier niet te lang bij nadenken, het gaat immers om de eerste indruk, die zou moeten kloppen als het wegontwerp goed aansluit op de verwachtingen. Er wordt geen voorkennis verschaft over de aard van en het aantal officiële wegcategorieën. Deze methode is ontwikkeld door Rosenberg (1982) en is al eerder toegepast in 'duurzaam-veilig'-onderzoek (bijvoorbeeld Theeuwes, 1994; Theeuwes & Diks, 1995b; Kaptein & Theeuwes, 1996). Een van de grote voordelen van deze methode is dat proefpersonen hun beslissingen kunnen nemen in de context van de gehele set foto's in een relatief korte tijd. Naar verwachting zal deze test gemiddeld per proefpersoon een half uur duren.

Na het scoren van de ontstane stapels wordt er een 'Similarity matrix' (nabijheids-matrix) gemaakt. Hierbij worden foto's meer als gelijk beschouwd naarmate ze door meer proefpersonen in dezelfde categorie worden ingedeeld. De nabijheidsmatrix kan grafisch worden weergegeven als een boom, waarin wordt gepresenteerd in welke mate wegcategorieën als 'gelijk' worden beschouwd. Om een duidelijk beeld te geven van de clusters die zijn ontstaan, wordt er tevens een 'Multi Dimensional Scaling Analysis' over de 'Similarity matrix' uitgevoerd. Hiermee ontstaat een grafiek waarin de uitkomsten van de boom-analyse in een meer-dimensionale (meestal twee-dimensionale) ruimte worden geplaatst. Uitspraken over de kwaliteit van de vier ontwerpvarianten kunnen gedaan worden op grond van een analyse van 'nabijheid'. Binnen categorieën horen 'nabijheden' klein te zijn, tussen categorieën juist groot.

Met dit experiment wordt dus nagegaan in welke mate de vijf duurzaam-veilige wegcategorieën met hun duurzaam-veilige vormgeving (in diverse

varianten) aansluiten bij de wijze waarop weggebruikers zelf de wegen zouden indelen. Hoe meer dit het geval is, hoe minder inspanning nodig is om het de weggebruikers te leren. Het feit dat expliciet gewerkt wordt met wegbeelden van duurzaam-veilige wegcategorieën maakt dit onderzoek wezenlijk anders dan eerdere onderzoeken op het gebied van subjectieve categorisering. Bovendien gaat het hier uiteindelijk om het bepalen van de 'beste mogelijke' inrichting (d.w.z. het best aansluitend bij de verwachtingen van de weggebruikers) en niet om de vraag welke kenmerken weggebruikers gebruiken.

6.3. Dealexperiment 2: Leertaak

Door middel van een leertaak wordt nagegaan hoe snel de officiële duurzaam-veilig categorie-indeling aangeleerd kan worden bij de verschillende ontwerpvarianten. Ook dit is een maat voor de mate waarin de officiële categorieën aansluiten bij de subjectieve categorieën en verwachtingen van weggebruikers.

De foto's van een van de ontwerpvarianten worden geprojecteerd op een computerscherm en de proefpersoon wordt gevraagd aan te geven tot welke van de vijf categorieën een bepaalde foto behoort. Zij krijgen feedback over hun prestaties, zodat zij gaandeweg in de gelegenheid zijn de vijf wegcategorieën te leren. Omdat het moeilijk is om een passende term te vinden die de kern van een wegcategorie weergeeft, worden zij verzocht de wegen in te delen in ≥ 100 , 80, 60, 50 of 30 km/uur-weg.

Er ontstaan op deze wijze leercurves, die per ontwerpvariant vergeleken kunnen worden. Uitspraken over de kwaliteit van de vier ontwerpvarianten kunnen gedaan worden op grond van een analyse van het percentage fouten dat men tijdens het leren maakt: hoe sneller het aantal fouten afneemt (hoe steiler de leercurve), hoe beter wegontwerpen aansluiten op de subjectieve prototypes ervan, en hoe gemakkelijker de categorieën en bijbehorende gedragingen aan de weggebruiker kunnen worden aangeleerd.

6.4. Dealexperiment 3: Verwachtingstaak wegvakken

De verwachtingstaak richt zich expliciet op de verwachtingen die wegbeelden uit verschillende categorieën oproepen ten aanzien van de aan- of afwezigheid van bepaalde soorten weggebruikers en het eigen gewenste gedrag.

Er zal aan de hand van de set foto's van een bepaalde ontwerpvariant mondeling geïnformeerd worden naar de volgende verwachtingen:

- verwachting van tegenliggers op dezelfde rijbaan;
- verwachtingen van fietsers ofwel op dezelfde rijbaan ofwel op een gescheiden fietspad;
- verwachtingen van langzaam gemotoriseerd verkeer op dezelfde rijbaan (landbouwverkeer, bromfietzers);
- verwachtingen van de veilige rijnsnelheid.

De proefpersonen worden gevraagd hun antwoord toe te lichten en te motiveren.

De antwoorden zullen vergeleken worden met wat het correcte antwoord voor een bewuste categorie zou moeten zijn. Het percentage correcte antwoorden is wederom een kwaliteitsmaat voor het inrichtingsprincipe waarop de diverse ontwerpvarianten zijn gebaseerd: hoe groter het percentage correcte antwoorden is, hoe beter wegontwerpen aansluiten op de verwachtingen van verkeersdeelnemers en hoe beter het ontwerp in staat zal zijn het gewenste gedrag als het ware automatisch te ontlokken.

6.5. Deelexperiment 4: Verwachtingstaak uitwisselpunten

Zoals eerder uiteengezet gaat het in dit deelexperiment om de volgende, vanuit verkeersveiligheidsoogpunt meest relevante, uitwisselpunten:

1. uitwisselpunt van 80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen met 60 km/uur-erftoegangswegen;
2. uitwisselpunt van 50 km/uur gebiedsontsluitingswegen met 30 km/uur-erftoegangswegen.

Proefpersonen krijgen een snelle opeenvolging van beelden te zien, te beginnen van de weg waarop men rijdt, waarbij het uitwisselpunt steeds dichterbij komt, vervolgens van het uitwisselpunt zelf, en tenslotte van de weg die men ingeslagen is. Op verschillende momenten wordt mondeling geïnformeerd naar de verwachtingen:

- ten aanzien van de mogelijke aanwezigheid van fietsers;
- ten aanzien van de mogelijke aanwezigheid van langzaam gemotoriseerd verkeer (landbouwverkeer, bromfietsers);
- ten aanzien van de veilige rijdsnelheid.

Hoeveel beelden worden getoond en op welke momenten de vragen gesteld worden wordt door proeftrials bepaald. Hoewel het in eerste instantie de bedoeling was voor dit onderdeel gebruik te maken van video-animaties, bleek dit in de praktijk niet haalbaar. De huidige opzet benadert het idee van dynamische beelden.

De twee uitwisselpunten zullen ingericht worden volgens de duurzaam-veiligheidsprincipes zoals deze nu ontwikkeld zijn. Het zullen viertaks-kruispunten zijn. Rotondes zijn gebleken niet realiseerbaar te zijn met de beschikbare technische middelen. De inrichting van de twee maal twee wegen waartussen uitwisseling plaatsvindt (80 km/uur-gebiedsontsluitingswegen met 60 km/uur-erftoegangswegen, en 50 km/uur-gebiedsontsluitingswegen met 30 km/uur-erftoegangswegen) zal afhangen van de resultaten van de wegvak-experimenten: er wordt gebruik gemaakt van de beste (d.w.z. de maximaal onderscheidbare) ontwerpvariant.

De antwoorden op de verwachtingsvragen zullen vergeleken worden met het correcte antwoord.

Nagegaan wordt of de proefpersonen tijdig en goed hun verwachtingen bijstellen. In hoeverre een uitwisselpunt verstoring heeft gewerkt op het verwachtingspatroon, kan worden gemeten door resultaten van de geïsoleerde wegvakken (deelexperiment 3) te vergelijken met resultaten van dezelfde wegvakken die aan elkaar verbonden zijn door middel van een uitwisselpunt (deelexperiment 4). In dit opzicht levert het experiment dus resultaten die aangeven hoe 'resistent' het ontwerp van een lagere categorie weg zal zijn tegen de indrukken die men op een eerder traject, op een andere categorie

weg, heeft ondergaan. Daarmee wordt wederom een kwaliteitsindex gegenereerd voor de 'waarde' van een bepaalde ontwerpvariant.

Literatuur

Brouwer, R. (1998). *One feature to rule them all*. Proefschrift. Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.

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

CROW (1998a). *Handleiding Startprogramma Duurzaam Veilig*. Centrum voor Onderzoek en Regelgeving in de Grond- Water-en Wegenbouw en de Verkeerstechniek CROW, Ede. [Concept van 20 februari 1998].

CROW (1998b). *Inrichtingscriteria voor duurzaam-veilige wegen buiten de bebouwde kom*. Centrum voor Onderzoek en Regelgeving in de Grond-Water-en Wegenbouw en de Verkeerstechniek CROW, Ede. [Concept van 5 maart 1998].

Fleury, D., Flin, C. & Peytavin, J.F. (1991). *Modulation de la vitesse en ville et categories de voies urbaines*. Rapport no. 144. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité INRETS, Arcueil (Frankrijk).

Fleury, D. et al. (1991). *Categorisation mentale et sécurité des reseaux*. Rapport no. 146. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité INRETS, Arcueil (Frankrijk).

Fleury, D., Dubois, D. & Morvant, C. (1992). *Expertise et structuration cognitive d'espaces routiers*. Rapport no. 166. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité INRETS, Arcueil (Frankrijk).

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

Gundy, C.M. (1995). *Cognitieve organisatie van wegbeelden, deel II; Een empirisch onderzoek naar wegen binnen de bebouwde kom*. R-95-75. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Gundy, C.M., Verkaik, R. & De Groot, I.M. (1997). *Cognitieve organisatie van wegbeelden, deel III; Verslag van twee experimenten betreffende de classificatie van wegen binnen en buiten de bebouwde kom*. R-97-27. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Hagenzieker, M.P., Schagen, I.N.L.G. van & Kaptein, N.A. (1998). *Raamwerk meerjarenplan fundamenteel onderzoek 'duurzaam-veilige wegomgeving en verkeersgedrag'*. Rapport A-98-12. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam. [niet openbaar].

- Kaptein, N.A. & Claessens, F.M.M. (1998). *Effects of cognitive road classification on driving behaviour: a driving simulator study*. Rapport TNO-TM 1998 C-048. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Kaptein, N.A., Hattum, S.T. van & Horst, A.R.A. van der (1998). *Categorization of road environments and driving speed*. Deliverable 9, MASTER Project Contract No RO-96-SC.202. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Kaptein, N.A. & Theeuwes, J. (1996). *Effecten van vormgeving op categorie-indeling en verwachting ten aanzien van 80 km/h wegen buiten de bebouwde kom*. Rapport TNO-TM 1996 C-010. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Kaptein, N.A. & Theeuwes, J. (1998). *Cognitive classification of road scenes: on-the-road validation*. Rapport TNO-TM 1998 D001. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Koornstra et al, M.J. (1992). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer. Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. SWOV, Leidschendam.
- Rosenberg, S. (1982). *The method of sorting in multivariate research with applications selected from cognitive psychology and person perception*. In: Hirschberg, N. & Humphreys, L.G. (Eds.). *Multivariate applications in the social sciences*; Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, p. 117-142.
- Steyvers, F.J.J.M. & Radersma, H. (1993). *Een verkennend onderzoek naar een stereotype van 80-km/uur wegen in Nederland*. VK 93-09. Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Theeuwes, J. (1994). *Self-Explaining roads: An exploratory study*. Report TNO-TM 1994 B-18. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Theeuwes, J. & Diks, G. (1995a). *Categorisering van omgevingen: een overzicht van de literatuur*. Rapport TNO-TM 1995 B-2. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Theeuwes, J. & Diks, G. (1995b). *Subjective road categorisation and speed choice*. Rapport TNO-TM 1995 B-16. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.