

# Innovatieve methoden om de medische rijgeschiktheid te beoordelen

Mogelijkheden voor een stelselherziening

R-2020-7

# SWOV



## Auteurs



Dr. M.J.A. Doumen



Drs. I.N.L.G. van Schagen

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

---

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2020-7
Titel:	Innovatieve methoden om de medische rijgeschiktheid te beoordelen
Ondertitel:	Mogelijkheden voor een stelselherziening
Auteur(s):	Dr. M.J.A. Doumen & drs. I.N.L.G. van Schagen
Projectleider:	Dr. R.J. Davidse
Projectnummer SWOV:	S20.02.I
Projectinhoud:	<p>Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat wil weten of er alternatieve scenario's mogelijk zijn om de medische rijgeschiktheid van rijbewijsbezitters gedurende de looptijd van het rijbewijs te beoordelen. Daarmee zoekt het ministerie naar een meer risicogestuurde aanpak die aansluit bij het <i>Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030</i>. Op verzoek van het ministerie heeft SWOV hiervoor in 2019 een onderzoeksopzet ontwikkeld, die uitging van vijf deelonderzoeken. In de eerste twee deelonderzoeken, die door AEF zijn uitgevoerd, zijn respectievelijk het huidige Nederlandse stelsel voor beoordeling van de medische rijgeschiktheid en de stelsels uit het buitenland beschreven. Dit rapport doet verslag van het derde deelonderzoek: een literatuurstudie naar innovatieve methoden om de medische rijgeschiktheid te beoordelen.</p>
Aantal pagina's:	61
Fotografen:	Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portretten)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2020
	Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

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

**SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid**

Beuzidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag  
070 – 317 33 33 – [info@swov.nl](mailto:info@swov.nl) – [www.swov.nl](http://www.swov.nl)

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

## Samenvatting

Iedereen met een Nederlands rijbewijs is verplicht om melding maken van een medisch probleem dat de rijgeschiktheid kan beïnvloeden (morele plicht). Ook geldt een verplichte periodieke medische keuring na het 75<sup>e</sup> levensjaar én voor alle beroepschauffeurs.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat wil laten onderzoeken of er alternatieve scenario's mogelijk zijn om de medische rijgeschiktheid *gedurende de looptijd van het rijbewijs* te beoordelen. Daarmee zoekt het ministerie nadrukkelijk naar een meer risicogestuurde aanpak die aansluit bij het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030 (SPV 2030)*.

### Literatuurstudie naar innovatieve beoordelingsmethoden

Op verzoek van het ministerie heeft SWOV hiervoor een onderzoeksopzet ontwikkeld die bestaat uit vijf deelonderzoeken. Deze zijn bedoeld om inzicht te krijgen in de werking van het huidige beoordelingssysteem, te onderzoeken of er alternatieve scenario's mogelijk zijn en de voor- en nadelen daarvan in kaart te brengen. Deelonderzoek 3 is een literatuurstudie met als doel:

*Het identificeren van innovatieve methoden die het onderzoek naar de medische rijgeschiktheid van rijbewijsbezitters kunnen verbeteren in termen van de kwaliteit van het onderzoek of een beperking van de doorlooptijd.*

Met 'innovatief' bedoelen we hier dat een methode nog niet met dit doel wordt toegepast en mogelijk ook nog niet volledig is uitgekristalliseerd, maar wel kansrijk is voor een risicogestuurd beoordelingssysteem van de medische rijgeschiktheid.

Met 'medische rijgeschiktheid' bedoelen we de (on)geschiktheid om auto te rijden die het gevolg is van ziekten en aandoeningen zoals opgenomen in de Regeling eisen geschiktheid 2000.

### Algemene screening van alle bestuurders

Bij de literatuurstudie zijn we uitgegaan van een getrappt beoordelingssysteem in twee fasen. De eerste fase is een algemene 'screening' van bestuurders: een eerste identificatie van potentieel minder geschikte bestuurders. Bestuurders bij wie twijfels ontstaan over de medische rijgeschiktheid, gaan vervolgens door naar een uitgebreidere keuring (fase 2). Voor deze tweede fase zijn al diverse instrumenten beschikbaar, al moeten voor sommige instrumenten nog wel grenswaarden worden vastgesteld voor wanneer men nog voldoende veilig aan het verkeer kan deelnemen. Voor het literatuuronderzoek keken we met name naar instrumenten die ingezet kunnen worden in fase 1, de algemene screening.

### Werkwijze van de literatuurstudie

Het literatuuronderzoek is uitgevoerd met de zoekmachine Google Scholar en de database Scopus. Hierin hebben we met algemene zoektermen zoals 'fitness to drive' en 'safe driving', in combinatie met 'test\*', 'measure\*' en 'screen\*', gezocht naar relevante wetenschappelijke literatuur. Vervolgens hebben we de resultaten daarvan opgesplitst in inhoudelijke categorieën. Per categorie hebben we eerst de mogelijkheden voor het gebruik als screeningsinstrument



uitgewerkt. Bij de meest kansrijke categorieën hebben we daarna met dezelfde zoekmachines specifiek naar het betreffende onderwerp gezocht.

## **Instrumenten om medische rijgeschiktheid te meten**

De medische rijgeschiktheid is grotendeels afhankelijk van cognitieve, visuele en motorische aspecten. Met technologische innovaties is het mogelijk om deze aspecten in fase 1 van beoordelingssysteem – de algemene screening – te meten. Daarbij maken we in eerste instantie onderscheid tussen twee benaderingen: continu monitoren van verkeersgedrag en een periodieke screening.

### *Monitoren van dagelijks verkeersgedrag*

Er zijn verschillende in-car-systemen, apps en ‘dataloggers’ om het rijgedrag van bestuurders structureel te monitoren. Ook zijn er systemen die het kijkgedrag van de bestuurder meten, zoals slimme camera’s en ‘eye-trackers’. Dit systeem van structureel beoordelen met technologische hulpmiddelen is kostbaar en zal bovendien waarschijnlijk op weinig draagvlak van bestuurders kunnen rekenen. Ook is er nog veel onderzoek nodig om goede variabelen voor de medische rijgeschiktheid te definiëren en om geschikte grenswaarden vast te stellen. Deze variabelen en grenswaarden moeten in het gebruik als screeningsmethoden zeer robuust zijn, robuuster dan als dit soort maten gebruikt worden voor inzicht in het eigen rijgedrag. Het behoud van het rijbewijs hangt er immers van af.

### *Periodieke screening*

Een periodieke screening is nu al verplicht voor bestuurders van 75 jaar en ouder. Het is in principe ook mogelijk om alle bestuurders periodiek te screenen, bijvoorbeeld bij elke verlenging van het rijbewijs. Dat kan bijvoorbeeld met rijtesten in een rijsimulator of met ‘testbatterijen’, een verzameling van testen die samen een beeld geven van de prestatie op een bepaald domein in plaats van slechts één deelaspect. Ook hiervoor is nader onderzoek nodig. De ontwikkeling van een valide en betrouwbare testbatterij of simulatorrit kost bovendien tijd en geld.

### *Nieuwe risicogroepen*

Een derde mogelijkheid om het beoordelingssysteem te herzien, is door nieuwe risicogroepen aan te wijzen (in plaats van 75-plussers en bestuurders met een officiële medische diagnose), bijvoorbeeld op basis van schadeclaims bij verzekeraars.

## **Betrokken partijen**

In Nederland beoordeelt het CBR de rijgeschiktheid van bestuurders van motorvoertuigen. Het CBR is dan ook de meest logische partij om bij een eerste screening van de medische rijgeschiktheid betrokken te zijn. Daarnaast kan ook worden gekeken naar de rol van gemeenten of van nieuw op te richten regionale mobiliteitscentra. Hetzelfde geldt voor artsen en andere zorgverleners. Die geven nu vooral voorlichting aan bestuurders met een medisch probleem. Mogelijk kunnen zij een grotere rol spelen, eventueel met een meldplicht.

De rol van de bestuurder zelf en zijn directe omgeving is in deze fase beperkt. Zelfrapportage aan de hand van vragenlijsten is erg fraudegevoelig en dus geen goede screeningsmethode. Wel kunnen dit soort vragenlijsten de bestuurder helpen om zelf inzicht te krijgen in de medische rijgeschiktheid en zodoende eigen verantwoordelijkheid te nemen.

Daarnaast is het belangrijk om bij een herziening van het beoordelingssysteem oog te houden voor draagvlak onder alle betrokken partijen. Een algemene screening van alle bestuurders vraagt een grote verandering in de houding ten opzichte van het rijbewijs: het is dan niet meer een onvoorwaardelijk bezit totdat je 75 jaar wordt, maar een voorwaardelijk bezit waarvoor je moet aantonen dat je er recht op hebt.

## Innovatieve methoden voor eerste screening

Al met al concluderen we dat er in de bestudeerde literatuur geen nieuwe innovatieve screeningsmethoden zijn gevonden die op korte of middellange termijn (binnen vijf jaar) inzetbaar zijn voor een eerste algemene screening om de medische rijgeschiktheid te bepalen bij een grote groep bestuurders (fase 1).

Wel zijn er screeningsmethoden die de moeite waard zijn om nader te onderzoeken met het oog op de lange termijn. De tabel hieronder geeft hiervan een overzicht. De instrumenten zijn opgesplitst naar het antwoord op de vraag of ze als reële optie gezien worden. De groene vlakken zijn de instrumenten om verkeersgedrag structureel te monitoren, de grijsblauwe vlakken betreffen de instrumenten voor periodieke screening en de oranje vlakken de andere manieren om een risicogroep aan te wijzen. Al deze methoden vragen om een verdere ontwikkeling van goede variabelen, grenswaarden en instrumenten en/of methoden voor de praktische uitvoering.

Reële optie	Mogelijk toekomstig reële optie	Geen reële optie
Continu meten van rijgedrag met dataloggers	Continu meten van kijkgedrag met camera's of eye-trackers	Continu meten van rijgedrag met apps op de smartphone
Continu meten van rijgedrag met in-car-systemen	Continu meten taakbelasting met behulp van hartslag (ECG)	Continu meten taakbelasting met behulp van hersenactiviteit (EEG)
Gevaarherkenningstest met aanvullende testen	Continu meten van taakbelasting met behulp van knipperfrequentie en -duur (camera's)	Rijtest
Domeinoverstijgende testbatterij	Testrit in rij simulator	Gevaarherkenningstest
	Meldplicht voor arts	Zelfscreening-vragenlijst
	Rapportage door verzekeringsmaatschappij	

## Summary

### Innovative methods for the assessment of medical fitness to drive; Possibilities for a system reform

Everyone with a Dutch driving licence is obliged to report a medical problem that may affect fitness to drive (moral obligation). Drivers aged 75 or over and all professional drivers are obliged to pass a periodic medical examination.

The Ministry of Infrastructure and Water Management has launched a study into alternative scenarios for the assessment of medical fitness to drive *during the period of licence validity*. Thus, the ministry is explicitly in search of a more risk-based approach that is in line with the *Road Safety Strategic Plan 2030*.

#### Literature review of innovative assessment methods

At the request of the ministry, SWOV has developed a study design consisting of five sub-studies. They are meant to provide insight into the functioning of the current assessment system, to examine whether alternative scenarios are possible and to identify the associated advantages and disadvantages. Sub-study 3 is a literature review aimed at:

*Identifying innovative methods to improve the assessment of licence holders' medical fitness to drive in terms of assessment quality or limited processing time.*

'Innovative' here means that a method has not yet been applied for this purpose and may not yet be fully crystallized while, on the other hand, being a promising option for a risk-based assessment system of medical fitness to drive.

'Medical fitness to drive' relates to the (lack of) fitness to drive resulting from diseases and conditions included in the Regulation fitness to drive 2000 (Regeling eisen geschiktheid 2000).

#### General screening of all drivers

For the literature review, we proceeded from a two-phase graduated assessment system. The first phase comprises a general screening of drivers: an initial identification of potentially less fit drivers. Drivers whose medical fitness is doubtful will proceed to a more extensive assessment (phase 2). For this second phase, several instruments are already available, although for some instruments thresholds for safe traffic participation still have to be determined. For the literature review, we primarily looked at instruments available for the general screening of phase 1.

#### Methodology of literature review

The literature review was carried out using search engine Google Scholar and database Scopus. General search terms such as 'fitness to drive' and 'safe driving', combined with 'test\*', 'measure\*' and 'screen\*' were used to find the relevant scientific literature. We then split the results into substantive categories. For each category, the potential for use as a screening

instrument was first elaborated. For the most promising categories, we then searched for the corresponding subject using the abovementioned search engines.

## **Instruments to measure medical fitness to drive**

Medical fitness to drive largely depends on cognitive, visual and motor aspects. Technological innovations allow for the measurement of these aspects in phase 1 of the assessment system - the general screening. Initially, we distinguish two approaches: continuous monitoring of road user behaviour and periodic screening.

### *Monitoring daily road user behaviour*

There are several in-car systems, apps and data loggers to structurally monitor driving behaviour. There are also systems that measure a driver's viewing behaviour, such as smart cameras and eye trackers. This system of structural assessment by means of technological resources is costly and will probably gain little driver support. Furthermore, extensive research is needed to define the proper variables for medical fitness to drive and to determine the proper thresholds. These variables and thresholds need to be robust for use as screening methods, exceeding the robustness of measures needed for insight into one's own driving behaviour. After all, retaining one's driving licence depends on this robustness for screening.

### *Periodic screening*

Periodic screening is already mandatory for drivers aged 75 or over. In principle, *all* drivers could be screened periodically, for example every time they renew their driving licences. This could, for example, be done by means of driving tests in a simulator or by means of a 'test battery', a collection of tests that, taken together, provide a picture of performance in a specific area instead of providing results for only one aspect of this area. For this kind of screening, further research is also needed. Moreover, the development of a valid and reliable test battery or simulator drive will take both time and money.

### *New risk groups*

A third option to reform the assessment system is to designate new risk groups (instead of drivers aged 75 or over, and drivers with an official medical diagnosis), for instance on the basis of damage insurance claims.

## **Parties involved**

In the Netherlands, the Dutch driving test organisation CBR assesses the fitness to drive of motor vehicle drivers. CBR is, therefore, the most logical party to be involved in an initial assessment of medical fitness to drive. In addition, the role of municipalities or yet to be founded regional mobility centres could be considered. The same goes for physicians and other healthcare providers. They now mainly supply information to drivers with a medical condition. They could become more involved, and might even be legally obliged to report these conditions.

In this phase, the driver's own role and that of the immediate environment are limited. Self-reporting by means of questionnaires is extremely susceptible to fraud and is, therefore, not an appropriate screening method. This kind of questionnaire does, however, help drivers to gain insight into medical fitness to drive and, thus, to take responsibility.

In addition, when reforming the assessment system, it is important to bear in mind the support among all parties involved. A general screening of all drivers calls for a substantial change in one's attitude towards the driving licence: it will no longer be an unconditional asset up to age 75, but a conditional asset to which one has to prove entitlement.



## Innovative methods for initial screening

All in all, we conclude that in the literature studied no innovative screening methods were found that could, in the short or medium term (within five years), be used for an initial general screening to assess fitness to drive for a large group of drivers (phase 1).

Yet, there are screening methods that are worth further research from a long term perspective. The table below presents an overview of the methods. The instruments have been split according to their viability. The green cells are instruments to structurally monitor road user behaviour, the grey-blue cells are instruments for periodic screening and the orange cells present other ways to designate risk groups. All methods call for further development of appropriate variables, thresholds and instruments and/or methods for practical implementation.

Viable option	Possible viable option in future	Non-viable option
Continuous measuring of driving behaviour with data loggers	Continuous measuring of viewing behaviour with cameras or eye trackers	Continuous measuring of driving behaviour with apps on smartphone
Continuous measuring of driving behaviour with in-car systems	Continuous measuring of task load by means of heart rate (ECG)	Continuous measuring of task load by means of brain activity (EEG)
Hazard perception test with additional tests	Continuous measuring of task load by means of blinking frequency and duration (cameras)	On-road driving test
Cross-domain test battery	Test drive in driving simulator	Hazard perception test
	Legal reporting obligation for physicians	Self screening questionnaire
	Reporting by insurance companies	

## Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>12</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>13</b>
1.1 Achtergrond	13
1.1.1 Lessen uit deelonderzoek 1 en 2	14
1.2 Vraagstelling	14
1.3 Uitdagingen van het onderzoek	15
1.3.1 Kwaliteit versus efficiëntie	15
1.3.2 Alle bestuurders of een deel van de bestuurders?	15
1.3.3 Aspecten van rijgeschiktheid	16
1.4 Een getrappt proces: twee beoordelingsfasen	16
1.4.1 Fase 1: identificatie van potentieel minder geschikte bestuurders (screening)	16
1.4.2 Fase 2: nader onderzoek van potentieel minder geschikte bestuurders (keuring)	17
1.5 Afbakening en aanpak van het onderzoek	17
1.5.1 Medische rijgeschiktheid	17
1.5.2 Screening van potentieel minder rijgeschikte bestuurders	18
1.5.3 Identificatie van relevante literatuur	18
1.5.4 Analyse van de literatuur	18
1.6 Leeswijzer	19
<b>2 Indicatoren voor veilig verkeersgedrag</b>	<b>20</b>
2.1 Ongevalsbetrokkenheid	20
2.2 Rijgedrag	21
2.3 Kijkgedrag	22
2.4 Fysiologische maten	22
2.5 Conclusie	23
<b>3 Instrumenten voor het meten van veilig verkeersgedrag: directe maten</b>	<b>25</b>
3.1 Monitoren van dagelijks verkeersgedrag	25
3.1.1 Vastleggen van voertuiggedrag met kinematische maten	25
3.1.2 Vastleggen interactie met ander verkeer en infrastructuur	27
3.1.3 Vastleggen kijkgedrag van de bestuurder	27
3.1.4 Vastleggen fysiologische maten	28
3.2 Periodiek screenen met behulp van rijtesten	29
3.3 Periodieke screening met behulp van rijsimulators	31
3.4 Conclusie	32

<b>4</b>	<b>Instrumenten voor het meten van veilig verkeersgedrag: indirecte maten</b>	<b>36</b>
4.1	Periodiek screenen met behulp van (computergestuurde) testen	36
4.1.1	Gevaarherkenningstesten	36
4.1.2	Samengestelde testen	38
4.2	Rapportages over rijgeschiktheid	39
4.2.1	Zelfrapportages	40
4.2.2	Rapportage door derden anders dan de naaste familieleden	41
4.3	Conclusie	42
<b>5</b>	<b>Het meten van beperkingen</b>	<b>44</b>
5.1	Het cognitieve domein	44
5.1.1	Cognitieve testbatterijen	44
5.1.2	Enkelvoudige cognitieve testen	45
5.2	Het visuele domein	45
5.3	Het fysieke domein	45
5.4	Conclusie	46
<b>6</b>	<b>Mogelijk betrokken partijen</b>	<b>47</b>
6.1	Mogelijke instanties of locaties om screening uit te voeren	47
6.1.1	CBR	47
6.1.2	Gemeenten	48
6.1.3	Mobiliteitscentra	48
6.1.4	Draagvlak	48
6.2	Gezondheidszorg	48
6.2.1	Artsen	48
6.2.2	Derdelijnszorg	49
6.2.3	Draagvlak	49
6.3	De bestuurder zelf en zijn of haar omgeving	49
6.3.1	Mogelijke rol	49
6.3.2	Draagvlak	50
6.4	Verzekeringsmaatschappijen	50
6.4.1	Mogelijke rol	50
6.4.2	Draagvlak	50
6.5	Conclusie	51
<b>7</b>	<b>Discussie en conclusie</b>	<b>52</b>
7.1	Discussie	52
7.1.1	Structureel monitoren of periodiek controleren	52
7.1.2	Alle bestuurders of deel van de bestuurders	53
7.2	Conclusie	53
	<b>Literatuur</b>	<b>55</b>

## Voorwoord

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat wil weten of er alternatieve scenario's mogelijk zijn om de medische rijgeschiktheid van rijbewijsbezitters *gedurende de looptijd van het rijbewijs* te beoordelen. Daarmee zoekt het ministerie naar een meer risicogestuurde aanpak die aansluit bij het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018).

Op verzoek van het ministerie heeft SWOV hiervoor in 2019 een onderzoeksopzet ontwikkeld (Davidse, 2019). Deze opzet betreft vijf deelonderzoeken, die worden uitgevoerd door SWOV en onderzoeksbureau Andersson Elffers Felix (AEF):

1. beschrijving van het huidige Nederlandse stelsel voor beoordeling van de medische geschiktheid (AEF);
2. inventarisatie van stelsels die in het buitenland worden gehanteerd (AEF);
3. literatuurstudie naar innovatieve methoden om de medische rijgeschiktheid te beoordelen (SWOV);
4. draagvlakonderzoek onder uitvoeringspartners en burgers (AEF);
5. selectie van alternatieve scenario's met een beschrijving van de effecten op kosten, doorlooptijd en verkeersveiligheid (SWOV).

In dit rapport bespreken we deelonderzoek 3: de literatuurstudie naar innovatieve beoordelingsmethoden. De resultaten van de andere deelstudies worden separaat gepubliceerd.

## 1 Inleiding

**Dit rapport is een uitwerking van een literatuurstudie naar innovatieve methoden om de medische rijgeschiktheid van rijbewijsbezitters te beoordelen. In dit eerste hoofdstuk gaan we in op de achtergrond, vraagstelling, uitdagingen, aanpak en afbakening van het onderzoek.**

### 1.1 Achtergrond

In Nederland beoordeelt het CBR de rijgeschiktheid van bestuurders van motorvoertuigen. Voor rijbewijsbezitters van 75 jaar en ouder geldt een verplichte periodieke beoordeling van de medische rijgeschiktheid. Deze verplichting geldt ook voor beroepschauffeurs.

In 2019 zijn er voor deze keuringen lange wachttijden ontstaan bij het CBR. Dit had als gevolg dat sommigen het rijbewijs niet tijdig konden verlengen. Capaciteitsuitbreiding bij het CBR is een kortetermijnoplossing om de wachttijden te verkorten. Een oplossing voor de lange termijn vraagt om een herziening van het huidige beoordelingssysteem voor de medische rijgeschiktheid: een efficiënter systeem zou ervoor kunnen zorgen dat minder rijbewijsbezitters beoordeeld hoeven te worden, ondanks de vergrijzing en het toenemende rijbewijsbezit van ouderen.

Mede vanuit die gedachte wil het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat weten of er alternatieve scenario's mogelijk zijn om de medische rijgeschiktheid *gedurende de looptijd van het rijbewijs* te beoordelen. Daarmee zoekt het ministerie nadrukkelijk naar een meer risicogestuurde aanpak die aansluit bij het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018). Bij een herziening van het beoordelingssysteem zou de noodzaak van een beoordeling van de rijgeschiktheid niet meer moeten afhangen van de leeftijd, maar van een medische indicatie.

Als we het huidige beoordelingssysteem – met de kennis van nu en binnen de grenzen van de Europese regelgeving – helemaal opnieuw zouden kunnen inrichten, hoe zouden we dat dan doen? Uit die vraag volgen de volgende deelvragen:

- > Welke rijbewijsbezitters beoordelen we dan?
- > Wie moet dat doen, op welk moment en op welke wijze?
- > Wat is het effect van een wijziging van de rijgeschiktheidskeuring op de verkeersveiligheid, de kosten en de doorlooptijd?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden, heeft het ministerie aan SWOV gevraagd om een onderzoeksopzet te ontwikkelen (Davidse, 2019). Daarmee komt het ministerie tegemoet aan de moties van Von Martels c.s. (Von Martels et al., 2019) en Schonis en Von Martels (2019). De onderzoeksopzet van SWOV bestaat uit vijf deelonderzoeken, die worden uitgevoerd door SWOV en onderzoeksbureau Andersson Elffers Felix (AEF):

1. beschrijving van het huidige Nederlandse stelsel voor beoordeling van de medische geschiktheid (AEF);
2. inventarisatie van stelsels die in het buitenland worden gehanteerd (AEF);



3. literatuurstudie naar innovatieve methoden om de medische rijgeschiktheid te beoordelen (SWOV);
4. draagvlakonderzoek onder uitvoeringpartners en burgers (AEF);
5. selectie van alternatieve scenario's met een beschrijving van de effecten op kosten, doorlooptijd en verkeersveiligheid (SWOV).

In dit rapport bespreken we deelonderzoek 3: de literatuurstudie naar innovatieve methoden om de medische rijgeschiktheid te beoordelen.

### 1.1.1 Lessen uit deelonderzoek 1 en 2

Deelonderzoek 1 betreft een beschrijving van het huidige Nederlandse stelsel om de medische rijgeschiktheid van bestuurders te bepalen (Keijser & Venhuizen, 2020a). De instrumenten die hiervoor worden gebruikt, zijn een visustest (een test van de gezichtsscherpte, bij het praktijkexamen), een gezondheidsverklaring (bij het behalen van het rijbewijs en bij rijbewijsverlenging na het 75<sup>e</sup> levensjaar), een medische keuring (inclusief visustest, test voor bloeddruk, urinetest voor diabetes en een beoordeling van algemene lichamelijke en geestelijke gezondheid door de arts, bij rijbewijsverlenging na het 75<sup>e</sup> levensjaar) en diverse andere medische keuringen, eventueel aangevuld met een rijtest bij bepaalde aandoeningen.

Deelonderzoek 2 betreft onderzoek naar de manier waarop de medische rijgeschiktheid wordt getest in andere landen (Keijser & Venhuizen, 2020b). Daarbij is met name variatie te vinden op de volgende punten:

- De uitvoering van de eerste aanvraag van het rijbewijs: of er een gezondheidsverklaring getekend moet worden, of er een medisch onderzoek uitgevoerd wordt en of er een visustest wordt gedaan.
- Wel of geen leeftijdsgebonden keuring: bij de landen die wel een leeftijdsgebonden keuring hebben, zijn er grote verschillen in de leeftijd, het moment en de frequentie waarop deze keuringen plaatsvinden.
- Meldplicht bestuurder en arts: een meldplicht voor de arts of voor de patiënt (de bestuurder) zelf is in sommige landen ingevoerd, in andere niet. De handhaving van deze meldplicht verschilt ook per land.
- Financiering van de keuringen: in de meeste landen betaalt de bestuurder de kosten voor het onderzoek.
- Uitvoering van de onderzoeken: de onderzoeken naar medische rijgeschiktheid worden uitgevoerd door artsen, ministeries, medische centra of politie.

Vanuit deelonderzoek 2 zijn er dus geen voor Nederland onbekende methoden voor screenen naar boven gekomen. Wel zien we dat er mogelijkheden zijn voor een meldplicht voor artsen en bestuurders en dat er meer mogelijke uitvoerende instanties zijn: bijvoorbeeld het oprichten van aparte centra waar mobiliteitsvraagstukken behandeld kunnen worden.

## 1.2 Vraagstelling

Dit rapport beschrijft het derde deelonderzoek, de literatuurstudie naar nieuwe beoordelingsmethoden. Het doel van deze studie is:

***Het identificeren van innovatieve methoden die het onderzoek naar de medische rijgeschiktheid van rijbewijsbezitters kunnen verbeteren in termen van de kwaliteit van het onderzoek of een beperking van de doorlooptijd.***

Met 'innovatief' bedoelen we hier dat een methode nog niet met dit doel wordt toegepast en mogelijk ook nog niet volledig is uitgekristalliseerd, maar wel kansrijk is voor een risicogestuurd beoordelingssysteem van de medische rijgeschiktheid.

Met 'medische rijgeschiktheid' bedoelen we de (on)geschiktheid om auto te rijden die het gevolg is van ziekten en aandoeningen zoals opgenomen in de Regeling eisen geschiktheid 2000. De mogelijk daaruit voortvloeiende beperkingen voor de rijgeschiktheid kunnen lichamelijk en psychisch van aard zijn. Tijdelijke ongeschiktheid als gevolg van vermoeidheid, alcohol en drugsgebruik laten we hier buiten beschouwing.

Het doel van deze studie is uitgewerkt in de volgende onderzoeksvragen (Davidse, 2019):

1. Welke innovatieve methoden zijn er op de markt of in ontwikkeling om de rijgeschiktheid te beoordelen?
2. Wat is er bekend over de sensitiviteit en de specificiteit van deze instrumenten?<sup>1</sup>
3. Op welke termijn zijn deze methoden daadwerkelijk inzetbaar (uitontwikkeld en gevalideerd)?
4. Welke kennis en ervaring zijn nodig om deze instrumenten te gebruiken?
5. Wat zijn de kosten voor gebruik van deze instrumenten (aanschafprijs en kosten per beoordeling, inclusief tarief en benodigde tijd van degene die de beoordeling uitvoert)?

## 1.3 Uitdagingen van het onderzoek

Bij het operationaliseren van de onderzoeksvragen werden we voor enkele keuzes gesteld. Welke bestuurders willen we bereiken? Welke aspecten van de rijgeschiktheid zijn vooral belangrijk? Dit zijn vragen waar we eerst kort op ingaan.

### 1.3.1 Kwaliteit versus efficiëntie

Hoewel de vraagstelling volgens de projectbeschrijving is ingestoken met het doel om een efficiëntere methode te vinden, moet de kwaliteit van de procedure behouden blijven. Dit betekent dat er grenzen worden gesteld aan het verbeteren van de efficiëntie: deze mag niet leiden tot een verslechtering van de verkeersveiligheid.

### 1.3.2 Alle bestuurders of een deel van de bestuurders?

Hoe breed wordt deze vraag ingestoken? Op het moment geldt de rijgeschiktheidsbeoordeling voor oudere bestuurders (75+), beroepschauffeurs en bestuurders met een diagnose van een aandoening waarvan we weten dat die de rijgeschiktheid kan beïnvloeden. Bestuurders die betrokken zijn geweest bij een ongeval (waarbij getwijfeld wordt aan de rijgeschiktheid) en bestuurders die regelmatig ernstige overtredingen begaan, gaan de vorderingsprocedure van het CBR in. Hierbij wordt in principe getest op de rijvaardigheid, maar bij sterke aanwijzingen voor een verminderde rijgeschiktheid zal deze ook onderzocht worden. De vorderingsprocedure wordt niet als onderdeel van dit rapport beschouwd.

Voor de verschillende medische aandoeningen zijn grenswaarden beschreven waarbij de aandoening een beperking van de rijgeschiktheid met zich meebrengt. Het kan wel zo zijn dat een rijbewijsbezitter meer dan één relevante ziekte of aandoening heeft. In dat geval worden voor elke aandoening de beperkingen getoetst. Verder wordt ervan uitgegaan dat de andere domeinen die belangrijk zijn voor de rijgeschiktheid (zie *Paragraaf 1.3.3*), onaangetast zijn.

Het uitgebreid testen van bestuurders met beperkingen blijft belangrijk. Uit diverse studies naar leeftijdskeuringen blijkt dat een op leeftijd gebaseerde keuring tekortschiet als effectieve screening voor de medische rijgeschiktheid (Hollis et al., 2013; Siren & Haustein, 2015; Vlakveld & Davidse, 2011). We zijn daarom op zoek naar alternatieve methoden om op medische gronden



- 1 De sensitiviteit van een testinstrument is laag als het veel (beoogd) rijbewijsbezitters met een hoog risico op een ongeval ten onrechte als geschikt beoordeelt en als die daardoor kunnen blijven rijden. De specificiteit van een testinstrument is laag als het veel (beoogd) rijbewijsbezitters ten onrechte ongeschikt beoordeelt waardoor hun het rijbewijs ontnomen wordt terwijl zij geen verhoogd risico op een ongeval hebben.

potentieel ongeschikte bestuurders, onafhankelijk van leeftijd, te identificeren zodat deze nader onderzocht kunnen worden. Dit zou betekenen dat alle bestuurders een soort screening moeten ondergaan, variërend van een schriftelijke gezondheidsverklaring van de bestuurder, zoals al gebeurt bij het behalen van het rijbewijs, tot een medische keuring en/of een rijtest. Deze keuze heeft grote invloed op het type instrument dat we kunnen inzetten, wie de screening uitvoert en de manier waarop. Dit proces wordt verder uitgewerkt in *Paragraaf 1.4*.

### 1.3.3 Aspecten van rijgeschiktheid

Er zijn allerlei aspecten die de medische rijgeschiktheid van een bestuurder beïnvloeden en die tezamen bepalen of iemand geschikt is om veilig te rijden. Deze liggen binnen diverse domeinen<sup>2</sup>, waaronder met name:

- waarneming (bijvoorbeeld contrastgevoeligheid, visuele veld);
- informatieverwerking (bijvoorbeeld reactietijd, volgehouden aandacht);
- interpretatie van de informatie (bijvoorbeeld gevaarherkenning, selectieve aandacht);
- motoriek (bijvoorbeeld flexibiliteit nek, remkracht).

Autorijden<sup>3</sup> is een complexe taak en al deze aspecten moeten voldoende zijn om veilig aan het verkeer deel te kunnen nemen. Het is daardoor niet makkelijk om met een korte, eenvoudig toe te passen test een eerste algemene screening van medische rijgeschiktheid uit te voeren. Al deze aspecten zullen daar immers in terug moeten komen.

## 1.4 Een getrappt proces: twee beoordelingsfasen

Het ligt voor de hand om bij het beoordelen van de rijgeschiktheid uit te gaan van een proces met twee fasen, zoals nu ook al het geval is bij de leeftijdsgebonden keuring: een korte screening van bestuurders die potentieel minder geschikt zijn om veilig aan het verkeer deel te nemen (fase 1), bij twijfel aan de rijgeschiktheid volgt dan een uitgebreid onderzoek van deze bestuurders (fase 2).

In dit rapport gaan we vooral op zoek naar methoden voor fase 1, een eerste algemene screening van de rijgeschiktheid. We kijken hierbij naar een screening van alle bestuurders, onafhankelijk van leeftijd, en we beperken ons tot de medische rijgeschiktheid (zie *Paragraaf 1.5.1*). Vanwege de beperkt beschikbare tijd voor dit onderzoek, in combinatie met de vele ziekten en aandoeningen waarvoor mogelijk instrumenten in ontwikkeling zijn, gaan we in *Hoofdstuk 5* alleen kort in op innovatieve instrumenten voor het testen van de rijgeschiktheid van bestuurders met specifieke ziekten en aandoeningen (fase 2).

### 1.4.1 Fase 1: identificatie van potentieel minder geschikte bestuurders (screening)

Alle kandidaat-bestuurders ondergaan bij het behalen van het rijbewijs een theorie- en praktijk-examen ter controle van de rijvaardigheid. Daarnaast dienen ze een gezondheidsverklaring in te vullen en wordt de visus (de gezichtsscherpte) getest door de examiner. Identificatie van bestuurders die na het behalen van het rijbewijs potentieel verminderd rijgeschikt zijn, kan op diverse manieren gebeuren. Een bestuurder kan een medisch probleem krijgen waarvan bekend is dat het de rijgeschiktheid kan beïnvloeden. Zij dienen zichzelf te melden via een gezondheidsverklaring (morele plicht). Ook geldt er in Nederland een verplichte periodieke medische keuring na het 75<sup>e</sup> levensjaar én voor alle beroepschauffeurs.

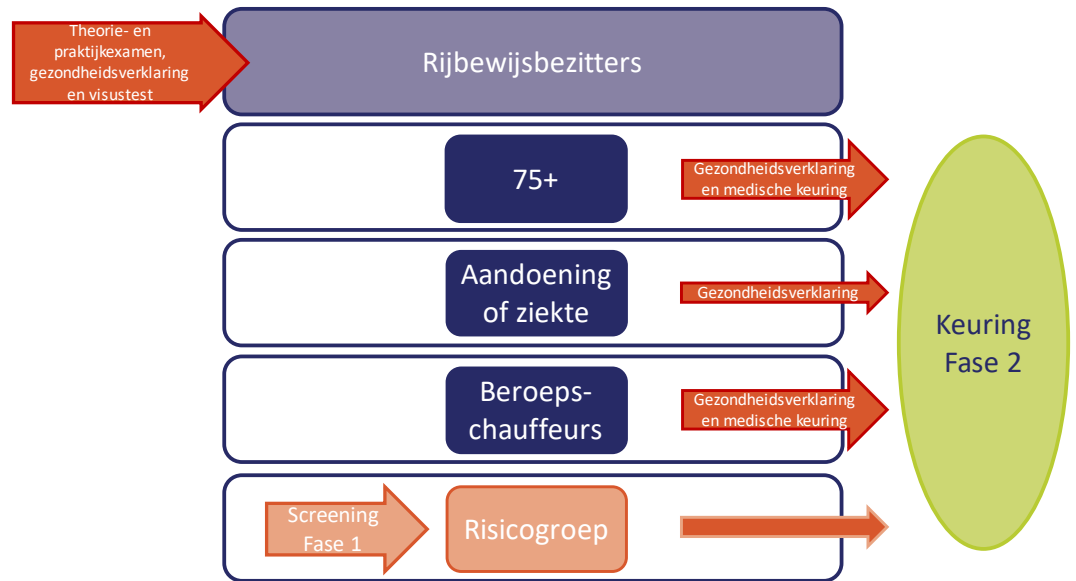


<sup>2</sup> Deze aspecten kunnen langdurig verminderd zijn, of als acute tijdelijke verslechtering optreden, zoals bij epilepsie of hartfalen.

<sup>3</sup> Of beter gezegd: deelnemen aan het verkeer met een gemotoriseerd voertuig. In het vervolg van dit rapport hebben we het regelmatig over autorijden terwijl we daarmee ook het besturen van andere gemotoriseerde voertuigen bedoelen.

In *Afbeelding 1.1* wordt het huidige beoordelingssysteem schematisch weergegeven. De blauwe vlakken en rode pijlen geven aan hoe het stelsel op dit moment werkt. In dit rapport kijken we vooral naar het lichtoranje vlak en de lichtoranje pijl.

*Afbeelding 1.1* Schematisch overzicht risicogroepen voor de keuring.



In dit rapport verkennen we hoe we op een andere manier een eerste screening van bestuurders kunnen uitvoeren. Dit betreft dus niet alleen 75-plussers en bestuurders die een officiële diagnose hebben gekregen of bij een ongeval betrokken zijn geweest. Het zal een methode moeten zijn die in principe elke rijbewijsbezitter (eventueel met regelmatige tussenpozen) moet ondergaan, en daarom betaalbaar en snel uitvoerbaar moet zijn. Daarnaast dient de methode gevoelig te zijn voor een breed scala aan mogelijke oorzaken van een verminderde rijgeschiktheid. Zoals in *Paragraaf 1.3.3* is aangegeven, liggen die oorzaken binnen diverse domeinen. Het lichtoranje vlak en de lichtoranje pijl in *Afbeelding 1.1* geven aan welke mogelijkheden we in dit rapport onderzoeken. Of deze het huidige stelsel gaan vervangen of aanvullen, is afhankelijk van de mogelijkheden en kwaliteit van de gevonden screeningmethoden: dit is pas te bepalen als duidelijk is hoe een methode kan worden ingezet en wat de validiteit van de methode is.

#### 1.4.2 Fase 2: nader onderzoek van potentieel minder geschikte bestuurders (keuring)

Na de identificatie van potentieel minder geschikte bestuurders zullen deze nader onderzocht moeten worden. Ten eerste zal bepaald moeten of iemand daadwerkelijk medisch ongeschikt is om een voertuig te besturen en binnen welke domeinen het probleem of de problemen zich bevinden. Vervolgens moet een uitgebreid onderzoek worden uitgevoerd om te bepalen of de beperking ook daadwerkelijk tot een ongeschiktheid leidt of dat – al dan niet met hulpmiddelen of na training – nog voldoende veilig kan worden autogereden. Hoewel we dit onderdeel niet in detail onderzocht hebben, noemen we in *Hoofdstuk 5* enkele voorbeelden van instrumenten die hiervoor ingezet kunnen worden.

### 1.5 Afbakening en aanpak van het onderzoek

#### 1.5.1 Medische rijgeschiktheid

Dit rapport gaat over rijbewijsbezitters met een verminderde medische rijgeschiktheid. Daarmee bedoelen we dat een bestuurder langdurig niet in staat is om op een veilige manier aan het verkeer deel te nemen als gevolg van zijn of haar fysieke of mentale gesteldheid. Dit kan het gevolg zijn van perceptuele, cognitieve of motorische belemmeringen die gepaard gaan met

ziekten en aandoeningen. De tijdelijke rijgeschiktheid als gevolg van gebruik van medicatie, drugs of alcohol, of ten gevolge van vermoeidheid en afleiding, zijn geen onderwerp van dit onderzoek.

### 1.5.2 Screening van potentieel minder rijgeschikte bestuurders

In *Paragraaf 1.4* is gesproken over een getrappt proces met in de eerste fase een algemene screening om potentieel minder rijgeschikte bestuurders te identificeren, en in de tweede fase een diepgaand onderzoek van die bestuurders voor wie de screening negatief was. We gaan in dit onderzoek vooral op zoek naar mogelijke methoden voor het uitvoeren van fase 1. Hierbij gaan we hoofdzakelijk in op het vinden van een algemene screeningsmethode voor alle bestuurders (de lichtoranje pijl in *Afbeelding 1.1*). Daarnaast gaan we ook kort in op een andere manier om het huidige beoordelingssysteem aan te vullen of te herzien: door nieuwe risicogroepen aan te wijzen (in plaats van 75-plussers en bestuurders met een officiële medische diagnose), bijvoorbeeld op basis van schadeclaims bij verzekeraars (zie *Paragraaf 4.2.2*). In dit onderzoek gaan we slechts beperkt in op innovatieve methoden die gebruikt kunnen worden voor fase 2 (zie *Paragraaf 1.4.2*).

### 1.5.3 Identificatie van relevante literatuur

Het onderzoek is begonnen met een korte maar brede zoektocht via de zoekmachine Google Scholar en de database Scopus. Hierin hebben we met algemene zoektermen zoals 'fitness to drive' en 'safe driving', in combinatie met 'test\*', 'measure\*' en 'screen\*', gezocht naar relevante wetenschappelijke literatuur vanaf 2011 of 2016 tot heden. Deze zoektocht leverde richtingen op van innovatieve mogelijkheden om de rijgeschiktheid van bestuurders te testen. Het bleek al snel dat er heel wat verschillende maten en instrumenten zijn waarmee mogelijk de rijgeschiktheid in kaart gebracht kan worden. Per richting hebben we zo nodig gericht extra informatie opgezocht. Daarnaast vonden we ook informatie over mogelijke rollen van personen of instellingen. Verder ontdekten we dat er diverse procedurele keuzes gemaakt zullen moeten worden die samenhangen met keuzes op het gebied van inzet van instrumenten en personen of instanties.

Vanwege de beperkte tijd die beschikbaar was voor dit onderzoek, hebben we de gevonden mogelijkheden gecategoriseerd en op hoofdlijnen besproken aan de hand van de vragen die zijn beschreven in *Paragraaf 1.5.4*. Afhankelijk van de vraag hoe kansrijk het idee is, zijn we verder op de vragen ingegaan of niet. Het is dus geen uitputtende inventarisatie van de mogelijkheden geworden.

### 1.5.4 Analyse van de literatuur

De geïdentificeerde literatuur is bestudeerd en geanalyseerd. Waar het ging om methoden en instrumenten met een zeker potentieel hebben we, voor zover mogelijk, de volgende vragen beantwoord:

1. Op welke manier is het een maat voor rijgeschiktheid?
2. Wat is er bekend over de validiteit (en eventueel sensitiviteit en de specificiteit) om de medische rijgeschiktheid van bestuurders te bepalen?
3. Op welke termijn<sup>4</sup> is het daadwerkelijk inzetbaar (uitontwikkeld en gevalideerd)?
4. Welke kennis en ervaring zijn nodig voor gebruik ervan, ofwel: wie zou het kunnen toepassen?
5. Wat zijn de kosten voor gebruik (aanschafprijs en personele kosten)?
6. Wat is de (tijds)investering per afname voor de bestuurder?



<sup>4</sup> Met korte termijn bedoelen we in dit rapport binnen vijf jaar.

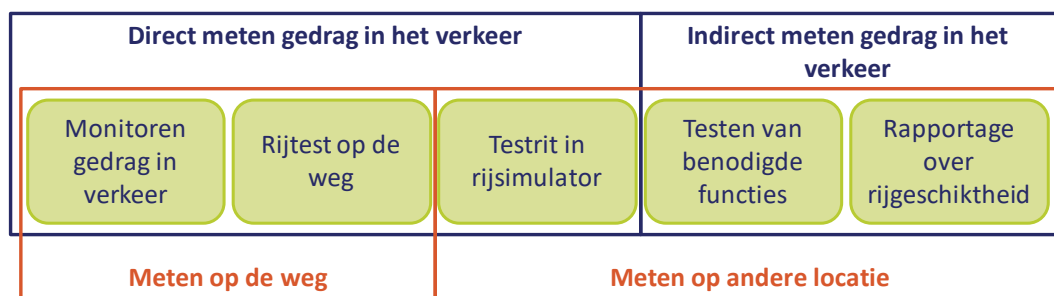


## 1.6 Leeswijzer

In dit eerste hoofdstuk bespreken we de achtergrond, vraagstelling, opzet en afbakening van het onderzoek. *Hoofdstuk 2* gaat over mogelijke indicatoren die gebruikt kunnen worden om direct variabelen tijdens het rijden te meten. In *Hoofdstuk 3* worden instrumenten besproken waarmee de indicatoren van *Hoofdstuk 2* kunnen worden gemeten. *Hoofdstuk 4* gaat in op instrumenten die mogelijk andere, meer indirecte maten van de rijgeschiktheid kunnen meten. *Hoofdstuk 5* gaat kort in op de mogelijkheden die er zijn om de rijgeschiktheid van bestuurders met bepaalde ziekten of aandoeningen te testen. In *Hoofdstuk 6* worden de mogelijke rollen van verschillende instanties of personen besproken. Het rapport wordt afgesloten met een aantal discussiepunten en een conclusie in *Hoofdstuk 7*.

*Afbeelding 1.2* geeft een schematisch overzicht van de groepering van instrumenten die onderzocht worden in dit onderzoek. *Hoofdstuk 2* geeft indicatoren die gebruikt kunnen worden voor de instrumenten van de eerste drie groene blokken, omgeven door het eerste blauwe kader. De instrumenten zelf worden in *Hoofdstuk 3* weergegeven. De instrumenten voor het indirect meten van de rijgeschiktheid (het tweede blauwe kader in *Afbeelding 1.2*) worden besproken in *Hoofdstuk 4*.

*Afbeelding 1.2* Schematisch overzicht onderzoek naar mogelijke instrumenten



## 2 Indicatoren voor veilig verkeersgedrag

In dit rapport gaan we op zoek naar een manier om de rijgeschiktheid in het algemeen te testen, dus zonder dat er sprake is van een bekende beperking. Dat levert een zoektocht op naar methoden en instrumenten die domeinoverstijgend zijn. Vanuit die gedachte is het logisch om dan te kijken naar directe maten van veilig verkeersgedrag. Indicatoren voor veilig verkeersgedrag kunnen echter geen onderscheid maken naar de oorzaken van het gedrag. Naast een medische rijongeschiktheid kunnen ook tijdelijke aspecten als vermoeidheid, afleiding of middelengebruik ten grondslag liggen aan het minder veilige rijgedrag. Daarnaast kan ook moedwillig onveilig gereden worden. Zo mogelijk gaan we hier per indicator kort op in. De medische rijongeschiktheid zal in fase 2 (de keuringsfase, (zie *Paragraaf 1.4.2*) moeten worden vastgesteld. In dit hoofdstuk verkennen we de verschillende indicatoren waarmee we de rijgeschiktheid zouden kunnen bepalen. Dit delen we op in vier categorieën: ongevalsbetrokkenheid, rijgedrag, kijkgedrag en fysieke maten. In *Hoofdstuk 3* bespreken we vervolgens de mogelijke instrumenten waarmee deze indicatoren gemeten kunnen worden.

### 2.1 Ongevalsbetrokkenheid

Een door bestuurders zelf veel gebruikt argument dat ze nog geschikt zijn om auto te rijden, is dat ze nog nooit een ongeval hebben gehad. Betrokkenheid bij een ongeval zou volgens deze redenering wellicht een maat kunnen zijn voor de medische rijgeschiktheid. Als je immers niet bij een ongeval betrokken raakt, zal je toch wel veilig autorijden? Uit meta-analyses van diverse aandoeningen blijkt dat er wel een verhoogd risico op ongevallen is bij autorijden met fysieke aandoeningen (Elvik et al., 2009; Vaa, 2003). Dit risico is echter niet zeer hoog. Het relatieve risico van ziekten en aandoeningen (het risico op ongevallen met de ziekte/aandoening gedeeld door het risico op ongevallen zonder deze ziekte/aandoening) ligt tussen 2,0 (voor alcoholisme) en 1,1 (voor visuele beperkingen; Elvik et al., 2009). Bestuurders met aandoeningen als slaapapneu hebben een iets hoger ongevalsrisico (3,7; Vaa, 2003). Vaa (2003) geeft een gemiddelde van 1,3 voor alle beperkingen samen. Ter vergelijking: mannen en vrouwen van 75 jaar en ouder hebben een relatief risico van respectievelijk 3,1 en 3,2 ten opzichte van de leeftijdscategorie met het laagste risico (respectievelijk 45-54 jaar en 35-54 jaar; Vaa, 2003). Het zwakke verband komt onder andere doordat ongevallen relatief zeer zeldzaam zijn. Fouten van een bestuurder leiden immers veelal niet tot een ongeval doordat de bestuurder zelf of de potentiële botspartner op tijd een ontwijkende manoeuvre uitvoert zoals remmen of een koers wijzigen. Daarnaast kunnen bestuurders ook betrokken zijn bij een ongeval waar ze zelf geen schuld aan hebben, of bij een ongeval dat niet zozeer een bedreiging vormt voor de verkeersveiligheid (zoals het raken van een paaltje bij het parkeren). Daarnaast kan een ongeval ontstaan door verminderde rijvaardigheid of risicovol gedrag dat niets met medische rijgeschiktheid te maken heeft. Ook zou je met een screening van minder geschikte bestuurders juist ongevallen willen voorkomen. Kortom, betrokkenheid bij een ongeval zien we niet als geschikte indicator voor medische rijgeschiktheid.

In plaats van naar ongevalsbetrokkenheid kunnen we ook kijken naar 'time-to-accident' als benadering (proxy) voor ongevallen. Time-to-accident<sup>5</sup> is de tijd tussen een ontwijkende manoeuvre van één of beide op botskoers liggende verkeersdeelnemers en de botsing die was ontstaan als geen ontwijkende manoeuvre had plaatsgevonden (Bärgman, 2016). Deze maat wordt onder andere gebruikt bij 'naturalistic driving'-onderzoek en vereist constante monitoring van rijgedrag en omgeving.

De vraag is of time-to-accident een goede maat is voor ongevalsrisico. Er is immers discussie over de vergelijkbaarheid van ongevallen met verschillende ernst-graden (Guo et al., 2010; Kipling, 2015). Een ernstig ongeval (bijvoorbeeld een dodelijk ongeval) heeft vaak heel andere causale verbanden met ongevalsfactoren dan een minder ernstig ongeval (Kipling, 2015). Dit zal helemaal het geval zijn voor ongevallen die net niet hebben plaats gevonden. Daarbij heeft immers minstens één van de bestuurders een ontwijkende manoeuvre kunnen uitvoeren, wat bij ongevallen niet het geval is. Om deze redenen kan 'time-to-accident' dus niet als een valide proxy van ongevallen gezien worden, laat staan als valide indicator van medische rijgeschiktheid.

## 2.2 Rijgedrag

Een andere indicator voor veilig rijgedrag is het rijgedrag zelf. Onder het rijgedrag vallen maten die te maken hebben met de dynamiek van het rijden, al dan niet in combinatie met de omgeving. In de eerste plaats zijn dit 'kinematische' maten (kinematisch: gericht op beweging), ofwel longitudinale en laterale krachten op de auto. Longitudinale krachten zijn bijvoorbeeld de gereden maximumsnelheid, variatie in snelheid, maximumacceleratie (abrupte versnellingen) en maximumdeceleratie (abrupte rembewegingen). Voorbeelden van laterale krachten zijn abrupte stuurbewegingen en abrupte wijzigingen in de rijrichting van de auto ('yaw rate'). Daarnaast zijn er maten die samenhangen met de positie van het voertuig ten opzichte van andere verkeersdeelnemers of de aanwezige infrastructuur, zoals de positie in de rijstrook, time-to-lane-crossing (TLC), time-to-collision<sup>6</sup> (TTC) en time headway (THW, ofwel de afstand tot een voorligger).

Met name kinematische maten worden vaak als triggers gebruikt om na te gaan of er sprake is van zogenoemde 'safety critical events' (SCE's). SCE's worden vaak gebruikt als indicator van gebeurtenissen met een verhoogd risico op ongevallen (Bärgman, 2016). In hoeverre deze SCE's ook daadwerkelijk een goede maat voor ongevalsrisico zijn, staat echter ter discussie. Een SCE wordt vaak bepaald door een plotselinge manoeuvre van de bestuurder, terwijl bij ongevallen zo'n ontwijkende manoeuvre vaak juist niet is uitgevoerd (Kipling, 2015). Ook mis je per definitie een bepaalde groep ongevallen, zoals enkelvoudige ongevallen waarbij de bestuurder in slaap is gevallen of onwel is geworden (Bärgman, 2016). Andere onderzoekers concluderen juist dat G-krachten en andere kinematische maten een goede voorspeller kunnen zijn voor betrokkenheid bij (bijna) ongevallen (Simons-Morton et al., 2012). Bepaalde kinematische maten kunnen worden gebruikt om rijstijl van een bestuurder te bepalen. Dit kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van G-krachten (Simons-Morton et al., 2012). Deze maten zijn nog niet gebruikt om de medische rijgeschiktheid mee te bepalen. Het rij-profiel zal per aandoening verschillen. Iemand met dementie zal bijvoorbeeld door vertraagde informatieverwerking vaker harder moeten remmen, iemand met ADHD zal misschien wat sneller door bochten rijden, et cetera. Hiervan zullen dus goede variabelen en grenswaarden ontwikkeld moeten worden. Daarnaast heeft het gebruik van dit soort maten van rijgedrag als nadeel dat er nogal wat vals-positieve reacties



5. Time-to-accident is een specifieke toepassing van time-to-collision (TTC). Het gaat uit van een ontwijkende manoeuvre van één van de verkeersdeelnemers waarmee een botsing voorkomen gaat worden. TTC kan doorlopend berekend worden.
6. Time-to-collision is de tijd tot er een botsing plaats vindt als beide verkeersdeelnemers de koers en snelheid of versnelling constant houden.

worden gevonden. Dit betekent dat deze gedragingen ook vaak voortkomen uit situaties die niets met onveilige handelingen te maken hebben (Dotzauer et al., 2017; Hankey, Perez & McClafferty, 2016). Ook worden, als je naar deze maten kijkt, bijna-ongevallen gemist. Daarbij hangen verschillende maten samen met verschillende typen (bijna-)ongevallen. Hard remmen kan bijvoorbeeld wijzen op een (potentiële) botsing met een ander voertuig, terwijl time-to-lane-crossing eerder wijst op een (potentieel) enkelvoudig ongeval. Als maat voor algeheel ongevalsrisico zou je dus een weging van verschillende maten voor rijgedrag moeten gebruiken.

Los van de sensitiviteit en specificiteit van rijgedrag-maten voor de SCE, staat de validiteit van de SCE als schatting voor het risico op een ongeval ter discussie, evenals de validiteit van ongevallen op de medische rijgeschiktheid (zie voorgaande paragraaf). Vanwege de ontwikkelingen op het gebied van de zelfrijdende auto en rijtaak ondersteunende systemen (advanced driver assistance systems, ADAS), is er wel veel vraag naar maten voor veilig rijgedrag van autobestuurders. Voorbeelden van recent onderzoek naar modellen voor veilig rijgedrag, zijn de Accident Risk Index (ARI) van Ahmad (Ahmad et al., 2019) en de Hidden Markov Models (HMMs) van Bhatt (Bhatt et al., 2017). Volop ontwikkelingen op dit gebied dus. Maar om op basis van maten van rijgedrag de medische rijgeschiktheid te bepalen, moet nog veel onderzoek gedaan worden.

## 2.3 Kijkgedrag

Een derde indicator van veilig verkeersgedrag die we hier bespreken, is het kijkgedrag van een bestuurder. Onder het kijkgedrag verstaan we oog- en hoofdbewegingen. Er zijn diverse maten van kijkgedrag die samenhangen met veilig autorijden en dus potentieel met medische rijgeschiktheid.

Een mogelijkheid is om te meten in welke mate de bestuurder in de binnen- en buitenspiegels kijkt (spiegelen). Hieraan is af te lezen of een bestuurder actief overzicht probeert te krijgen (Underwood et al., 2003). Dit is een relevant aspect van de medische rijgeschiktheid, maar omvat niet het hele spectrum aan mogelijke beperkingen. Deze maat zal dus enkel in combinatie met andere maten gebruikt kunnen worden.

Een andere maat voor kijkgedrag is de mate waarin een bestuurder de ogen op de weg gericht heeft. Onderzoek laat zien dat dit invloed heeft op het risico op een SCE (Simons-Morton et al., 2014). De mate waarin de bestuurder de ogen op de weg heeft gericht, is een maat die veel gebruikt wordt in onderzoek naar afleiding. Hoewel de mate waarin je afgeleid wordt door voor de rijtaak irrelevante informatie een onderdeel zou kunnen zijn van een beperking van de medische rijgeschiktheid, is afleiding zelf geen onderwerp van deze inventarisatie.

Voor geen van de genoemde indicatoren zijn exacte variabelen gedefinieerd en grenswaarden bepaald. Er is dus nog behoorlijk wat onderzoek nodig om de medische rijgeschiktheid van de te kunnen bepalen via kijkgedrag van de bestuurder. Mogelijke indicatoren zijn de mate waarin de ogen op de weg gericht zijn en de mate van spiegelen. Daarbij vormen deze indicatoren een maat voor een gedeelte van de medische rijgeschiktheid, ze zullen dus met andere indicatoren gecombineerd moeten worden.

## 2.4 Fysiologische maten

Een aantal studies heeft aangetoond dat fysiologische maten zoals hersenactiviteit en hartritme een verband hebben met veilig autorijden. Rupp en collega's (Rupp et al., 2019) konden aan de hand van ERP-data (event-related potential, een toepassing van een electro-encephalogram (EEG) om hersenactiviteit te meten) tijdens het uitvoeren van een volgehouden aandachtstaak de rijgeschiktheid voorspellen van ouderen met cognitieve problemen als gevolg van hiv (HIV-

associated neurocognitive disorders, HAND). Meerdere studies hebben aangetoond dat het P3-signaal en de 'mismatch negativity' (MMN) van een ERP-signaal verband houdt met volgehouden aandacht en taakbelasting (Lohani, Payne & Strayer, 2019). Daarnaast kunnen alfgolven een indicatie zijn voor de waakzaamheid van de bestuurder. Dit heeft vaak niet zozeer te maken met de medische rijgeschiktheid maar meer met vermoeidheid. Dit valt buiten de scope van dit rapport.

Ook zou het hartritme gebruikt kunnen worden als maat voor de hoeveelheid stress die ervaren wordt tijdens het autorijden of de cognitieve taakbelasting (Koh & Lee, 2019; Lohani, Payne & Strayer, 2019).

Een andere indicatie van de cognitieve taakbelasting is het aantal knipperingen met de wimpers. Door de knipperfrequentie te meten, zou te bepalen zijn of iemand daadwerkelijk gevaren op de weg ziet (Urashima, Otsuki & Toriyama, 2017). Naast de frequentie is de duur van de knipperingen apart ook een maat voor de cognitieve taakbelasting (Wiberg et al., 2015). Een andere mogelijke oog-gerelateerde indicator is de diameter van de pupil: de pupil wordt groter naarmate de cognitieve taakbelasting groter wordt (Vogels, Demberg & Kray, 2018).

Andere mogelijke fysieke indicatoren zijn huidgeleiding, temperatuur van de huid, ademhaling en spierspanning. Deze indicatoren variëren echter met veranderingen in het sympathische zenuwstelsel en daardoor ontstaat er veel ruis bij het gebruik van deze variabelen (Lohani, Payne & Strayer, 2019). Bewerking van de data kan wel een indicator opleveren. Dit is echter nog niet zodanig uitontwikkeld dat het op korte termijn een indicator kan vormen voor medische rijgeschiktheid.

Tot slot is bloeddruk wel een goede maat voor mate van stress, maar heeft geen aangetoonde relatie met cognitieve taakbelasting tijdens het autorijden (Lohani, Payne & Strayer, 2019).

## 2.5 Conclusie

Ongevalsbetrokkenheid zelf is geen goede indicator voor medische rijgeschiktheid doordat ongevallen zelf relatief weinig voorkomen en daarbij van diverse factoren afhankelijk zijn. Daarbij past ongevalsbetrokkenheid als indicator voor medische rijgeschiktheid niet in het beeld van een risicogestuurde aanpak: het is immers reactief in plaats van proactief. Ook benaderingen voor ongevalsbetrokkenheid zoals 'time-to-accident' zijn geen goede indicatoren voor ongevalsbetrokkenheid, laat staan voor medische rijgeschiktheid.

Indicatoren voor het rijgedrag die gebruikt worden om SCE's te beschrijven, zullen verder ontwikkeld moeten worden om een goede indicatie te vormen voor medische rijgeschiktheid. Op dit gebied is veel ontwikkeling gaande, vooral in het kader van de ontwikkeling van de zelfrijdende auto en rijaak ondersteunende systemen. Een belangrijk aandachtspunt is hier wel dat er naast het bepalen van SCE's een volgende stap gemaakt moet worden naar de medische rijgeschiktheid: wanneer heeft iemand zo veel SCE's meegemaakt dat het als structureel rijgeschiktheidsprobleem wordt gezien?

Voor indicatoren rondom het kijkgedrag van de bestuurder, zoals de mate van spiegelen en het knipperen van de ogen, zijn geen exacte variabelen en grenswaarden gedefinieerd. Uitgebreid voorafgaand onderzoek is dus nodig om hier gebruik van te kunnen maken.

De fysiologische maten hersenactiviteit en hartritme kunnen een indicatie zijn voor cognitieve taakbelasting tijdens het autorijden. Ze zijn dus niet representatief voor de totale medische rijgeschiktheid, ze meten enkel de taakbelasting.



De indicatoren op het vlak van rijgedrag, kijkgedrag en fysiologische functies kunnen als maat voor een enkel aspect van de medische rijgeschiktheid dienen. Ze zullen dus met andere variabelen gecombineerd moeten worden tot een maat voor de algehele medische rijgeschiktheid. Dit vergt echter ontwikkelingstijd en een dergelijke maat is daardoor niet op korte termijn inzetbaar.

Tot slot hebben de in dit hoofdstuk genoemde indicatoren voor medische rijgeschiktheid betrekking op aandoeningen die invloed hebben het autorijden zelf. Voor sommige aandoeningen is dat niet het geval. Denk bijvoorbeeld aan aandoeningen zoals epilepsie en hartfalen, waarbij een bestuurder het grootste deel van de tijd in staat is om veilig auto te rijden, maar wel een kans heeft op een acute uitval. Bij een herziening van het stelsel van rijbewijskeuringen zal aan dat soort aandoeningen extra aandacht besteed moeten worden.

## 3 Instrumenten voor het meten van veilig verkeersgedrag: directe maten

Van de in *Hoofdstuk 2* besproken indicatoren voor veilig verkeersgedrag zijn, het beoordelen van het rij- en kijkgedrag en fysiologische indicatoren theoretisch het meest veelbelovend. Deze indicatoren kunnen op diverse manieren worden gemeten: door het dagelijks rijgedrag structureel te monitoren, of door periodieke screening met behulp van rijtesten of rijsimulators. Deze methoden, waarmee het gedrag van de bestuurder *direct* wordt gemeten, komen in dit hoofdstuk aan bod. We bespreken zo mogelijk de beschikbare informatie aan de hand van de in *Paragraaf 1.5.4* onderscheiden vragen. Over het draagvlak onder bestuurders en onder potentiële uitvoerders van de instrumenten kunnen we speculeren, maar dat doen we niet. Het draagvlak voor de meest kansrijke instrumenten zal worden bestudeerd in deelonderzoek 4 van dit onderzoeksproject (Davidse, 2019).

### 3.1 Monitoren van dagelijks verkeersgedrag

Het monitoren van dagelijks verkeersgedrag is eigenlijk de meest directe manier om iets te zeggen over iemands rijgeschiktheid. Zoals in *Paragraaf 2.2* staat beschreven, zal een combinatie van variabelen nodig zijn als indicator voor de medische rijgeschiktheid. Dit vereist echter een groot aantal sensoren en mogelijk ook camera's om de relevante variabelen vast te leggen. Op dit moment is deze apparatuur over het algemeen niet of onvoldoende standaard aanwezig in personen- en vrachtauto's. Wel zijn er allerlei ontwikkelingen op dit gebied, onder andere in het kader van ontwikkelingen richting (deels) zelfrijdende auto's. We bespreken in deze paragraaf vier mogelijkheden, samenhangend met de in *Hoofdstuk 2* geïdentificeerde indicatoren: kinematische maten (*Paragraaf 3.1.1*), interactie met ander verkeer en infrastructuur (*Paragraaf 3.1.2*), kijkgedrag (*Paragraaf 3.1.3*) en fysiologische indicatoren (*Paragraaf 3.1.4*). Dat doen we waar mogelijk telkens aan de hand van de vragen uit *Paragraaf 1.5.4*.

#### 3.1.1 Vastleggen van voertuiggedrag met kinematische maten

Voor het vastleggen van kinematische indicatoren zijn meerdere opties beschikbaar.

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

1. Op dit moment zijn in de meeste auto's al verschillende mogelijkheden ingebouwd om kinematische maten vast te leggen, bijvoorbeeld om de emissiewaarden van de auto en de onderhoudsstatus te monitoren. Dit is echter nog niet het geval voor alle auto's, en bovendien verschillen deze monitoringsystemen per automerk. Deze instrumenten zijn dus nog onvoldoende gestandaardiseerd en doorgevoerd in de totale automarkt om hiervan gebruik te kunnen maken. Een praktisch probleem is dat deze gegevens voertuiggebonden zijn en niet persoonsgebonden: het systeem maakt vooralsnog geen onderscheid in wie de auto bestuurt.
2. Daarnaast zijn er kleine 'dataloggers' (data acquisitie systemen (DAS) zoals een Greenbox) die via een OBD-plug (OBD: on-board diagnostics) met de auto verbonden kunnen worden en op deze manier verschillende kinematische aspecten van het

rijgedrag kunnen vastleggen. Deze dataloggers worden veelvuldig gebruikt door bijvoorbeeld leasemaatschappijen voor 'fleetmanagement' en ook sommige verzekeringsmaatschappijen gebruiken ze om premiekorting te kunnen geven bij een 'veilige' rijstijl. Ook voor deze systemen geldt dat ze voertuig-gebonden zijn.

3. Een derde mogelijkheid zijn smartphones. Deze zijn wel persoonsgebonden. Ook een smartphone kan op basis van het ingebouwde gps-systeem en versnellingsmeter informatie verzamelen over kinematische eigenschappen van de auto (Fazeen et al., 2012). In de praktijk is dit tamelijk lastig. In de eerste plaats weet je nooit zeker of de bestuurder een smartphone bezit, zijn smartphone bij zich heeft en aan heeft staan. Ook moet je weten of de persoon in kwestie de bestuurder is of rijder. De rijder hoeft immers niet gemonitord te worden voor het rijgedrag. Verder dient het gebruik niet fraudegevoelig te zijn. Daarbij zijn de gemeten waarden van de telefoon afhankelijk van de positie van de smartphone in de auto: G-krachten zijn bijvoorbeeld afhankelijk van de oriëntatie en de positie van de smartphone in de auto (bijvoorbeeld in een tas, broekzak of in een houder op het dashboard). Kun je bestuurders voorschrijven om de smartphone altijd in een houder op een bepaalde plek te plaatsen? Voorlopig zijn er nog erg veel open vragen om dit als reële optie te zien voor het bepalen van de medische rijgeschiktheid.

*Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

Er is onvoldoende bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit van instrumenten voor het vastleggen van kinematische maten als indicator voor medische rijgeschiktheid, omdat deze instrumenten voor deze vraagstelling nog niet ingezet zijn.

*Op welke termijn is deze methode in de praktijk inzetbaar?*

We kunnen al veel data verkrijgen door middel van dataloggers, maar er is nog veel onderzoek nodig om vanuit de ruwe data de goede grenswaarden voor medische rijgeschiktheid of ongeschiktheid te definiëren (zie *Paragraaf 2.2* voor een uitgebreidere discussie hierover). Vervolgens heeft ook de ontwikkeling van bijbehorende software en hardware tijd nodig. Een van de voorwaarden daarbij is dat het systeem moet weten wie de bestuurder is. Bij gebruik van systemen van autofabrikanten zelf moeten deze onderling vergeleken kunnen worden, en daarvoor moet de fabrikant bereid zijn om deze informatie te delen. Ook liggen er nog juridische vraagstukken op het gebied van het delen van privacygevoelige informatie. Al met al zal deze methode naar verwachting niet op korte termijn beschikbaar zijn als instrument dat de medische rijgeschiktheid op een valide en betrouwbare manier kan meten.

*Welke kennis en ervaring is nodig om deze methode te gebruiken?*

Na het ontwikkelen van het systeem of de applicatie is weinig kennis en ervaring nodig voor het gebruik ervan. Gegevens kunnen automatisch doorgegeven worden aan de beoordelingsinstantie die de administratieve zaken moet afhandelen van deze screeningsfase.

*Wat zijn de kosten voor gebruik van deze methode?*

De kosten zitten met name in de ontwikkeling van de maten en instrumenten. Vervolgens zou voor elke auto of bestuurder een datalogger, systeem of applicatie aangeschaft moeten worden, en moet er een datacentrum opgericht worden om de data te verzamelen, analyseren en verwerken.

*Wat is de (tijds)investering per afname voor de bestuurder?*

In principe is er geen tijdsinvestering voor de bestuurder anders dan de tijd om de DAS in te pluggen en te verwisselen bij het rijden in verschillende auto's. De administratieve handelingen die nodig zijn om nader te testen bestuurders uit te nodigen zal, afhankelijk van de mate van automatisering van het proces, niet veel tijd kosten.

### 3.1.2 Vastleggen interactie met ander verkeer en infrastructuur

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

Om interacties met ander verkeer of infrastructuur te beoordelen, zijn geavanceerde sensoren en/of camera's nodig die de situatie om het voertuig heen vastleggen. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld de positie op de weg (bijvoorbeeld rijstrookoverschrijdingen) en (bijna)botsingen geregistreerd worden. Deze kunnen vervolgens als indicatie gebruikt worden om potentieel rijongeschikte bestuurders te identificeren. Een voorbeeld hiervan zijn de intelligente sensoren van Mobileye ([www.mobileye.com](http://www.mobileye.com)), die onder andere gebruikt worden om rijtaak ondersteunende systemen (ADAS) van input voorzien. Deze systemen zijn nog eerder toegepast met het doel om de medische rijgeschiktheid te bepalen. Daardoor weten we niet of het ook daadwerkelijk mogelijk is om ze hiervoor in te zetten en of de sensoren betrouwbaar en valide genoeg zijn.

*Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

De voor deze aanpak benodigde technieken worden op dit moment gebruikt voor het ontwikkelen van ADAS-systemen en zelfrijdende auto's. De technieken zijn nog niet ingezet om te kijken naar medische rijgeschiktheid en er zal een langdurig onderzoeks- en ontwikkelingstraject nodig zijn om zover te komen.

*Is deze methode in de praktijk inzetbaar en op welke termijn?*

Het is niet realistisch om ervan uit te gaan dat op korte termijn alle auto's met de benodigde sensoren en camera's zijn uitgerust. Hiervoor zijn we afhankelijk van de internationale industrie en de snelheid waarmee een wagenpark vervangen wordt. Ook is nog veel onderzoeks- en ontwikkelwerk nodig om de exacte variabelen te definiëren en de bijbehorende grenswaarden te bepalen. De methode is daarom niet op korte termijn inzetbaar.

Voor de overige vragen gelden dezelfde antwoorden als in *Paragraaf 3.1.1*. We gaan hier verder niet dieper op in.

### 3.1.3 Vastleggen kijkgedrag van de bestuurder

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

Vastleggen van het kijkgedrag van de bestuurder kan door naar binnen gerichte camera's of 'remote eye-trackers' te plaatsen die de oog- en/of hoofdbewegingen van de bestuurder vastleggen, en met naar buiten gerichte camera's om dit kijkgedrag te kunnen koppelen aan de weg- en verkeerssituatie. Er zijn diverse ontwikkelingen op dit gebied, ook in het monitoren van hoofdbewegingen zonder het gebruik van camera's zoals Huang, Chen en Lin (Huang, Chen & Lin, 2019) hebben gedaan met behulp van magnetische tags op het hoofd van de bestuurder (MagTrack). Er zijn al diverse commercieel beschikbare systemen op de markt die de oog- en hoofdbewegingen van de bestuurder kunnen detecteren. Voorbeelden hiervan zijn Guardian van Seeing Machines, Eyesight en STONKAM. Een koppeling van oog- en hoofdbewegingen aan de weg- en verkeerssituatie, zodat je ook weet waar de bestuurder naar kijkt, is vooralsnog een uitdaging. Onderzoek naar de mogelijkheden van deze instrumenten vindt vooral plaats in het kader van het realtime monitoren van vermoeid of afgeleid autorijden.

Het meten van knipperfrequenties en de pupildiameter als fysiologische maat voor cognitieve taakbelasting, is in theorie mogelijk. Hier is echter zeer gevoelige apparatuur voor nodig die niet op korte termijn op grote schaal in auto's is toe te passen. Dit zijn camera's die op het hoofd van de bestuurder zijn geplaatst en nauwkeurig gekalibreerd zijn. Dit is op dit moment geen reële optie. Mochten de camera's in auto's zich zodanig

ontwikkelen dat het mogelijk is om betrouwbaar de knipperfrequentie te meten, dan kan dit als maat voor taakbelasting gebruikt worden. Voor het meten van de pupildiameter als indicatie voor taakbelasting is dermate gevoelige apparatuur nodig dat dit geen toekomstige reële optie lijkt om in alle auto's te implementeren.

*Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

Het is nog niet bekend welke aspecten van kijkgedrag een goede indicator zijn voor medische rijgeschiktheid en de genoemde technieken zijn hier ook nog niet voor gebruikt. Er is dus niets bekend over validiteit, sensitiviteit en specificiteit van het monitoren van kijkgedrag.

*Op welke termijn is het daadwerkelijk inzetbaar (uitontwikkeld en gevalideerd)?*

Deze methode is niet op korte termijn inzetbaar. Eerst moeten goede algoritmes worden bepaald waarmee het kijkgedrag tot een valide maat van de medische rijgeschiktheid kan worden omgevormd. Of het ontwikkelen van dergelijke algoritmes mogelijk is met de huidige technologie, is de vraag. Het koppelen van oogbewegingen naar het beeld dat de bestuurder daadwerkelijk ziet, is op dit moment nog handwerk en nog niet heel betrouwbaar, laat staan dat het mogelijk is om dit te automatiseren.

*Welke kennis en ervaring is nodig om deze methode te gebruiken?*

Eenmaal uitontwikkeld is er geen specifieke kennis of ervaring nodig om deze methode te gebruiken. Gegevens kunnen automatisch doorgegeven worden aan de beoordelingsinstantie die de administratieve zaken moet afhandelen van deze screeningsfase.

*Wat zijn de kosten voor gebruik van deze methode?*

Om dit te kunnen uitvoeren zal elke auto uitgerust moeten worden met een of meerdere camera's of remote eye-trackers gericht op bestuurder en op de weg. Dit vergt een substantiële investering die vermoedelijk ten laste komt van de autobezitter.

*Wat is de (tijds)investering per afname voor de bestuurder?*

Eenmaal geïnstalleerd kost deze aanpak een bestuurder geen extra tijd. De administratieve handelingen die nodig zijn om nader te testen bestuurders uit te nodigen zal, afhankelijk van de mate van automatisering van het proces, niet veel tijd kosten.

### **3.1.4 Vastleggen fysiologische maten**

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

De fysiologische maten die een indicatie kunnen geven van onder andere taakbelasting als onderdeel van de medische rijgeschiktheid, zijn: hartritme, hersenactiviteit, knipperfrequentie/duur en pupildiameter. Dit beperkt zich tot de taakbelasting (en stress (voor hartritme) of volgehouden aandacht (voor hersenactiviteit)) en het zijn dus geen indicatoren voor medische rijgeschiktheid in het geheel.

(Variatie in) hartritme kan gemeten worden in de auto. Naast metingen van hartritme met behulp van elektroden die met plakkers op de huid worden geplaatst, zijn er veel commercieel aangeboden producten zonder plakkers op de huid. Deze worden bijvoorbeeld gebruikt voor telefoons en fitnessapparatuur (Lohani, Payne & Strayer, 2019).

Hersenactiviteit kan op dit moment nog niet gemeten worden zonder direct contact met de hoofdhuid via een soort muts met sensoren erin (bijvoorbeeld SmartCap en B-Alert). Deze sensoren kunnen elektrische signalen van de hersenen opvangen (elektroencefalogram (EEG) of event-related potential (ERP) of de absorptie van licht door

hemoglobine in het bloed (functional near-infrared spectroscopy (fNIR). Ook wordt er gewerkt aan een nieuw systeem dat hersenactiviteit meet vanuit de hoofdsteen in de auto (Freer Logic). Dit systeem is echter niet beschikbaar op de markt (Hermens, 2020).

Knipperfrequentie en -duur en de pupildiameter worden gemeten door camera's die zijn gericht op het gezicht van de bestuurder of door eye-trackers. De instrumenten die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn in *Paragraaf 3.1.3* beschreven.

*Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

Producten waarmee zonder plakkers op de huid hartritme gemeten kan worden, zijn op het moment zelden voldoende nauwkeurig om een onderscheid te maken in hartritme onafhankelijk van de omstandigheden, of ze hebben simpelweg een te lage frequentie om een bruikbare indicator te zijn (Lohani, Payne & Strayer, 2019). Implementatie is daardoor niet vanzelfsprekend, maar is in theorie mogelijk in een normale auto. Het meten van hartritme via plakkers op de huid geeft een nauwkeurigere meting van hartritme, maar dat is geen praktisch uitvoerbare oplossing voor ons vraagstuk.

Een muts met sensoren over het hoofd kan valide hersenactiviteit (EEG) meten, de validiteit van het hoofdsteensysteem van Freer Logic is onbekend.

*Op welke termijn is het daadwerkelijk inzetbaar (uitontwikkeld en gevalideerd)?*

Het meten van taakbelasting door hersenactiviteit en hartritme tijdens het autorijden te monitoren, staat nog in de kinderschoenen. Op dit moment is er nog veel tijd nodig om een systeem te ontwikkelen dat betaalbaar is en breed inzetbaar en dat door bestuurders geaccepteerd wordt.

*Welke kennis en ervaring is nodig om deze methode te gebruiken?*

Enmaal uitontwikkeld is er geen specifieke kennis of ervaring nodig om deze methoden te gebruiken.

*Wat zijn de kosten voor gebruik van deze methode?*

Er zijn nog veel kosten nodig om deze technieken te ontwikkelen tot werkbare instrumenten. Daarna dient het geïmplementeerd te worden in alle auto's van bestuurders. Dit is een kostbare aangelegenheid.

*Wat is de (tijds)investering per afname voor de bestuurder?*

Enmaal geïnstalleerd kost deze aanpak een bestuurder geen extra tijd.

## 3.2 Periodiek screenen met behulp van rijtesten

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

Ook via rijtesten in het verkeer kan het verkeersgedrag van een bestuurder beoordeeld worden. Dit zou dan moeten gebeuren door een onafhankelijke beoordelaar. Dit is vergelijkbaar met de huidige 'rijtest praktische rijgeschiktheid' van het CBR. Deze wordt afgenomen bij diverse aandoeningen met daarbij specifieke aandacht voor het domein waarop de ziekten en aandoeningen van de bestuurder van invloed zijn (waarneming, cognitie of handelen). Het gebruik van een gestandaardiseerd beoordelingsformulier kan de afname van een testrit eenvoudiger maken. Dan komt het beoordelen van de rijgeschiktheid van een bestuurder neer op het turven van gemaakte fouten of minder goed uitgevoerde handelingen. Voorbeelden van dergelijke gestandaardiseerde formulieren zijn het format van Shechtman (Shechtman et al., 2010) en de in Nederland gebruikte Test Ride to Investigate Practical fitness to drive (TRIP; Withaar, 2000). Op

deze manier wordt een subjectieve beoordeling gemaakt van de maten van veilig verkeersgedrag die in *Hoofdstuk 2* benoemd zijn.

*Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

Er wordt veel onderzoek gedaan waarbij een rijtest gebruikt wordt als maat voor de rijgeschiktheid van een bestuurder. In de bestudeerde artikelen wordt de validiteit van de rijtest echter zelden ter discussie gesteld. Een uitzondering hierop is het onderzoek van Akinwuntan (Akinwuntan et al., 2005) en Anstey (Anstey et al., 2009) die het als valide test zien voor specifieke doelgroepen (respectievelijk bestuurders die een beroerte hebben gehad en oudere bestuurders). De rijgeschiktheid wordt beoordeeld door een deskundige, maar het blijft een inschatting en daardoor een subjectieve maat van de rijgeschiktheid. Nadeel is verder dat de rijtest een momentopname is en situatiegebonden. Het feit dat de bestuurder weet dat er iemand kritisch meekijkt tijdens het rijden, kan het rijgedrag (negatief of positief) beïnvloeden. Een rijtest in de eigen auto van de bestuurder verhoogt de validiteit van de test doordat de bestuurder gewend is aan de eigen auto. Met name voor oudere bestuurders is dit belangrijk (Lundberg & Hakamies-Blomqvist, 2003).

*Op welke termijn is het daadwerkelijk inzetbaar (uitontwikkeld en gevalideerd)?*

Deze aanpak is in principe op redelijk korte termijn inzetbaar. Er zijn protocollen voor het uitvoeren van rijtesten in de praktijk. Daarbij dient wel opgemerkt te worden dat het CBR verschillende rijtesten ter beschikking heeft: rijtesten gericht op verkeerswaarneming, op informatieverwerking (cognitie) en op motorische handelingen. De rijtest zoals die nu wordt afgenomen is maatwerk, afgestemd op de beperkingen van de deelnemer. Als een rijtest gebruikt wordt voor een algemene screening, zal er een rijtest ontwikkeld moeten worden die al deze aspecten combineert. Voor de rijtest die gericht is op informatieverwerking zijn gestandaardiseerde beoordelingsformulieren uitgewerkt (TRIP). Als van een dergelijk formulier gebruik gemaakt gaat worden, moet dit uitgebreid worden naar andere factoren die getest moeten worden. Daarnaast moeten er op een dermate grote schaal rijtesten worden afgenomen dat er tijd gaat zitten in het opleiden van extra beoordelaars en het inrichten van de organisatie en locaties om de testen af te nemen.

*Welke kennis en ervaring is nodig om deze methode te gebruiken?*

De beoordelaar moet goed getraind en ervaren zijn in het juist interpreteren van verkeerssituaties en reacties daarop. Met een gestandaardiseerd beoordelingsformulier wordt het afnemen van een rijtest eenvoudiger en hoeven minder eisen gesteld te worden aan de beoordelaar.

*Wat zijn de kosten voor gebruik van deze methode?*

Deze methode is zeer arbeidsintensief en derhalve te duur om als screeningsinstrument bij elke bestuurder af te nemen, zelfs als gebruikgemaakt wordt van gestandaardiseerde beoordelingsformulieren.

*Wat is de (tijds)investering per afname voor de bestuurder?*

Om een goed beeld van de rijgeschiktheid te krijgen, zal een rijtest minstens 30 minuten moeten duren. Inclusief reistijd en wachttijd kost dit de bestuurder minimaal 2 uur, maar het zal vaak oplopen naar minstens een halve dag in gebieden met weinig testcentra.



### 3.3 Periodieke screening met behulp van rijssimulatoren

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

Het rijden in een rijssimulator is een model voor het rijden op de weg: het benadert het rijden op de weg, maar is zeker niet hetzelfde als rijden in de werkelijkheid. Matowicki en Pribyl (Matowicki & Pribyl, 2017) geven aan dat maten als remreactietijd, laterale positie en snelheid in een rijssimulator niet een-op-een te vertalen zijn naar het rijden op de weg. Uit een andere studie blijkt dat andere gedragingen zoals het kijken in de spiegels, vooruit en naar rechts kijken, positie kiezen op de rijstrook en het stoppen voor verkeerslichten en -tekens geen verschillen laten zien tussen rijden op de weg en in een rijssimulator (Meuleners & Fraser, 2015). Wellicht dat door het gebruik van een relatieve maat of een correctiefactor een rijssimulator wel te gebruiken is ter identificatie van minder rijgeschikte bestuurders (Kenntner-Mabiala et al., 2019; Trontelj et al., 2017) of als tussenstap in een identificatieproces (Campos et al., 2017).

*Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

Zoals hierboven aangegeven, staat de validiteit van een beoordeling van de rijgeschiktheid op basis van een rit in een rijssimulator ter discussie: studies hebben gevonden dat het rijden in de rijssimulator vergelijkbaar is met het rijden op de weg, en andere hebben het tegendeel gevonden. Volgens sommige onderzoekers lijkt het rijden in een rijssimulator niet genoeg op het rijden op de weg (Campos et al., 2017). Anderen geven aan dat een rijssimulator anders is, maar dat hiervoor gecorrigeerd kan worden. Trontelj (Trontelj et al., 2017) zegt bijvoorbeeld met een mix van een aantal variabelen gemeten bij een rit in een rijssimulator, de rijprestatie van bestuurders valide te kunnen meten. Met name oudere verkeersdeelnemers lijken moeite te hebben met het rijden in een rijssimulator, wat hun prestatie negatief beïnvloedt en wat ervoor zorgt dat de kans op simulatorziekte toeneemt. Ook voor jongere bestuurders kan simulatorziekte gebruik van deze methode lastig maken.

Kenntner-Mabiala et al. (Kenntner-Mabiala et al., 2019) vonden een Sensitiviteit: Specificiteit Ratio van 85,71 : 82,61 voor een semiautomatisch door een getrainde beoordelaar bepaalde score van het rijgedrag van oudere bestuurders in een rijssimulator. Dat wil zeggen dat de beoordelaar in een fitness to drive-schaal invulde welke fouten de bestuurder gemaakt had, waarna er automatisch een maat voor veilig rijgedrag berekend werd. De items die gescoord werden, waren gebaseerd op tactische, operationele en cognitief gebaseerde fouten en kritische situaties. Daarnaast zijn er weinig onderzoeken bekend die de sensitiviteit en specificiteit kwantitatief beoordeeld hebben. Over de validiteit van automatisch opgeslagen maten voor rijgedrag in een rijssimulator als variabele om de medische rijgeschiktheid te voorspellen, zijn bij ons geen waarden bekend.

Ook zijn er ontwikkelingen gaande waarin het rij- en kijkgedrag in een rijssimulator automatisch gemonitord kan worden. Het DriveLab van Green Dino (<https://www.greendino.nl/kennis-1438>) is hier een voorbeeld van: via hoofdbewegingen en de bewegingen van de gesimuleerde auto kan het rijgedrag van de bestuurder geanalyseerd worden. In hoeverre dit soort analyses iets zeggen over veilig rijgedrag en de medische rijgeschiktheid, is nog niet onderzocht.

De validiteit, maar ook de mate waarin men last heeft van simulatorziekte, is afhankelijk van de uitvoering van de rijssimulator. De gebruikte projecthoek, maar ook of beweging van de auto gesimuleerd wordt (fixed-base- versus moving-base-simulatoren) zijn hierbij van belang. Uiteraard zal de validiteit verbeteren naarmate de simulatie de werkelijkheid nadert. Ook kan de verkeersomgeving via een VR-bril worden aangeboden

in een simulatie. Een groot nadeel hiervan is dat de deelnemer bij het gebruik van een VR-bril een grotere kans op simulatorziekte heeft (Weidner et al., 2017). Het prijskaartje van een simulator varieert echter behoorlijk met de kwaliteit van de gebruikte techniek.

*Op welke termijn is het daadwerkelijk inzetbaar (uitontwikkeld en gevalideerd)*

Voordat de rijnsimulator kan worden ingezet als valide methode om de medische rijgeschiktheid te bepalen, dient nog goed onderzocht te worden welke mix van variabelen gemeten moet worden en wat daarbij de relevante grenswaarden zijn.

*Welke kennis en ervaring is nodig om deze methode te gebruiken?*

Kenntner-Mabiala en collega's (Kenntner-Mabiala et al., 2019) maakten gebruik van een getrainde beoordelaar, maar Trontelj en collega's (Trontelj et al., 2017) hebben een scoresysteem gebruikt dat ook een niet-getrainde beoordelaar zou kunnen afnemen. Het lijkt dus mogelijk om een procedure te ontwikkelen waarbij voor testafname geen specialistische kennis of veel ervaring nodig is. Als er een algoritme ontwikkeld kan worden waarbij automatisch opgeslagen variabelen van rijgedrag kunnen worden gebruikt (zoals in het DriveLab van GreenDino), is er alleen sprake van administratieve lasten voor het verwerken van de screeningsdata.

*Wat zijn de kosten voor gebruik van deze methode?*

Ervan uitgaand dat er een goede test en bijbehorende software zijn ontwikkeld, bestaan de kosten van de methode uit de aanschaf en onderhoud van voldoende rijnsimulators en software, kosten van de testers/beoordelaars en mogelijk de kosten gerelateerd aan het gebruik van de testlocatie. De kosten van de hard- en software van de rijnsimulator variëren sterk met het type rijnsimulator. De goedkopere modellen (fixed-base en met drie beeldschermen waar de omgeving op wordt geprojecteerd) zijn daarbij minder valide dan de vaak duurdere modellen (moving-base en met een 180°- of 360°-beeld rondom de auto). Als er een beoordeling van een getrainde beoordelaar nodig is, dan zijn de kosten van deze methode per testafname aanzienlijk.

*Wat is de (tijds)investering per afname voor de bestuurder?*

Een testrit in een rijnsimulator zal een bestuurder, inclusief wachttijd, instructie en testrit, ongeveer een uur kosten.

## 3.4 Conclusie

De maten voor rijgedrag (zoals kinematische maten en interactie met overig verkeer) kunnen doorlopend vastgelegd worden door in-car-systemen of plug-in dataloggers. Deze methoden zijn echter nog niet op korte termijn inzetbaar omdat er nog onderzoek gedaan moet worden naar de validiteit en grenswaarden van deze maten en de uitvoering van de systemen. Deze variabelen en grenswaarden dienen zodanig robuust te zijn dat er geen discussie kan ontstaan over de juistheid als indicator voor veilig rijgedrag. Dit vraagt meer van de variabelen dan wanneer dergelijke systemen gebruikt worden voor inzicht in het eigen rijgedrag. De consequenties zijn immers veel ingrijpender: onterechte inname of voortzetting van het rijbewijs in plaats van een boete/lagere verzekeringspremie of voortzetting van het onveilige rijgedrag. Daarnaast zullen met de autobranche afspraken gemaakt moeten worden over de implementatie van systemen in alle auto's, of technologiebedrijven zullen moeten worden ingezet om geschikte plug-in dataloggers op grote schaal te ontwikkelen. Op dit terrein zijn veel hobbels te overwinnen, maar dit is niet onmogelijk op de wat langere termijn.

Een vergelijkbaar beeld ontstaat bij het vastleggen van het kijkgedrag van bestuurders tijdens het rijden. Het gaat dan over de mate waarin actief de omgeving gescand wordt (spiegelen), de mate waarin de bestuurder de ogen op de weg heeft gericht en eventueel de knipperfrequentie. Er is

nog weinig bekend over de geschiktheid van het kijkgedrag als maat voor de medische rijgeschiktheid van een bestuurder en welke variabelen hier dan voor gebruikt kunnen worden.

Het meten van hartritme tijdens het autorijden als maat voor de taakbelasting is ook het onderzoeken waard, al ligt er op dit moment nog een knelpunt bij het betrouwbaar meten van het hartritme met non-invasieve methoden. Een algehele maat voor de medische rijgeschiktheid zal altijd bestaan uit een combinatie van verschillende indicatoren die via dit soort systemen gemeten kunnen worden.

Periodieke screening kan gedaan worden op de weg, in een rijsimulator of met andere instrumenten in een testlocatie. Een rijtest op de weg als screeningsinstrument is een minder logische keuze, omdat dit het testen van de medische rijgeschiktheid aanzienlijk arbeidsintensiever maakt, terwijl we juist willen dat de procedure efficiënter wordt.

Een rijtest is wel een valide instrument om keuringen uit te voeren in fase 2. Ook dat kan eventueel in een rijsimulator, met als struikelblok dat sommige mensen misselijk worden in een rijsimulator. Dit heeft geen relatie met de rijgeschiktheid, maar belemmert voor sommige bestuurders de screening. Na ontwikkeling van correcte testritten en variabelen met grenswaarden voor de medische rijgeschiktheid, is de methode wel op middellange termijn beschikbaar. Vervolgens dienen de rijsimulatoren opgesteld te worden op locaties waar de testen afgenomen kunnen worden; gemeenten, CBR of speciaal ingerichte mobiliteitscentra zijn hiervoor mogelijkheden.

Een overzicht van de instrumenten die in dit hoofdstuk besproken zijn is weergegeven in *Tabel 3.1*.

Tabel 3.1. Overzicht van de instrumenten die in dit hoofdstuk beschreven zijn.

Instrument	Indicatoren	Reële optie?	Positieve aspecten	Aandachtspunten	Uitvoering
Data-loggers (DAS)	Kinematische maten van dagelijks rijgedrag	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Na implementatie weinig kosten voor uitvoering doordat verwerking grotendeels geautomatiseerd kan gaan.</li> <li>&gt; Geen tijdsinvestering van de bestuurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Voertuig-gebonden in plaats van persoonsgebonden</li> <li>&gt; Niet op korte termijn inzetbaar want er is tijd nodig om indicatoren te bepalen en implementatie vorm te geven.</li> <li>&gt; Kosten voor implementatie voor bestuurder</li> </ul>	Ontwikkeling: technologiebranche Afname: (deels) geautomatiseerde administratieve handelingen
In-car-systemen	Kinematische maten, interactie weg en verkeer	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Na implementatie weinig kosten voor uitvoering doordat verwerking grotendeels geautomatiseerd kan gaan.</li> <li>&gt; Geen tijdsinvestering van de bestuurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Voertuig-gebonden in plaats van persoonsgebonden</li> <li>&gt; Niet op korte termijn inzetbaar want er is tijd nodig om indicatoren te bepalen en implementatie vorm te geven.</li> <li>&gt; Kosten voor implementatie voor bestuurder</li> </ul>	Ontwikkeling: autobranche Afname: (deels) geautomatiseerde administratieve handelingen
App op smartphone	Kinematische maten van dagelijks rijgedrag	Nee	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Persoonsgebonden</li> <li>&gt; Na implementatie weinig kosten voor uitvoering doordat verwerking grotendeels geautomatiseerd kan gaan.</li> <li>&gt; Geen tijdsinvestering van de bestuurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Er wordt uitgegaan van bezit en het bij zich hebben de smartphone.</li> <li>&gt; Betrouwbaarheid van metingen laag</li> <li>&gt; Niet op korte termijn inzetbaar want er is tijd nodig om indicatoren te bepalen en implementatie vorm te geven.</li> </ul>	Ontwikkeling: telecommunicatiebranche Afname: (deels) geautomatiseerde administratieve handelingen
Camera's in de auto	Kijkgedrag bestuurder	Niet op korte termijn	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Na implementatie weinig kosten voor uitvoering doordat verwerking grotendeels geautomatiseerd kan gaan.</li> <li>&gt; Geen tijdsinvestering van de bestuurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Weinig onderzoek naar samenhang medische rijgeschiktheid, dus onderzoek nodig om verband te leggen</li> <li>&gt; Niet op korte termijn inzetbaar door ontwikkeling indicatoren en implementatie op grote schaal</li> <li>&gt; Kosten voor implementatie voor bestuurder</li> </ul>	Ontwikkeling: technologiebranche Afname: (deels) geautomatiseerde administratieve handelingen
EEG/fNIC	Hersenactiviteit	Nee	Niet verder uitgewerkt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; EEG kan op dit moment nog niet ingezet worden zonder direct contact met de hoofdhuid</li> <li>&gt; Het is alleen een maat voor taakbelasting en heeft aanvullende indicatoren nodig</li> </ul>	Ontwikkeling: technologiebranche Afname: Niet uitgewerkt
ECG	Hartritme	Niet op korte termijn	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Na implementatie weinig kosten voor uitvoering doordat verwerking grotendeels geautomatiseerd kan gaan.</li> <li>&gt; Geen tijdsinvestering van de bestuurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; ECG moet zich nog wat verder ontwikkelen om vanuit het stuur betrouwbaar gemeten te worden. Daardoor niet op korte termijn inzetbaar</li> <li>&gt; Het is alleen een maat voor taakbelasting en heeft aanvullende indicatoren nodig</li> <li>&gt; Kosten voor implementatie voor bestuurder</li> </ul>	Ontwikkeling: technologiebranche Afname: Niet uitgewerkt

Instrument	Indicatoren	Reële optie?	Positieve aspecten	Aandachtspunten	Uitvoering
Camera's in de auto	Knipperfrequentie en/of -duur	Niet op korte termijn	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Na implementatie weinig kosten voor uitvoering doordat verwerking grotendeels geautomatiseerd kan gaan.</li> <li>&gt; Geen tijdsinvestering van de bestuurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Camera's moeten zich nog wat verder ontwikkelen om nauwkeurig het knipperen te meten. Daardoor niet op korte termijn inzetbaar.</li> <li>&gt; Het is alleen een maat voor taakbelasting en heeft aanvullende indicatoren nodig</li> <li>&gt; Kosten voor implementatie voor bestuurder</li> </ul>	Ontwikkeling: technologie-/auto-branche Afname: (deels) geautomatiseerde administratieve handelingen
Rijtest	Subjectieve beoordeling rijgeschiktheid	Nee <sup>7</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Op redelijk korte termijn inzetbaar</li> <li>&gt; Met gebruik van gestandaardiseerd formulier wordt het objectiever</li> <li>&gt; Op relatief korte termijn inzetbaar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Arbeidsintensief</li> <li>&gt; Getrainde beoordelaar nodig</li> <li>&gt; Tijd nodig voor opleiden van voldoende beoordelaars</li> <li>&gt; Tijdsinvestering bestuurder</li> </ul>	Ontwikkeling: CBR/overheid Afname: uitvoeringsinstantie
Testrit rijsimulator	Objectieve en/of subjectieve beoordeling rijgeschiktheid	Niet op korte termijn <sup>8</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Beoordeling kan deels geautomatiseerd worden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Validiteit van de rijsimulator afhankelijk van de kwaliteit van de gebruikte techniek (met bijbehorend prijskaartje)</li> <li>&gt; Simulatorziekte zorgt ervoor dat niet ieder bestuurder getest kan worden</li> <li>&gt; Niet op korte termijn inzetbaar door ontwikkeltijd voor goede ritten</li> <li>&gt; Tijdsinvestering van bestuurder en betrokkeninstantie</li> </ul>	Ontwikkeling: CBR/overheid in samenwerking met technologie-branche Afname: uitvoeringsinstantie



<sup>7</sup> De rijtest wordt niet als mogelijk instrument voor de screening van bestuurders in fase 1 gezien, wel als instrument voor de keuring in fase 2.

<sup>8</sup> Een testrit in een rijsimulator als instrument voor de keuring in fase 2 is een meer reële optie.

## 4 Instrumenten voor het meten van veilig verkeersgedrag: indirecte maten

In het vorige hoofdstuk zijn instrumenten beschreven die ingezet kunnen worden om indicatoren van rijgedrag, zoals besproken in *Hoofdstuk 2*, direct te kunnen meten. Er zijn ook instrumenten die de medische rijgeschiktheid op een *indirecte* manier kunnen bepalen. Dit zijn zogeheten testbatterijen, een verzameling van testen die samen een beeld geven over de prestatie op een bepaald domein in plaats van slechts één deelaspect. Deze testbatterijen zijn, anders dan de testen uit *Hoofdstuk 5*, domeinoverstijgend en meten derhalve meer dan bijvoorbeeld alleen de cognitieve beperkingen. Relevante testbatterijen beschrijven we in *Paragraaf 4.1*. Daarnaast bespreken we in *Paragraaf 4.2* de bruikbaarheid van rapportages van de bestuurder zelf of van derden. Ook voor deze instrumenten geldt dat we het onderwerp ‘draagvlak’ bewaren voor deelonderzoek 4 van dit onderzoeksproject (Davidse, 2019).

### 4.1 Periodiek screenen met behulp van (computergestuurde) testen

Er zijn diverse computergestuurde testen die indirect iets kunnen zeggen over bepaalde aspecten van de rijgeschiktheid. Om de inzichten te verbreden, worden deze testen vaak aangevuld met andere testen tot een ‘testbatterij’. In deze paragraaf kijken we eerst naar het belang van gevaarherkenningstesten, daarna bespreken we een aantal samengestelde testen. Net als in *Hoofdstuk 3* doen we dat telkens aan de hand van de vragen uit *Paragraaf 1.5.4*.

#### 4.1.1 Gevaarherkenningstesten

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

Naast meer algemene perceptuele en cognitieve testen (zie *Hoofdstuk 5*) wordt de computer vaak gebruikt om gevaarherkenning te testen bij beginnende bestuurders. Deelnemers krijgen veelal filmpjes te zien van echte verkeerssituaties, opgenomen vanuit het gezichtspunt van een bestuurder van een auto, en moeten via een touchscreen potentiële gevaren identificeren of voorspellen wat er verder kan gebeuren nadat het beeld op zwart is gegaan. Prestatie op een gevaarherkenningstest (reactietijd, accuratesse) kan ook gebruikt worden als indicatie voor de rijgeschiktheid (Horswill et al., 2009; Jones Ross, Cordazzo & Scialfa, 2014; Wood et al., 2013). Daarbij moeten we ons wel realiseren, zoals ook Jones-Ross en collega’s (Jones Ross, Cordazzo & Scialfa, 2014) al aanstipten, dat gevaarherkenning vooral een cognitieve maat die is die niets of nauwelijks iets zegt over motorische of visuele geschiktheid.

Een gevaarherkenningstest wordt soms aangevuld met andere testen. Zo gebruikten Anstey en collega’s (2012) elementen van gevaarherkenning in samenhang met een indicator voor het bruikbaar gezichtsveld (Useful Field Of View – UFOV) als maat voor ‘capacity of driving safely’. Jones Ross en collega’s (Jones Ross, Cordazzo & Scialfa, 2014) vonden een toegevoegde waarde van een aanvullende test voor kleuren zien en een

motorische test. Wood en collega's (2013) gebruikten een gevaarherkenningstest, naast een multidisciplinaire testbatterij die bestaat uit een visuele taak (gevoeligheid voor detectie van beweging in het centrale veld), een keuzereactietijd taak, stabiliteit tijdens staan (postural sway) en het aantal kilometers dat de bestuurder per week rijdt. Ook kan gekeken worden naar fysiologische maten tijdens de afname van een gevaarherkennings-test, zoals EEG, ECG en huidgeleiding (Liang & Lin, 2018). Dit is niet direct toepasbaar en moet verder onderzocht worden, maar zou mogelijk een nuttige aanvullende bron van informatie over de rijgeschiktheid kunnen zijn.

*Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

Wood en collega's (2013) rapporteren voor de gevaarherkenningstest die door Wetton ontwikkeld is een sensitiviteit van 75% en een specificiteit van 61% voor het detecteren van onveilig rijdende oudere bestuurders, de sensitiviteit en specificiteit worden verhoogd naar respectievelijk 85% en 78% als de gevaarherkenningstest gebruikt wordt naast de multidisciplinaire testbatterij. Ross en collega's (2014) vonden voor de gevaarherkennings-test van Scialfa (2011) een sensitiviteit van 64% en een specificiteit van 63% voor het voorspellen van de prestatie van ouderen op een rijtest op de weg. Met toevoeging van een test voor kleurenzien en een motorische test van de Roadwise Review steeg de sensitiviteit naar 82% en een specificiteit van 69%.

*Op welke termijn is het daadwerkelijk inzetbaar (uitontwikkeld en gevalideerd)?*

Hoewel er al wel een Nederlandse gevaarherkenningstest met bewegende beelden ontwikkeld is, (Vlakveld, 2014) wordt deze in het huidige stelsel nog niet ingezet. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de schaal waarop de gevaarherkenningstest inzetbaar moet zijn. Er zal een groot aantal items gemaakt moeten worden. Ook zullen aanvullende testen nodig zijn om ook visuele en motorische aspecten van de medische rijgeschiktheid te testen. Op het moment gebruiken we in Nederland een statische gevaarherkenningstest als onderdeel van het theoretisch examen. Deze zou ook kunnen worden gebruikt om de medische rijgeschiktheid te beoordelen. Ook dan dienen nieuwe items ontwikkeld te worden om de test op grotere schaal te kunnen toepassen.

*Welke kennis en ervaring is nodig om deze methode te gebruiken?*

Eenmaal ontwikkeld, is er voor het gebruik van deze methode weinig kennis en ervaring nodig. De dan gestandaardiseerde test kan (groepsgewijs) per computer worden afgenomen met een willekeurige begeleider. Het scoren van de gevaarherkenningstest zal automatisch gebeuren.

*Wat zijn de kosten voor gebruik van deze methode?*

De ontwikkeling en validatie van een test met bewegende beelden kost tijd en geld. Ook gebruik van de statische test zoals die nu al gebruikt worden, kost ontwikkelingstijd van nieuwe test-items. Afname van de test kan met dezelfde hardware als het theorie-examen. Gezien de schaal waarop deze testen moeten worden afgenomen, zal uitbreiding van testcentra noodzakelijk zijn.

*Wat is de (tijds)investering per afname voor de bestuurder?*

De tijdsinvestering voor de bestuurder zal beperkt zijn. In principe is een dergelijke test zelfs online af te nemen, maar gezien de fraudegevoeligheid daarvan is het te verkiezen om de test onder begeleiding op een daarvoor ingerichte locatie af te nemen, bijvoorbeeld bij de gemeente of het CBR.



### 4.1.2 Samengestelde testen

Voorbeelden van bekende testbatterijen die ingezet kunnen worden om de rijgeschiktheid van – veelal oudere – bestuurders te testen, zijn: de 4C-screeningtool, de Roadwise Review, SMC-tests en de DriveABLE/DriveAware-combinatie. Deze samengestelde testen bespreken we ook aan de hand van de vragen uit *Paragraaf 1.5.4*.

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

De 4C-screeningtool wordt gebruikt om oudere bestuurders te testen op risico in het verkeer. Het instrument bestaat uit vragen over de ongevallen waarbij de bestuurder de afgelopen twee jaar betrokken is geweest (Crash history), zorgen geuit door de naasten (family Concern) en klinische status (Clinical status) en Cognitie (O'Connor et al., 2010). Deze waarden zijn allemaal gebaseerd op rapportage van de bestuurder zelf of naasten van de bestuurder aan een zorgverlener.

De Roadwise Review (RWR) is een zelfscreening-testbatterij die online te koop is. Het is de opvolger van de DrivingHealth Inventory (DHI). Binnen acht domeinen wordt getest of een bestuurder nog veilig aan het verkeer deel kan nemen. Deze domeinen zijn: kracht in de benen en algemene mobiliteit, flexibiliteit van het hoofd en de nek, gezichtsscherpte bij hoog contrast, gezichtsscherpte bij laag contrast, werkgeheugen, visualisatie van missende informatie, visueel zoeken en snelheid van informatieverwerking (Jones Ross, Cordazzo & Scialfa, 2014).

SMC-test (Sensory-Motor and Cognitive tests) zijn door Innes en collega's (2009) beschreven als een uitgebreide testbatterij die afgenomen wordt in een soort rijsimulatorsetting waardoor de validiteit wordt verhoogd, maar de praktische toepassing verlaagd. Het is een uitgebreide testbatterij die naast cognitieve functies ook visuoperceptuele, visuomotorische en oog-handcoördinatie-taken bevat (Innes et al., 2009). Onduidelijk is hoelang testafname duurt, maar gezien de hoeveelheid taken zal dit best een lange zit zijn.

De DriveABLE in-office cognitive assessment bestaat uit zes testen: motorische snelheid en controle, aandachtsveld (span of attentional field), beoordelingsvermogen en beslissingen maken, snelheid van verschuiven van aandacht, executieve functies (zoals planning en inhibitie van reacties) en gevaarherkenning (Dobbs, 2013). DriveABLE wordt vaak gecombineerd met een gestandaardiseerde rijtest (DORE, DriveABLE On Road Evaluation) en DriveAware, een vragenlijst over de ervaringen tijdens het rijden en tijdens de testafname van DriveABLE.

*Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

De 4C-screeningtool geeft dezelfde beperkingen als de zelfscreening-vragenlijsten die in *Paragraaf 4.2* worden benoemd.

Opzichzelfstaand correleert de RWR wel met de prestatie op een rijtest, maar heeft geen voldoende voorspellende waarde voor deze prestatie (Bedard et al., 2011). In combinatie met andere tests zou dit wel het geval kunnen zijn, zoals Jones Ross en collega's laten zien: in combinatie met de kleurenzicht test en de test voor loopsnelheid van de RWR had de gevaarherkenningstest van Jones Ross en collega's een sensitiviteit van 82% en een specificiteit van 69% voor het voorspellen van de uitslag op een rijtest onder oudere bestuurders (Jones Ross, Cordazzo & Scialfa, 2014).

De testbatterij SMC-tests is slechts op kleine schaal op validiteit getest door de samenstellers zelf (Innes et al., 2009). Er lijkt een verband te bestaan tussen de score op de SMC-tests en de prestatie op een rijtest als de prestatie op de rijtest voldoende is.

Het is echter onbekend of de SMC-tests een voorspellende waarde hebben voor het al dan niet slagen voor een rijtest (Innes et al., 2009).

DriveABLE alleen heeft een sensitiviteit van 69% en een specificiteit van 74% voor het selecteren van onveilig rijdende bestuurders onder oudere bestuurders (Dobbs, 2013). Als DriveABLE gecombineerd wordt met DriveAware (een vragenlijst naar onder andere de eigen inschatting van de prestatie op DriveABLE), dan worden de sensitiviteit en specificiteit verhoogd naar respectievelijk 95 en 97% (wel met gebruik van een tussencategorie voor twijfelgevallen), (Kay et al., 2012).

*Op welke termijn is het daadwerkelijk inzetbaar (uitontwikkeld en gevalideerd)?*

Bovenstaande testbatterijen komen uit het buitenland, waardoor de verkeerssituaties dus niet overeen komen met de Nederlandse. Een vergelijkbare testbatterij voor Nederland zal dus eerst samengesteld moeten worden en worden getest op betrouwbaarheid, validiteit, sensitiviteit en specificiteit (Doumen & Davidse, 2012).

*Welke kennis en ervaring is nodig om deze methode te gebruiken?*

Met een goede instructie over de testafname hoeft de test niet afgenomen te worden door een expert. De score kan automatisch gegenereerd worden.

*Wat zijn de kosten voor gebruik van deze methode?*

De ontwikkeling van een testbatterij is een kostenpost. Daarbij is het noodzaak om voldoende locaties in te richten waar de testbatterij afgenomen zou kunnen worden. Dit zou bij CBR-locaties kunnen of elders, bijvoorbeeld bij gemeenten of nieuw in te richten (regionale) mobiliteitscentra.

*Wat is de (tijds)investering per afname voor de bestuurder?*

Afname van een testbatterij neemt tijd in beslag voor de bestuurder. Een gemiddelde testbatterij, inclusief enkele cognitieve taken en gevaarherkenning, kost al snel één tot twee uur per deelnemer.

Een extra aandachtspunt is de mogelijkheid om te trainen op vaardigheden die getest worden. Op het moment dat bestuurders herhaaldelijk getest zullen worden en het bekend is welke testen hiervoor gebruikt zullen worden, zal de markt hierop inspringen door trainingen aan te bieden. De testen dienen dus zodanig ingericht te zijn dat het gericht trainen van de specifiek voor de test gevraagde vaardigheden, geen invloed heeft op de testresultaten. Ook dienen er veel verschillende versies te zijn zodat de test ook op grote schaal aangeboden kan worden.

## 4.2 Rapportages over rijgeschiktheid

Een andere mogelijkheid voor de algemene screening van bestuurders is om gebruik te maken van rapportages over de medische rijgeschiktheid van een bestuurder. Dat kan via zelfrapportage door de bestuurder, bijvoorbeeld door het verplicht te stellen om periodiek een vragenlijst over de medische rijgeschiktheid in te vullen, zoals nu alleen bij de eerste afgifte van het rijbewijs het geval is, of door een zelfscreening-vragenlijst over het veilig autorijden in te vullen. Daarnaast zouden andere instanties ook ingezet kunnen worden om te rapporteren als een bestuurder een ziekte of aandoening heeft of rijgedrag vertoont dat mogelijk wijst op ongeschiktheid om veilig aan het verkeer deel te nemen. Gedacht kan worden aan artsen of verzekeringsmaatschappijen. In deze paragraaf gaan we eerst in op zelfrapportages en vervolgens in op rapportages van derden.

## 4.2.1 Zelfrapportages

### *Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

Zelfrapportage kan op twee manieren uitgevoerd worden. Ten eerste kan men elke bestuurder periodiek een gezondheidsverklaring laten invullen. Dit gebeurt in diverse landen (zie deelonderzoek 2 van dit project).

In deze paragraaf gaan we in op een zelf-screening vragenlijst waarbij de bestuurder aangeeft welke situaties hij of zij moeilijk vindt in het verkeer. Deze aanpak lijkt geen goed instrument voor de screening van bestuurders. Een enkel onderzoek laat weliswaar zien dat een vragenlijst naar wat mensen moeilijk vinden in het verkeer een redelijk goede voorspelling kan zijn voor de prestatie op een rijtest (Medhizadah, Classen & Johnson, 2019). Maar volgens Urlings (2019) en Lang en collega's (Lang, Parkes & Fernández Medina, 2013) zijn zelfscreening-vragenlijsten geen valide instrumenten om de medische rijgeschiktheid te beoordelen als ze onderdeel zijn van een keuring die verlies van de rijbevoegdheid kan betekenen. Het zal dan leiden tot te positieve antwoorden met betrekking tot de eigen rijbekwaamheid die niet overeenstemmen met de werkelijkheid.

Een alternatief is om niet de bestuurder zelf de vragenlijst te laten invullen, maar een familielid of andere naaste. Dit heeft echter eenzelfde beperking. De indruk van een naaste van de bestuurder kan objectief zijn, maar is dat veelal niet. Een partner kan bijvoorbeeld afhankelijk zijn van het autorijden van de deelnemer en daardoor het rijgedrag te gunstig beoordelen, of juist angstig dat het autorijden tot ongelukken leidt en daardoor het rijgedrag te ongunstig beoordelen. Verder is het de vraag of een naaste zijn of haar relatie op het spel wil zetten door voor de betreffende bestuurder ongewenste antwoorden te geven.

### *Wat is er bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit?*

Er zijn wel cijfers bekend over de validiteit, sensitiviteit en specificiteit van vragenlijsten als de Fitness to Drive Screening measure (FTDS; Medhizadah, Classen & Johnson, 2019) en de Occupational Therapy Driving Assessment (OTDA; Valencia-Sanchez et al., 2019). Maar het invullen daarvan gebeurde op vrijwillige basis en had geen gevolgen voor het rijbewijs van de deelnemers. Daarom zijn deze cijfers niet relevant voor gebruik bij een formele screening of beoordeling.

Vanwege het negatieve oordeel over de mogelijkheid om zelfscreening-vragenlijsten te gebruiken als mogelijk screeningsinstrument, gaan we niet verder in op dit instrument.

Zelfscreening-vragenlijsten kunnen op een andere manier wel nuttig zijn: ze kunnen mogelijk het bewustzijn van de eigen rijgeschiktheid van de bestuurder verhogen, zodat hij of zij zelf kan inzien dat het wat minder gaat en daardoor mogelijk sneller zelf verantwoordelijkheid nemen. Hoe dan ook is bij zelfrapportage voorzichtigheid geboden. Een verkeerd advies kan tot gevolg hebben dat bestuurders met te veel zelfvertrouwen toch de weg op gaan en anderen juist te vroeg besluiten om te stoppen met rijden (Lang, Parkes & Fernández Medina, 2013). Zelfscreening-vragenlijsten kunnen, mits goed gevalideerd, een hulpmiddel zijn voor bestuurders om inzicht te krijgen in de eigen rijgeschiktheid in een stelsel waarbij de bestuurder verplicht is om verminderingen van de medische rijgeschiktheid te melden.

## 4.2.2 Rapportage door derden anders dan de naaste familieleden

*Op welke manier is deze methode een maat voor medische rijgeschiktheid?*

In principe is het mogelijk om artsen te verplichten om een patiënt te melden bij het CBR op het moment dat de arts de patiënt niet in staat acht om veilig auto te rijden. De arts is immers goed op de hoogte van de medische staat en historie van de patiënt. Doordat dit de vertrouwensband tussen arts en patiënt in gevaar brengt, is dit in het huidige stelsel geen optie. Onderzocht kan worden in hoeverre hier draagvlak voor is onder artsen en patiënten. Daarbij kan ook gekeken worden welke tussenvormen mogelijk zijn: wil een arts bijvoorbeeld wel feitelijke informatie geven over de patiënt op basis waarvan het CBR een beslissing over de medische rijgeschiktheid kan baseren?

Een andere mogelijkheid is het verplichten van verzekeringsmaatschappijen om een klant bij het CBR te melden op het moment dat er veel schade wordt gereden. Via deze weg kunnen bestuurders die ongeschikt zouden kunnen zijn om auto te rijden, door het CBR nader onderzocht worden. Wellicht is het mogelijk om verzekeringsmaatschappijen te verplichten een melding te maken van bestuurders die regelmatig schadeclaims oplopen bij de autoverzekering. Op deze manier worden automobilisten die veelvuldig schade rijden getest of ze nog wel geschikt zijn om auto te rijden.

Of dit een goede maat is voor de medische rijgeschiktheid, dient onderzocht te worden. Het is gerelateerd aan betrokkenheid bij ongevallen en daarvan hebben we in *Paragraaf 2.1* gezegd dat dit geen goede maat is. Er zijn echter twee redenen waarom dit toch de moeite waard is om uit te zoeken. Ten eerste zeiden we van ongevalsbetrokkenheid dat dit geen betrouwbare voorspeller is van medische rijgeschiktheid omdat je niet weet of iemand ook schuldig is aan het ontstaan van het ongeval. Als er een schadeclaim is opgelegd aan een autoverzekering, betekent dit dat juridisch de schuld bij deze bestuurder wordt gelegd<sup>9</sup>. Dit ligt dus wat anders dan bij ongevalsbetrokkenheid in het algemeen. Ten tweede kun je hier uitgaan van een bepaalde hoeveelheid schadeclaims als indicator voor de eerste screening van de medische rijgeschiktheid. Dat is wat anders dan betrokken zijn bij een enkel ongeval. Hoewel er dus goed onderzocht moet worden of dit een goede indicator kan zijn voor de medische rijgeschiktheid, is het een mogelijkheid om uit te zoeken. Ook dient uitgezocht te worden in hoeverre verzekeringsmaatschappijen deze rol willen en kunnen spelen in een nieuw op te zetten stelsel.

Naast verzekeringsmaatschappijen zijn er mogelijk ook andere partijen die kunnen bijdragen aan screening of het vergroten van het zelfinzicht van minder rijgeschikte automobilisten. Voorbeelden hiervan zijn bijvoorbeeld maatschappelijk werk, buurtcentra en garagehouders. Over deze mogelijkheden hebben we echter geen informatie gevonden. Wellicht is het wel het overwegen waard.

Rapportage door derden is een methode om een risicogroep aan te wijzen die vervolgens op medische rijgeschiktheid gekeurd moet worden door het CBR (lichtoranje vlak onder in *Afbeelding 1.1*). Hierbij wordt geen apart instrument gebruikt. Daarom is het niet zinvol om de vragen over validiteit, sensitiviteit en specificiteit daarvan te beantwoorden.



<sup>9</sup> Hier zitten heel wat haken en ogen aan, want wie juridisch de schuld heeft gekregen, hoeft in de praktijk niet altijd de schuldige te zijn, bijvoorbeeld bij fiets-auto-ongevallen ligt de schuld juridisch bij de automobilist.

## 4.3 Conclusie

Bij het gebruik van een gecombineerde testbatterij, al dan niet in combinatie met een gevaarherkenningstest, is het belangrijk om alle verschillende domeinen van vaardigheden die nodig zijn om veilig auto te rijden aan de orde te laten komen. Een voorbeeld van een dergelijke testbatterij is de gevaarherkenningstest in combinatie met de Roadwise Review, waarmee ook cognitieve, visuele en motorische aspecten getest worden. Een dergelijke test zal (met veel verschillende versies) ontwikkeld moeten worden voor de Nederlandse situatie. Daarnaast zal onderzocht moeten worden hoe deze test het beste afgenomen kan worden en waar. Net als voor de indicatoren voor het gedrag in het verkeer geldt voor deze testbatterijen dat ze niet gevoelig zijn voor bepaalde aandoeningen als epilepsie of hartfalen (zie *Paragraaf 2.5*).

Zelfrapportage door de bestuurder of een naaste zelfscreening-vragenlijsten te laten invullen, zijn beide geen reële opties als beoordelingsinstrumenten. Zelfscreening-vragenlijsten kunnen wel een rol spelen bij de bewustwording van de eigen rijgeschiktheid, zodat de bestuurder zelf de verantwoordelijkheid kan nemen om te stoppen met rijden of contact op te nemen met het CBR in een stelsel waarbij er een meldplicht voor bestuurders geldt.

Als laatste optie kan onderzocht worden of het zinvol is om verzekeringsmaatschappijen bestuurders te laten rapporteren die veel schade rijden of artsen een rol te laten spelen in het melden van bestuurders met aandoeningen die invloed hebben op de medische rijgeschiktheid.

Een overzicht van de instrumenten die in dit hoofdstuk besproken zijn is weergegeven in *Tabel 4.1*.

Tabel 4.1. Overzicht van de instrumenten die in dit hoofdstuk beschreven zijn.

Instrument	Indicatoren	Reële optie?	Positieve aspecten	Aandachtspunten	Uitvoering
Gevaarherkennings-test	Met name cognitieve indicator	Nee	Niet verder uitgewerkt	> Meet een enkel aspect van de medische rijgeschiktheid.	Ontwikkeling: CBR/ overheid/ onderzoeksinstellingen Afname: uitvoeringsinstanties
Gevaarherkennings-test aangevuld met motorische en visuele taak	Meerdere aspecten medische rijgeschiktheid	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Goede validiteit mogelijk</li> <li>&gt; Gegevens kunnen deels automatisch worden verwerkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Niet op korte termijn inzetbaar want de Nederlandse versie heeft validatietijd nodig</li> <li>&gt; Tijd nodig voor implementatie in testcentra</li> <li>&gt; Arbeidsintensief</li> <li>&gt; Tijdsinvestering bestuurder</li> </ul>	Ontwikkeling: CBR/ overheid/ onderzoeksinstellingen Afname: uitvoeringsinstanties
Domein-overstijgende testbatterij	Meerdere aspecten medische rijgeschiktheid	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Goede validiteit mogelijk</li> <li>&gt; Gegevens kunnen deels automatisch worden verwerkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Niet op korte termijn inzetbaar want heeft ontwikkelingstijd nodig voor Nederlandse versie</li> <li>&gt; Tijd nodig voor implementatie op testlocaties</li> <li>&gt; Arbeidsintensief</li> <li>&gt; Tijdsinvestering bestuurder</li> </ul>	Ontwikkeling: CBR/ overheid/ onderzoeksinstellingen Afname: uitvoeringsinstanties
Zelf-screening vragenlijst	Eigen inzicht rijgeschiktheid	Nee	Niet verder uitgewerkt	> Slechte indicator voor rijgeschiktheid.	Ontwikkeling: CBR/ overheid/ onderzoeksinstellingen Afname: bestuurders zelf
Meldplicht voor arts	Beoordeling medische rijgeschiktheid	Niet op korte termijn	> Kennis van arts over medische staat en historie	> In strijd met vertrouwensband tussen arts en patiënt	Ontwikkeling: CBR Afname: artsen
Rapportage door verzekeringsmaatschappij	Aantal schadeclaims	Niet op korte termijn	> In potentie een eenvoudig toe te passen manier van selectie van een risicogroep	> Niet op korte termijn inzetbaar, want onbekend wat mogelijkheden en aandachtspunten zijn	Ontwikkeling: CBR, verzekeringsmaatschappijen en technologie branche Afname: niet uitgewerkt

## 5 Het meten van beperkingen

Zoals in *Paragraaf 1.3.3* is aangegeven, moet een bestuurder op allerlei aspecten binnen drie domeinen voldoende presteren om rijgeschikt bevonden te worden: cognitief, perceptueel en fysiek. Er is veel informatie te vinden over maten voor rijgeschiktheid vanuit bepaalde beperkingen als gevolg van ziekten of aandoeningen van een bestuurder. Uitgangspunt is dan de al bekende ziekte of aandoening (bijvoorbeeld de oogaandoening staar), waarna wordt gekeken naar een test die voor deze specifieke groep bestuurders de rijgeschiktheid goed kan bepalen. Dit is waardevol onderzoek, maar dan met name voor het gebruik in fase 2 van ons getrapte systeem, de keuring die met het groene ovaal is weergegeven in *Afbeelding 1.1*.

In dit hoofdstuk gaan we alleen kort in op deze testen, zonder alle vragen uit *Paragraaf 1.5.4* te behandelen. De eerste paragraaf gaat over het testen van de rijgeschiktheid bij ziekten en aandoeningen die leiden tot beperkingen in het cognitieve domein, vervolgens bespreken we testen op het perceptuele domein (met name visuele beperkingen), en tot slot gaan we nog kort in op het fysieke domein inclusief motoriek.

### 5.1 Het cognitieve domein

De cognitieve aspecten die belangrijk zijn voor veilig autorijden, kunnen het gevolg zijn van diverse aandoeningen, waaronder ook psychische aandoeningen als ADHD of autisme. Dit soort testen zouden een onderdeel kunnen zijn van een onderzoek door een psychiater of andere behandelend specialist. Vaak wordt gezegd dat de rijgeschiktheid niet te meten is met een enkele test omdat de cognitieve eisen die aan een bestuurder worden gesteld zo divers zijn dat ze niet te vangen zijn in een enkele test. We zullen daarom eerst ingaan op enkele testbatterijen die op de markt zijn en vervolgens op een aantal enkelvoudige testen.

#### 5.1.1 Cognitieve testbatterijen

Er zijn veel testbatterijen beschikbaar die gericht zijn op de rijgeschiktheid bij (vermoedelijke) cognitieve aandoeningen, en bedoeld om te testen of de vastgestelde beperkingen zodanig zwaar zijn dat de bestuurder ongeschikt is om veilig auto te rijden.

Voorbeelden hiervan zijn:

- DriveABLE (Dobbs, 2013), gericht op mensen met vermoedelijke of bevestigde cognitieve problemen;
- Fitness to drive with Cognitive Impairments - FitCi (Piersma et al., 2016), gericht op Alzheimerpatiënten;
- The Vienna Traffic Test System van Schuhfried (Doumen & Davidse, 2012)
- Occupational Therapy – Driver Off Road Assessment Battery - OT-DORA (Unsworth et al., 2019), gericht op mensen die een beroerte hebben gehad;
- Roadwise Review (Jones Ross, Scialfa & Cordazzo, 2015), gericht op ouderen met een cognitieve beperking;



- Stroke Driver Screening Assessment – SDSA, gericht op mensen na een beroerte (Krasniuk et al., 2019).

Deze testbatterijen zijn bedoeld om te testen of mensen cognitief voldoende capaciteiten hebben om veilig auto te rijden, maar ze zeggen niets over het functioneren van andere domeinen waarbinnen beperkingen zich kunnen voordoen. Bovendien moet een testbatterij individueel worden afgenomen door een hiertoe opgeleide testafnemer. Dit kost naar verhouding veel tijd en geld. Cognitieve testbatterijen komen daarom niet in aanmerking voor een eerste identificatie van potentieel minder rijgeschikte bestuurders maar wel voor de keuring in fase 2.

### 5.1.2 Enkelvoudige cognitieve testen

Er zijn ook enkele enkelvoudige cognitieve testen die worden gebruikt om de rijgeschiktheid te testen van bestuurders met een specifieke aandoening zoals dementie of een beroerte. Geen van die testen bestrijkt echter alle aspecten van het cognitieve domein waarop een bestuurder getest moet worden en uit onderzoek blijkt dan ook dat geen enkele enkelvoudige cognitieve test de rijgeschiktheid van bestuurders met cognitieve beperkingen afdoende kan bepalen. Het dichtst in de buurt komt nog de Mini-Mental State Examination (MMSE) voor mensen met dementie, maar ook deze heeft onvoldoende selectiviteit en sensitiviteit (Bennett, Chekaluk & Batchelor, 2016; Piersma et al., 2018). Andere enkelvoudige cognitieve testen die vaak genoemd worden als mogelijke voorspeller van rijgeschiktheid van bestuurders met cognitieve beperkingen, zijn:

- Trail Making Test B (Vaucher et al., 2014), een neuropsychologische test voor visuele aandacht;
- Montreal Cognitive Assessment - MoCA (Kandasamy et al., 2019), gericht op cognitieve vaardigheden;
- Snelgrove Mazes Test (Staplin et al., 2019), een doolhoftest.

## 5.2 Het visuele domein

Beperkingen op het gebied van waarneming voor autorijden liggen met name op het vlak van visuele waarneming. In de Regeling eisen geschiktheid 2000 staan grenswaarden aangegeven voor gezichtsscherpte en de omvang van de visuele velden. Hoewel het voor de hand ligt dat een bestuurder voldoende scherp moet kunnen zien om het verkeer waar te nemen, is een sterk verband tussen gezichtsscherpte en veilig autorijden niet aangetoond (Vanrie & Willems, 2006). Visuele beperkingen die wel geassocieerd worden met rijgeschiktheid, zijn: verminderde contrastgevoeligheid, een minder breed (bruikbaar) visueel veld, gevoeligheid voor verblinding (Thorslund & Strand, 2016; Vanrie & Willems, 2006) en kleurenzicht (Thorslund & Strand, 2016). Een test voor het bruikbaar visuele veld (Useful Field of View - UFOV) wordt vaak aangehaald als een goed voorspeller van de rijgeschiktheid van oudere bestuurders, maar dan wel in combinatie met andere (cognitieve) tests (Selander, Wressle & Samuelsson, 2020; Thorslund & Strand, 2016). Er zijn ook testen ontwikkeld om het visuele veld, contrastgevoeligheid en kleurenzicht te meten, maar hiervoor moeten nog wel grenswaarden worden vastgesteld om te bepalen wanneer iemand nog voldoende ziet om veilig aan het verkeer deel te nemen.

## 5.3 Het fysieke domein

Voorbeelden van testen die fysieke of motorische aspecten van de medische rijgeschiktheid beoordelen, zijn:

- Maintenance of Wakefulness Test (MWT);
- Rapid Pace Walk (RPW);
- Short Physical Performance Battery (SPPB).

Met de MWT wordt in een laboratorium getest onder welke condities een deelnemer in slaap valt. De MWT kan gebruikt worden als aanvullende test van de rijgeschiktheid van bestuurders die lijden aan narcolepsie of slaapziekte (Banks et al., 2005; Sagaspe et al., 2019). De RPW en de SPPB kunnen beide gebruikt worden voor het beoordelen van balans en fysieke gesteldheid van met name het onderlichaam van ouderen (Mielenz et al., 2017).

## 5.4 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn een aantal testbatterijen en enkelvoudige testen besproken die een indicatie kunnen geven van de medische rijgeschiktheid van een specifieke groep automobilisten met een bepaalde ziekte of aandoening. Het betreft cognitieve testen (zoals Trailmaking A en B) en testbatterijen (zoals DriveABLE), visuele testen (zoals UFOV) en fysieke testen (zoals RPW). Deze testen beperken zich echter tot een specifiek domein waarbinnen beperkingen van de medische rijgeschiktheid zich kunnen bevinden en lenen zich daardoor niet voor een algemene screening van de medische rijgeschiktheid.

## 6 Mogelijk betrokken partijen

In dit hoofdstuk gaan we in op de rollen die instanties en personen kunnen hebben in de eerste fase van screening van de medische rijgeschiktheid. In de voorgaande hoofdstukken maakten we onderscheid tussen twee manieren van screenen (zie *Hoofdstuk 3*): door het dagelijks rijgedrag structureel te monitoren, of door periodieke screening met behulp van rijtesten, rijsimulatoren of testbatterijen. In de volgende paragrafen bespreken we wat er gevraagd wordt van een instantie of persoon bij screeningsmethoden die we in de vorige hoofdstukken als potentieel geschikt hebben geïdentificeerd. Achtereenvolgens bespreken we (deskundigen van) mogelijke instanties of locaties waar de screening uitgevoerd kan worden (zoals het CBR), de gezondheidszorg, de bestuurder zelf (en zijn of haar omgeving) en verzekeringsmaatschappijen.

### 6.1 Mogelijke instanties of locaties om screening uit te voeren

#### 6.1.1 CBR

Het CBR is in het huidige stelsel betrokken bij het bepalen van de medische rijgeschiktheid van bestuurders die om een bepaalde reden gecontroleerd worden. Dit kan zijn door hun leeftijd of de (geestelijke) gezondheid. Dit is een rol in de tweede fase van het getrapte systeem dat in de inleiding wordt voorgesteld (het groene ovaal in *Afbeelding 1.1*).

Het CBR kan ook een rol spelen bij een mogelijke eerste fase van het getrapte systeem (de screening). Als er gekozen wordt voor een procedure waarbij bestuurders constant gemonitord worden op het rij- of kijkgedrag, zal een instantie het signaal van de systemen in de auto's moeten ontvangen dat iemand kritieke waarden heeft gereden. Dit signaal zal leiden tot een uitnodiging voor het testen van de medische rijgeschiktheid van de bestuurder. Het CBR is een instantie die deze signalen kan ontvangen en verwerken. De bestuurder zal vervolgens gekeurd moeten worden (fase 2 van het stelsel) om te bepalen of het de medische rijgeschiktheid betreft en in welk domein de beperking(en) zich bevinden.

Als de keuze valt op een periodieke screening, dan zullen er locaties moeten worden ingericht om testbatterijen of rijsimulatorritten uit te voeren. Een mogelijke testlocatie hiervoor is het CBR. Een deel van de CBR-locaties beschikt immers al op beperkte schaal over de juiste faciliteiten, afhankelijk van de keuze voor een instrument.

Beide opties – structureel monitoren of periodiek screenen - vragen een aanzienlijke uitbreiding of aanpassing van het takenpakket van het CBR. In beide gevallen betekent het bovendien dat er ook meer mensen gekeurd (fase 2) moeten worden. Ook de derde optie, het doorverwijzen van een nieuwe risicogroep (zoals door een arts of verzekeringsmaatschappij, zie *Paragraaf 4.2.2*), brengt extra taken voor het CBR met zich mee. De omvang van de werkzaamheden voor het CBR is afhankelijk van de mogelijkheden voor inzet van technologie (met name bij de monitoring-optie).

### 6.1.2 Gemeenten

Gemeenten hebben in het huidige stelsel een rol bij het aanvragen van het rijbewijs. De gezondheidsverklaring dient bij de gemeente aangevraagd te worden en ook zal het rijbewijs bij de gemeente opgehaald moeten worden. Locaties van gemeenten zijn voor mensen bekend en goed bereikbaar. Deze locaties zouden gebruikt kunnen worden om testcentra in te richten voor de periodieke screening. Hiermee wordt de gemeente verantwoordelijk voor de uitvoering van de periodieke screening en het communiceren van de resultaten naar het CBR als een verdere keuring nodig is (fase 2). Dit vergt een nieuwe taak voor gemeenten. Het is de vraag of ze hier fysieke ruimte voor hebben en de middelen en mankracht vrij kunnen maken om deze ruimten in te richten.

Ook als er gekozen wordt voor een constante monitoring van het rijgedrag, zou de gemeente een rol kunnen spelen in het administratief afhandelen van de screening. In plaats van dat de bestuurder een gezondheidsverklaring opvraagt bij de gemeente, kan de gemeente – op basis van input vanuit ADAS- en andere voertuigsystemen – bestuurders die in aanmerking komen voor verder onderzoek, doorverwijzen naar het CBR.

### 6.1.3 Mobiliteitscentra

Screening van bestuurders vraagt extra capaciteit. Het zou kunnen dat deze screening ondergebracht wordt in nieuw op te richten (regionale) mobiliteitscentra die hierin gespecialiseerd zijn. Het kost tijd en geld om dit voor elkaar te krijgen. Daarbij moet er rekening mee gehouden worden dat het voor het draagvlak onder bestuurders van belang is dat deze centra op veel locaties gerealiseerd worden zodat bestuurders niet te ver moeten reizen om er te komen. De centra zouden zodanig ingericht kunnen worden dat hier, in samenwerking met het CBR, ook de keuringen van fase 2 kunnen plaatsvinden. Dan kunnen het echte mobiliteitscentra worden, gericht op het behoud van veilige mobiliteit, die samenwerken met het CBR.

### 6.1.4 Draagvlak

Een uitbreiding of aanpassing van het takenpakket van het CBR, zal bij het CBR zelf een beperkt draagvlak hebben als dit niet goed onderbouwd is. Ook voor gemeenten zal het een nieuwe taak zijn, of ze dit zullen accepteren is onduidelijk.

Het voordeel van nieuw op te richten mobiliteitscentra is dat het de kans biedt om bestuurders te overtuigen van het belang van een periodieke screening: mobiliteitscentra zijn er immers op gericht mensen zo lang mogelijk veilig mobiel te houden. Hoe de samenwerking met het CBR vormgegeven gaat worden en hoe deze aanpak naar buiten gecommuniceerd moet worden, is hierbij een extra aandachtspunt.

## 6.2 Gezondheidszorg

### 6.2.1 Artsen

In het huidige beoordelingssysteem spelen artsen (huisartsen of specialisten) een rol bij de keuring van bestuurders die wegens een ziekte of aandoening bij het CBR terecht zijn gekomen (fase 2 van het getrapte systeem). Het CBR vraagt bestuurders contact op te nemen met een (keurings)arts om een keuring uit te voeren. De artsen geven het CBR informatie over de ernst van de aandoening. Op basis van deze informatie neemt het CBR een beslissing over de rijgeschiktheid. Uitbreiding van deze rol is mogelijk, aangezien artsen zelf al testen afnemen die ook ingezet kunnen worden voor het vaststellen van de medische rijgeschiktheid (Urlings et al., 2018).

Een meldplicht voor artsen bij ziekten of aandoeningen van de eigen patiënten die invloed hebben op de rijgeschiktheid, is daarbij ook een mogelijkheid. Een dergelijke meldplicht wordt

toegepast in landen als Canada en Australië. De vertrouwensband tussen arts en patiënt is in dit kader in Nederland een gevoelig punt. Bij de twee besproken opties voor een herziening van het beoordelingssysteem – constante monitoring of periodieke screening van alle bestuurders – ligt een rol van artsen niet voor de hand. Artsen hebben wel een informerende rol richting patiënten over de mogelijke gevolgen van bepaalde aandoeningen voor de rijgeschiktheid. Deze rol zou versterkt worden door artsen meer informatie te geven over de invloed van aandoeningen op de rijgeschiktheid en de manier waarop dit bepaald kan worden.

### 6.2.2 Derdelijnszorg

Ouderen of mensen met een beperking hebben vaak te maken met derdelijnszorg zoals een ergotherapeut. Dit zijn zorgverleners die patiënten kunnen helpen met praktische zaken zoals mobiliteitsvraagstukken. Vanuit die rol kunnen zij ook de medische rijgeschiktheid ter sprake brengen. In onder andere de Verenigde Staten zijn ergotherapeuten vaak betrokken bij het vaststellen van de medische rijgeschiktheid (Dickerson, 2013; Unsworth & Baker, 2014). Dit gaat doorgaans wel over mensen die omwille van een gediagnosticeerde ziekte of aandoening minder rijgeschiktheid zijn. Deze zorgverleners zouden ook in meer algemene zin een informerende rol over rijgeschiktheid kunnen vervullen.

Net als voor artsen zou een meldplicht voor de derdelijnszorg een lastig vraagstuk zijn, gezien de vertrouwensband tussen zorgverlener en patiënt. Bij de screeningsmogelijkheden constante monitoring of periodieke screening van alle bestuurders, ligt geen rol voor de derdelijnszorg.

### 6.2.3 Draagvlak

Over het algemeen wordt aangenomen dat een mogelijke verplichting voor het melden van patiënten met ziekten of aandoening die invloed hebben op de rijgeschiktheid aan het CBR weinig draagvlak heeft onder artsen en andere zorgverleners. Dit wordt onderzocht in *Deelonderzoek 4* van dit onderzoek.

## 6.3 De bestuurder zelf en zijn of haar omgeving

### 6.3.1 Mogelijke rol

Zoals in *Paragraaf 4.2.1* vermeld, zijn bestuurders geen goede beoordelaars van hun eigen medische geschiktheid. Ook naasten kunnen daarvan geen goed oordeel vormen. Zelfrapportage kan dus geen rol spelen in een verplichte screening. Wel kan de eigen verantwoordelijkheid van de bestuurder (en de naasten) worden aangesproken, zoals dat nu ook al gebeurt. Manieren om de eigen verantwoordelijkheid voor veilig verkeersgedrag van de bestuurder te vergroten, liggen bijvoorbeeld bij incentives door verzekeringen via premiekortingen bij veilig gedrag. Daarbij is het van belang dat de bestuurder en zijn of haar omgeving goed geïnformeerd worden. Dit kan bijvoorbeeld door behandelend artsen of andere zorgverleners, of via (online) zelfscreening-vragenlijsten of -testen. .

Maar ook bij de andere vormen van screening die in *Hoofdstuk 3 en 4* besproken zijn heeft de bestuurder zelf een rol. Hij of zij zal bij elke vorm van constante screening apparatuur in de auto moeten laten plaatsen om het gedrag te meten. Deze kosten zullen voor de bestuurder zelf zijn. Bij een periodieke screening zal de bestuurder zich periodiek naar een locatie moeten begeven om getest te worden. Dit kost de bestuurder tijd.

### 6.3.2 Draagvlak

De beslissing om alle bestuurders constant te monitoren of periodiek te screenen, zal naar verwachting op weerstand onder bestuurders stuiten. Op dit moment word je vanaf het moment dat je je rijbewijs haalt tot het moment dat je 75 wordt, alleen gecontroleerd op je rijgeschiktheid als er daadwekelijk op medisch gebied iets aan de hand is. Een periodieke screening of constante monitoring van de rijgeschiktheid voor iedereen, betekent dat deze vanzelfsprekendheid verminderd wordt, dat het rijbewijsbezit in waarde daalt doordat het ook afgenomen kan worden. Deze aanpak is niet onmogelijk, maar vraagt een grote inzet om de houding ten opzichte van het rijbewijsbezit te veranderen: van onvoorwaardelijk naar voorwaardelijk recht op autorijden.

Daarnaast zal elke vorm van investering in tijd of geld op weerstand stuiten. Hier dient dus goed over gecommuniceerd te worden; de reden voor deze verandering moet logisch en aanvaardbaar zijn voor bestuurders.

In deelonderzoek 4 van dit project zal ook onderzocht worden wat het draagvlak onder bestuurders is voor diverse alternatieven.

## 6.4 Verzekeringsmaatschappijen

### 6.4.1 Mogelijke rol

Verzekeringsmaatschappijen zouden een rol kunnen spelen bij de stelselherziening door bijvoorbeeld verplicht te worden om klanten die veelvuldig schadeclaims indienen, te rapporteren aan het CBR waarna zij getest kunnen worden op de medische rijgeschiktheid. Een minder nadrukkelijke en ingrijpende rol kan zijn om bestuurders te bewegen zelfverantwoordelijkheid te nemen. Zo kunnen ze bijvoorbeeld een lagere premie aanbieden op het moment dat bestuurders zich regelmatig laten screenen, met het gevaar dat ze zich vervolgens bij het CBR moeten melden voor een fase 2-keuring. Naar de werking van een dergelijk mechanisme is nog weinig onderzoek gedaan. Ook kunnen verzekeringsmaatschappijen het rijgedrag van klanten meten (aan de hand van indicatoren van rij- of kijkgedrag zoals in *Hoofdstuk 3* beschreven) en de hoogte van de premie laten afhangen van het rijgedrag: hoe veiliger een klant rijdt, hoe lager de premie die betaald dient te worden. Op het moment dat iemand structureel onveilig rijdt, zou de premie dus heel hoog kunnen worden. De verzekeringmaatschappij kan informatie over het rijgedrag ook gebruiken om de klant feedback te geven over het rijgedrag, eventueel met advies om eens bij het CBR langs te gaan. Een aantal verzekeringmaatschappijen, waaronder de autoverzekering van de ANWB, passen deze methode al toe. De mogelijkheden rondom de inzet van verzekeringmaatschappijen voor een eerste screening van bestuurders, dienen eerst verder uitgezocht te worden.

### 6.4.2 Draagvlak

In welke mate deze optie reëel is en of verzekeringmaatschappijen deze rol op zich willen nemen, is ons niet bekend. Dit is het onderzoeken waard.

## 6.5 Conclusie

Het CBR lijkt de meest logische partij om bij een eerste screening van de medische rijgeschiktheid betrokken te zijn. Daarnaast zou de eerste screening van bestuurders ook een taak van de gemeente kunnen zijn of van nieuw op te richten mobiliteitscentra. Artsen of andere zorgverleners kunnen in ieder geval een rol spelen als het om voorlichting aan bestuurders met een beperking gaat. Of een meldplicht of rol als 'informant' van het CBR werkbaar is zonder de vertrouwensband tussen arts en patiënt in gevaar te brengen, moet nader worden onderzocht. De rol van de bestuurder zelf en zijn of haar naasten bij een fase 1-screening is beperkt; zelfrapportage door de bestuurder of zijn of haar naasten is geen goede manier van screenen. Wel is het belangrijk om bij het herzien van het stelsel de acceptatie door de bestuurder in het oog te houden. Het vraagt een grote verandering in de houding ten opzichte van het rijbewijs. Het is dan niet meer een onvoorwaardelijk bezit totdat je 75 jaar wordt, maar een voorwaardelijk bezit waarvoor je moet aantonen dat je er recht op hebt.

Het inzicht in de eigen rij(on)geschiktheid is van cruciaal belang bij acceptatie van maatregelen. Vragenlijsten of online-testen gericht op zelfinzicht kunnen daarbij behulpzaam zijn, niet als screeningsinstrument, maar als hulpmiddel voor de bestuurder zelf.

Een andere mogelijkheid die het onderzoeken waard is, is om verzekeringsmaatschappijen een rol te laten spelen bij de screening. Dit kan op verschillende manieren: door hen te verplichten risicovolle bestuurders te melden bij het CBR, of in het kader van het verhogen van het zelfinzicht door de bestuurder zelf. Of er draagvlak is binnen het verzekeringswezen is onbekend, dit zal in deelonderzoek 4 van dit onderzoek bevestigd worden.



## 7 Discussie en conclusie

In dit laatste hoofdstuk lichten we twee belangrijke afwegingen nader toe en sluiten we af met een conclusie.

### 7.1 Discussie

In dit rapport zijn we ingegaan op de mogelijkheid om bestuurders te screenen op hun medische geschiktheid als stap voorafgaand aan een formele keuring. Voor deze eerste screening van potentieel medisch ongeschikte bestuurders zijn er een aantal opties mogelijk. Deze worden hier nogmaals kort besproken, inclusief de instrumenten waarmee dit mogelijk is en de instanties die daarbij betrokken zijn of kunnen worden.

#### 7.1.1 Structureel monitoren of periodiek controleren

##### Structureel monitoren

Zoals we in *Hoofdstuk 3* geconcludeerd hebben, zijn er verschillende in-car-systemen, apps en 'dataloggers' om het rijgedrag van bestuurders structureel te monitoren. Ook zijn er systemen die het kijkgedrag van de bestuurder kunnen meten, zoals slimme camera's en 'eye-trackers'.

Een bijkomend voordeel van het structureel monitoren van rij- of kijkgedrag van bestuurders, is dat ze hierdoor gemotiveerd kunnen worden om altijd zorgvuldig te rijden. Daarbij zal het structureel monitoren geen extra tijd voor de bestuurder in beslag nemen. Een dergelijk systeem met technologische hulpmiddelen is echter kostbaar en zal door de bestuurder betaald moeten worden. Het zal waarschijnlijk op weinig draagvlak van bestuurders kunnen rekenen. Ook is er nog veel onderzoek nodig om goede variabelen voor de medische rijgeschiktheid te definiëren en om geschikte grenswaarden vast te stellen. Deze moeten in het gebruik als screeningsmethode zeer robuust zijn, robuuster dan als dit soort maten gebruikt worden voor inzicht in het eigen rijgedrag. De consequenties zijn immers veel ingrijpender: onterechte inname of voortzetting van het rijbewijs in plaats van een boete/lagere verzekeringspremie of voortzetting van het onveilige rijgedrag.

Verder is het nodig dat elke auto voorzien is van eenzelfde systeem (dit is nu nog afhankelijk van de autofabrikant) en dient het systeem fraudegevoelig te zijn. Hiervoor is samenwerking met en binnen de autobranche noodzakelijk. Een bijkomend probleem is dat de systemen voertuiggebonden zijn in plaats van persoonsgebonden. Hoe het mogelijk is om betrouwbaar te registreren wie de bestuurder is, is dus een belangrijk vraagstuk.

Ook dient uitgedacht te worden op welke manier het monitoren wordt vastgelegd. Als iemand over de grenswaarde heen gaat en als dat als kritiek wordt bestempeld, aan wie wordt dit signaal dan doorgegeven en hoe wordt dit opgevolgd? Het CBR lijkt een logische keuze, maar dit vraagt een nieuwe rol voor het CBR. Onderzocht kan worden in hoeverre verzekeringsmaatschappijen een rol kunnen spelen in het constant monitoren van gedrag. Ook dient uitgezocht te worden of

constante monitoring past binnen de privacywetgeving en in hoeverre hier draagvlak voor is. Dat laatste zal in deelonderzoek 4 van dit onderzoek bevestigd worden.

#### **Periodiek screenen**

Een andere mogelijkheid is om niet continu te monitoren, maar periodiek te screenen. Een periodieke screening is nu al verplicht voor bestuurders van 75 jaar en ouder. Het is in principe ook mogelijk om alle bestuurders periodiek te screenen, bijvoorbeeld bij elke verlenging van het rijbewijs elke tien jaar. Dat kan bijvoorbeeld met rijtesten in een rijnsimulator of met testbatterijen. Testbatterijen die hiervoor gebruikt zouden kunnen worden zijn SMC-tests, DriveABLE en Roadwise Review, al dan niet in combinatie met een gevaarherkenningsstest. Deze testbatterijen omvatten echter niet het gehele spectrum aan aandoeningen die de rijgeschiktheid beïnvloeden. Denk bijvoorbeeld aan aandoeningen zoals epilepsie en hartfalen, waarbij een bestuurder het grootste deel van de tijd in staat is om veilig auto te rijden, maar wel een kans heeft op een acute uitval. Bij de screening zou dus in ieder geval ook gevraagd moeten worden naar aandoeningen die niet worden afgedekt door het betreffende screeningsinstrument.

Het CBR is een logische partij om bij een eerste screening van de medische rijgeschiktheid betrokken te zijn. Daarnaast kan ook worden gekeken naar de rol van gemeenten of van nieuw op te richten regionale mobiliteitscentra. De screeninglocatie moet goed bereikbaar zijn en het vraagt een grote investering om deze locaties te realiseren. Daarnaast vraagt je van elke bestuurder om periodiek tijd te investeren. De kosten-batenverhouding van een dergelijke periodieke screening komt in het vijfde deelonderzoek aan bod.

### **7.1.2 Alle bestuurders of deel van de bestuurders**

De beslissing om alle bestuurders constant te monitoren of periodiek te screenen, zal naar verwachting op weerstand onder bestuurders stuiten. Op dit moment wordt je vanaf het moment dat je je rijbewijs haalt tot het moment dat je 75 wordt, alleen gecontroleerd op je rijgeschiktheid als er daadwerkelijk op medisch gebied iets aan de hand is. Een periodieke screening of constante monitoring van de rijgeschiktheid voor iedereen, betekent dat deze vanzelfsprekendheid verminderd wordt, dat het rijbewijsbezit in waarde daalt doordat het ook afgenomen kan worden. Deze aanpak is niet onmogelijk, maar vraagt een grote inzet om de houding ten opzichte van het rijbewijsbezit te veranderen: van onvoorwaardelijk naar voorwaardelijk recht op autorijden. Daarnaast vraagt het screenen van alle bestuurders een behoorlijke investering van tijd en geld van bestuurder en van betrokken instanties.

## **7.2 Conclusie**

Een beoordelingssysteem waarin het rijgedrag van bestuurders structureel wordt beoordeeld met technologische hulpmiddelen, is kostbaar en zal vermoedelijk op weinig draagvlak van bestuurders kunnen rekenen. Ook is er nog veel onderzoek nodig om goede variabelen voor de medische rijgeschiktheid te definiëren, om geschikte grenswaarden vast te stellen en om een betrouwbaar systeem te implementeren. Ook voor een periodieke screening met rijtesten in een rijnsimulator of met 'testbatterijen' is nader onderzoek nodig. De ontwikkeling van een valide en betrouwbare testbatterij of simulatorrit kost bovendien tijd en geld. De vraag is of de winst die met constante monitoring of periodiek screenen van alle bestuurders behaald wordt deze investeringen waard zijn.

Een derde mogelijkheid om het beoordelingssysteem te herzien, is door nieuwe risicogroepen aan te wijzen, bijvoorbeeld op basis van schadeclaims bij verzekeraars of door een meldplicht van artsen. Dit vergt geen nieuwe technologische ontwikkelingen; het is met name een juridisch, draagvlak en organisatorisch vraagstuk.

Al met al concluderen we dat er in de bestudeerde literatuur geen nieuwe innovatieve screeningsmethoden zijn gevonden die op korte of middellange termijn (binnen vijf jaar) inzetbaar zijn voor een eerste algemene screening om de medische rijgeschiktheid te bepalen bij een grote groep bestuurders (fase 1). Wel zijn er screeningsmethoden die de moeite waard zijn om nader te onderzoeken met het oog op de lange termijn. *Tabel 7.1* geeft hiervan een overzicht. Al deze methoden vragen om een verdere ontwikkeling van goede variabelen, grenswaarden en praktische uitvoering. Ook het draagvlak onder uitvoerende partijen en bestuurders is daarbij essentieel.

De instrumenten zijn opgesplitst naar het antwoord op de vraag of ze als reële optie gezien worden. De groene vlakken zijn de instrumenten om verkeersgedrag structureel te monitoren, de grijsblauwe vlakken betreffen de instrumenten voor periodieke screening en de oranje vlakken de manieren om op een andere manier een risicogroep aan te wijzen.

*Tabel 7.1. De instrumenten die in dit rapport geïnventariseerd zijn, opgesplitst naar het antwoord op de vraag of ze als reële optie voor een eerste screening van bestuurders het onderzoeken waard zijn.*

Reële optie	Mogelijk toekomstig reële optie	Geen reële optie
Continu meten van rijgedrag met dataloggers	Continu meten van kijkgedrag met camera's of eye-trackers	Continu meten van rijgedrag met apps op de smartphone
Continu meten van rijgedrag met in-car-systemen	Continu meten taakbelasting met behulp van hartslag (ECG)	Continu meten taakbelasting met behulp van hersenactiviteit (EEG)
Gevaarherkenningstest met aanvullende testen	Continu meten van taakbelasting met behulp van knipperfrequentie en -duur (camera's)	Rijtest
Domeinoverstijgende testbatterij	Testrit in rijsimulator	Gevaarherkenningstest
	Meldplicht voor arts	Zelfscreening-vragenlijst
	Rapportage door verzekeringsmaatschappij	

## Literatuur

- Ahmad, S., Malik, S., Park, D.H. & Kim, D. (2019). *Design of lightweight driver-assistance system for safe driving in electric vehicles*. In: Sensors (Basel), vol. 19, nr. 21.
- Akinwuntan, A.E., De Weerd, W., Feys, H., Baten, G., et al. (2005). *The validity of a road test after stroke*. In: Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, vol. 86, nr. 3, p. 421-426.
- Anstey, K.J., Horswill, M.S., Wood, J.M. & Hatherly, C. (2012). *The role of cognitive and visual abilities as predictors in the Multifactorial Model of Driving Safety*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 45, p. 766-774.
- Anstey, K.J., Wood, J., Caldwell, H., Kerr, G., et al. (2009). *Comparison of self-reported crashes, state crash records and an on-road driving assessment in a population-based sample of drivers aged 69-95 years*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 10, nr. 1, p. 84-90.
- Banks, S., Catcheside, P., Lack, L.C., Grunstein, R.R., et al. (2005). *The maintenance of wakefulness test and driving simulator performance*. In: Sleep, vol. 28, nr. 11, p. 1381-1385.
- Bärgman, J. (2016). *Methods for Analysis of Naturalistic Driving Data in Driver Behavior Research: From crash-causation analysis using expert assessment to quantitative assessment of the effect of driver behavior on safety using counterfactual simulation*. Thesis Chalmers University of Technology, Department of Applied Mechanics, Gothenburg.
- Bedard, M., Riendeau, J., Weaver, B. & Clarkson, A. (2011). *Roadwise Review has limited congruence with actual driving performance of aging drivers*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 43, nr. 6, p. 2209-2214.
- Bennett, J.M., Chekaluk, E. & Batchelor, J. (2016). *Cognitive tests and determining fitness to drive in dementia: A systematic review*. In: Journal of the American Geriatrics Society, vol. 64, nr. 9, p. 1904-1917.
- Bhatt, A., Dave, V., Panchamia, Y. & Thakre, P. (2017). *Analyzing behavioral attributes of drivers and implementing safe driving model*. In: 2017 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES). 27-28 June 2017, p. 228-232.
- Campos, J.L., Bédard, M., Classen, S., Delparte, J.J., et al. (2017). *Guiding framework for driver assessment using driving simulators*. In: Frontiers in Psychology, vol. 8, art. 1428.
- Davidse, R.J. (2019). *Onderzoeksopzet stelselherziening medische rijgeschiktheid*. R-2019-21. SWOV, Den Haag.
- Dickerson, A.E. (2013). *Driving assessment tools used by driver rehabilitation specialists: survey of use and implications for practice*. In: American Journal of Occupational Therapy, vol. 67, nr. 5, p. 564-573.

- Dobbs, A.R. (2013). *Accuracy of the DriveABLE cognitive assessment to determine cognitive fitness to drive*. In: Canadian Family Physician, vol. 59, nr. 3, p. e156-161.
- Dotzauer, M., Stemmler, E.C., Utesch, F., Bärghman, J., et al. (2017). *Risk factors, crash causation and everyday driving*. Deliverable 42.1. UDRIVE European Naturalistic Driving Study.
- Doumen, M.J.A. & Davidse, R.J. (2012). *Samenstelling van een neuropsychologische testbatterij voor onderzoek naar de rijgeschiktheid van ouderen met cognitieve functiestoornissen*. D-2012-3. SWOV, Leidschendam.
- Elvik, R., Høy, A., Vaa, T. & Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. Emerald, UK.
- Fazeen, M., Gozick, B., Dantu, R., Bhukhiya, M., et al. (2012). *Safe driving using mobile phones*. In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 13, nr. 3, p. 1462-1468.
- Guo, F., Klauer, S.G., Hankey, J.M. & Dingus, T.A. (2010). *Near crashes as crash surrogate for Naturalistic Driving studies*. In: Transportation Research Record, vol. 2147, nr. 1, p. 66-74.
- Hankey, J.M., Perez, M.A. & McClafferty, J.A. (2016). *Description of the SHRP2 naturalistic database and the crash, near-crash and baseline data sets*. Virginia Tech Transportation Institute, Blacksburg.
- Hermens, F. (2020). *Fatigue and distraction detection in drivers: A review of commercially available devices*. R-2020-6. The Hague. [Te verschijnen]
- Hollis, A.M., Lee, A.K., Kapust, L.R., Phillips, L.K., et al. (2013). *The driving competence of 90-year-old drivers: from a hospital-based driving clinic*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 14, nr. 8, p. 782-790.
- Horswill, M.S., Pachana, N.A., Wood, J., Marrington, S.A., et al. (2009). *A comparison of the hazard perception ability of matched groups of healthy drivers aged 35 to 55, 65 to 74, and 75 to 84 years*. In: Journal of the International Neuropsychological Society, vol. 15, nr. 5, p. 799-802.
- Huang, H., Chen, H. & Lin, S. (2019). *MagTrack: Enabling safe driving monitoring with wearable magnetics*. Paper presented at the 17th ACM International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services, ACM MobiSys '19.
- Innes, C.R., Jones, R.D., Anderson, T.J., Hollobon, S.G., et al. (2009). *Performance in normal subjects on a novel battery of driving-related sensory-motor and cognitive tests*. In: Behavior Research Methods, vol. 41, nr. 2, p. 284-294.
- Jones Ross, R.W., Cordazzo, S.T.D. & Scialfa, C.T. (2014). *Predicting on-road driving performance and safety in healthy older adults*. In: Journal of Safety Research, vol. 51, p. 73-80.
- Jones Ross, R.W., Scialfa, C.T. & Cordazzo, S.T. (2015). *Predicting on-road driving performance and safety in cognitively impaired older adults*. In: Journal of the American Geriatrics Society, vol. 63, nr. 11, p. 2365-2369.
- Kandasamy, D., Williamson, K., Carr, D.B., Abbott, D., et al. (2019). *The utility of the Montreal Cognitive Assessment in predicting need for fitness to drive evaluations in older adults*. In: Journal of Transport & Health, vol. 13, p. 19-25.

Kay, L.G., Bundy, A.C., Clemson, L., Cheal, B., et al. (2012). *Contribution of off-road tests to predicting on-road performance: a critical review of tests*. In: Australian Occupational Therapy Journal, vol. 59, nr. 1, p. 89-97.

Keijser, R. & Venhuizen, M. (2020a). *Nederlands stelsel medische rijgeschiktheid*. Andersson Elffers Felix, Utrecht. [Te verschijnen]

Keijser, R. & Venhuizen, M. (2020b). *Vergelijking stelsels medische rijgeschiktheid*. Andersson Elffers Felix, Utrecht. [Te verschijnen]

Kenntner-Mabiala, R., Maag, C., Kaussner, Y., Hoffmann, S., et al. (2019). *Are Driving Simulators Suitable to Measure the Driving Competence of Elderly Drivers?* Paper presented at the 10th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design, Santa Fe, New Mexico, USA.

Kipling, R.R. (2015). *Naturalistic Driving events: No harm, no foul, no validity*. In: Eighth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design. Salt Lake City, IA: Public Policy Center, University of Iowa, p. 197-203.

Koh, D.-W. & Lee, S.-G. (2019). *An evaluation method of safe driving for senior adults using ECG signals*. In: Sensors (Basel, Switzerland), vol. 19, nr. 12, art. 2828.

Krasniuk, S., Classen, S., Morrow, S.A., Tippett, M., et al. (2019). *Clinical determinants of fitness to drive in persons with multiple sclerosis: Systematic review*. In: Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, vol. 100, nr. 8, p. 1534-1555.

Lang, B., Parkes, A. & Fernández Medina, K. (2013). *Driving choices for the older motorist: The role of self-assessment tools*. Royal Automobile Club Foundation for Motoring Ltd, Londen.

Liang, B. & Lin, Y. (2018). *Using physiological and behavioral measurements in a picture-based road hazard perception experiment to classify risky and safe drivers*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 58, p. 93-105.

Lohani, M., Payne, B.R. & Strayer, D.L. (2019). *A review of psychophysiological measures to assess cognitive states in real-world driving*. In: Frontiers in Human Neuroscience, vol. 13, art. 57.

Lundberg, C. & Hakamies-Blomqvist, L. (2003). *Driving tests with older patients: effect of unfamiliar versus familiar vehicle*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 6, nr. 3, p. 163-173.

Martels, M.R.H.M. von, Brenk, C.M. van, Dijkstra, R.J. & Schonis, R.A.J. (2019). *Motie van het lid Von Martels c.s. Kamerstuk 29 398, Nr. 712*. Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag.

Matowicki, M. & Přibyl, O. (2017). *Cross-study research on utility and validity of driving simulator for driver behavior analysis*. In: Acta Polytechnica CTU Proceedings, vol. 12, p. 68-73.

Medhizadah, S., Classen, S. & Johnson, A.M. (2019). *The concurrent criterion validity of the 32-item fitness-to-drive screening measure*. In: Frontiers in Psychology, vol. 10, art. 253.

Meuleners, L. & Fraser, M. (2015). *A validation study of driving errors using a driving simulator*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 29, p. 14-21.

Mielenz, T.J., Durbin, L.L., Cisewski, J.A., Guralnik, J.M., et al. (2017). *Select physical performance measures and driving outcomes in older adults*. In: Injury Epidemiology, vol. 4, nr. 1, art. 14.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2018). *Veilig van deur tot deur; Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030: Een gezamenlijke visie op aanpak verkeersveiligheidsbeleid*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.

O'Connor, M.G., Kapust, L.R., Lin, B., Hollis, A.M., et al. (2010). *The 4Cs (crash history, family concerns, clinical condition, and cognitive functions): a screening tool for the evaluation of the at-risk driver*. In: Journal of the American Geriatrics Society, vol. 58, nr. 6, p. 1104-1108.

Piersma, D., Fuermaier, A.B.M., Waard, D. de, Davidse, R.J., et al. (2016). *Prediction of fitness to drive in patients with Alzheimer's dementia*. In: PLOS ONE, vol. 11, nr. 2, p. e0149566.

Piersma, D., Fuermaier, A.B.M., de Waard, D., De Deyn, P.P., et al. (2018). *The MMSE should not be the sole indicator of fitness to drive in mild Alzheimer's dementia*. In: Acta Neurologica Belgica, vol. 118, nr. 4, p. 637-642.

Rupp, G., Berka, C., Meghdadi, A.H., Karić, M.S., et al. (2019). *EEG-based neurocognitive metrics may predict simulated and on-road driving performance in older drivers*. In: Frontiers in Human Neuroscience, vol. 12, art. 532.

Sagaspe, P., Micoulaud-Franchi, J.A., Coste, O., Leger, D., et al. (2019). *Maintenance of Wakefulness Test, real and simulated driving in patients with narcolepsy/hypersomnia*. In: Sleep Medicine, vol. 55, p. 1-5.

Schonis, R.A.J. & Martels, M.R.H.M. von (2019). *Motie van het lid Von Martels c.s. Kamerstuk 29 398, Nr. 714.*, Den Haag.

Scialfa, C.T., Deschênes, M.C., Ference, J., Boone, J., et al. (2011). *A hazard perception test for novice drivers*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 43, nr. 1, p. 204-208.

Selander, H., Wressle, E. & Samuelsson, K. (2020). *Cognitive prerequisites for fitness to drive: Norm values for the TMT, UFOV and NorSDSA tests*. In: Scandinavian Journal of Occupational Therapy, vol. 27 (2020), nr. 3, p. 231-239.

Shechtman, O., Awadzi, K.D., Classen, S., Lanford, D.N., et al. (2010). *Validity and critical driving errors of on-road assessment for older drivers*. In: American Journal of Occupational Therapy, vol. 64, nr. 2, p. 242-251.

Simons-Morton, B.G., Guo, F., Klauer, S.G., Ehsani, J.P., et al. (2014). *Keep your eyes on the road: young driver crash risk increases according to duration of distraction*. In: Journal of Adolescent Health, vol. 54, nr. 5 Suppl, p. S61-67.

Simons-Morton, B.G., Zhang, Z., Jackson, J.C. & Albert, P.S. (2012). *Do elevated gravitational-force events while driving predict crashes and near crashes?* In: American journal of epidemiology, vol. 175, nr. 10, p. 1075-1079.

Siren, A. & Haustein, S. (2015). *Driving licences and medical screening in old age: Review of literature and European licensing policies*. In: Journal of Transport & Health, vol. 2, nr. 1, p. 68-78.

Staplin, L., Lococo, K.H., Gish, K.W., Stutts, J., et al. (2019). *Activity level, performance and exposure among older drivers*. DOT HS 812 734. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C.

Thorslund, B. & Strand, N. (2016). *Vision measurability and its impact on safe driving : a literature review*. In: Scandinavian Journal of Optometry and Visual Science, vol. 9, nr. 1, p. 1-9.



- Trontelj, K., Cegovnik, T., Dovgan, E. & Sodnik, J. (2017). *Evaluating safe driving behavior in a driving simulator*. Paper presented at the 7th International Conference on Information Society and Technology ICIST.
- Underwood, G., Chapman, P., Brocklehurst, N., Underwood, J., et al. (2003). *Visual attention while driving: sequences of eye fixations made by experienced and novice drivers*. In: *Ergonomics*, vol. 46, nr. 6, p. 629-646.
- Unsworth, C.A. & Baker, A. (2014). *Driver rehabilitation: a systematic review of the types and effectiveness of interventions used by occupational therapists to improve on-road fitness-to-drive*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 71, p. 106-114.
- Unsworth, C.A., Baker, A., Lannin, N., Harries, P., et al. (2019). *Predicting fitness-to-drive following stroke using the Occupational Therapy - Driver Off Road Assessment Battery*. In: *Disability and Rehabilitation*, vol. 41, nr. 15, p. 1797-1802.
- Urashima, A., Otsuki, Y. & Toriyama, T. (2017). *Measurement of eyeblink frequency variation for cognitive dysfunction patients' safe driving skill evaluation*. In: *HCI International, Communications in Computer and Information Science*. Volume 713, Cham, Springer.
- Urlings, J.H.J. (2019). *Balancing traffic safety and independent mobility: the development of an assessment strategy and training for at-risk older drivers*. Proefschrift Universiteit Hasselt, Hasselt.
- Urlings, J.H.J., Cuenen, A., Brijs, T., Lutin, M., et al. (2018). *Aiding medical professionals in fitness-to-drive screenings for elderly drivers: development of an office-based screening tool*. In: *International Psychogeriatrics*, vol. 30, nr. 8, p. 1211-1225.
- Vaa, T. (2003). *Impairments, diseases, age and their relative risks of accident involvement; Results from meta-analysis. Deliverable R1.1 of the IMMORTAL project*. University of Leeds, Leeds.
- Valencia-Sanchez, C., Gorelkin, V.C., Mrugala, M.M., Sharma, A., et al. (2019). *Clinical evaluation of fitness to drive in patients with brain metastases*. In: *Neuro-Oncology Practice*, vol. 6, nr. 6, p. 484-489.
- Vanrie, J. & Willems, B. (2006). *De visuele waarneming en visuele aandachtsprocessen van verkeersdeelnemers: Een overzicht van de beïnvloedende factoren*. RA-2006-99. Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek.
- Vaucher, P., Herzig, D., Cardoso, I., Herzog, M.H., et al. (2014). *The trail making test as a screening instrument for driving performance in older drivers; a translational research*. In: *BMC Geriatrics*, vol. 14, art. 123.
- Vlakveld, W.P. (2014). *A comparative study of two desktop hazard perception tasks suitable for mass testing in which scores are not based on response latencies*. In: *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 22, p. 218-231.
- Vlakveld, W.P. & Davidse, R.J. (2011). *Effect van verhoging van de keuringsleeftijd op de verkeersveiligheid*. R-2011-6. SWOV, Den Haag.
- Vogels, J., Demberg, V. & Kray, J. (2018). *The index of cognitive activity as a measure of cognitive processing load in dual task settings*. In: *Frontiers in Psychology*, vol. 9, p. 2276.

Weidner, F., Hoesch, A., Poeschl, S. & Broll, W. (2017). *Comparing VR and non-VR driving simulations: An experimental user study*. In: 2017 IEEE Virtual Reality (VR). 18-22 March 2017, p. 281-282.

Wiberg, H., Nilsson, E., Linden, P., Svanberg, B., et al. (2015). *Physiological responses related to moderate mental load during car driving in field conditions*. In: Biological Psychology, vol. 108, p. 115-125.

Withaar, F.K. (2000). *Divided attention and driving. The effects of aging and brain injury*. Proefschrift University of Groningen, Utrecht.

Wood, J.M., Horswill, M.S., Lacherez, P.F. & Anstey, K.J. (2013). *Evaluation of screening tests for predicting older driver performance and safety assessed by an on-road test*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 50, p. 1161-1168.

# Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

## **SWOV**

**Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid**

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov\\_nl](#) / [@swov](#)

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