Monitoren van nieuwe lichte elektrische voertuigen in het verkeer

Hoe krijgen we inzicht in verkeersveiligheid, gebruik en risico's?

R-2022-9

SWOV

Auteurs

Dr. M. de Goede

Dr. G.J. Wijlhuizen

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

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2022-9
Titel:	Monitoren van nieuwe lichte elektrische voertuigen in het verkeer
Ondertitel:	Hoe krijgen we inzicht in verkeersveiligheid, gebruik en risico's?
Auteur(s):	Dr. M. de Goede & dr. G.J. Wijlhuizen
Projectleider:	Dr. M. de Goede
Projectnummer SWOV:	S21.03.D.

Projectinhoud:

In 2023 wordt een nieuw toelatingskader voor lichte elektrische voertuigen (LEV's) ingevoerd waar een inventarisatie van verkeersveiligheidsrisico's deel van uitmaakt. Eenmaal toegelaten op de openbare weg, is het echter van belang om de verkeersveiligheid van LEV's te blijven monitoren. Dit rapport bevat een overzicht van belangrijke verkeersveiligheidsaspecten van LEV's die op basis van monitoring moeten worden gemeten na een (voorlopige) introductie op de openbare weg. Daarnaast is geïnventariseerd welke methoden het meest geschikt zijn voor monitoring en welke zaken van belang zijn bij de praktische uitvoering ervan.

Aantal pagina's: 46

Fotografen: Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portretten)

Uitgave: SWOV, Den Haag, 2022

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

@swov_nl / @swov **linkedin.com**/company/swov

Samenvatting

Ze zijn steeds vaker te zien in het straatbeeld: elektrische bakfietsen, elektrische steps, Segways, BSO-bussen (de vernieuwde BSO Stint) en andere zogeheten 'lichte elektrische voertuigen', ook wel LEV's genoemd. In Nederland mogen alleen LEV's op de openbare weg rijden die door de minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) zijn aangewezen als 'bijzondere bromfiets'.[1] Dat betekent onder andere dat deze voertuigen, voertuigtypen en -merken technisch moeten zijn goedgekeurd door de RDW. Voertuigen die nog geen goedkeuring hebben (zoals de meeste elektrische steps), zijn in Nederland niet toegestaan op de openbare weg.

Inmiddels heeft de minister van IenW besloten om de nationale voertuigcategorie 'bijzondere bromfietsen' te verbreden naar een voertuigcategorie LEV's. Om de verkeersveiligheid te waarborgen, is er behoefte aan eenduidige regelgeving voor toelating van LEV's. Daarom wordt in 2023 een nieuw toelatingskader voor lichte elektrische voertuigen ingevoerd: het LEV-kader.[2]

Risico-inventarisatie en monitoring

Binnen zowel de huidige als nieuwe regelgeving worden LEV's getoetst op (verkeers)veiligheid. Naast de technische RDW-keuring voert SWOV een risico-inventarisatie uit voor de verkeers-veiligheidsrisico's van nieuwe LEV-voertuigconcepten.[3] Een risico-inventarisatie houdt in dat experts op basis van bestaande kennis een inschatting maken van eventuele verkeersveiligheids-risico's. Aangezien de bestaande kennis over de verkeersveiligheid van LEV's beperkt is, en omdat omstandigheden en gebruik van dit soort voertuigen snel veranderen, is het van belang om de verkeersveiligheid van LEV's ook na de – bij voorkeur tijdelijke – introductie op de openbare weg te monitoren.

Monitoring kan inzicht geven in zaken met betrekking tot de verkeersveiligheid van een voertuig die extra aandacht vragen. Vanuit die aanname heeft SWOV een overzicht gemaakt van belangrijke verkeersveiligheidsaspecten van LEV's die op basis van monitoring moeten worden gemeten na een (voorlopige) introductie op de openbare weg. Daarnaast heeft SWOV geïnventariseerd welke methoden het meest geschikt zijn voor monitoring en welke zaken van belang zijn bij de praktische uitvoering ervan.

Onderdelen van monitoring

Het aantal ongevallen is de meest directe indicator van verkeersveiligheid. Maar het verzamelen van dit soort gegevens kost veel tijd en biedt onvoldoende handvatten om de verkeersveiligheid van een voertuig in kaart te brengen en te beïnvloeden. Het meten van (bijna-)ongevallen, incidenten, de verkeerscontext en risicovolle verkeersgedragingen die gerelateerd zijn aan verkeersongevallen, biedt daarom op kortere termijn beter inzicht in onderliggende oorzaken van de verkeersveiligheid van een voertuig. Behalve in verkeersgedragingen is het ook van belang om

1. https://wetten.overheid.nl/BWBR0035848/2021-07-02
2. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022). *Nota eisen kader Lichte Elektrische Voertuigen*. ENW/BSK-2022/55315. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.
3. Een verzamelnaam voor voertuigen die grotendeels overeenkomen wat betreft ontwerp en rijeigenschappen, bijvoorbeeld de 'elektrische step' en het 'elektrische skateboard'.

inzicht te krijgen in het gebruik en de eigenschappen van gebruikers van een voertuig, aangezien deze factoren gerelateerd kunnen zijn aan de verkeersveiligheid van een voertuig.

Als zodanig bestaat monitoring uit drie verschillende onderdelen:

1. analyses van de ontwikkeling van het aantal, het gebruik en de gebruikers van het type voertuig;
2. analyses van incidenten en (bijna-)ongevallen op basis van een steekproef van weggebruikers/locaties;
3. analyses van landelijke ongevallenregistraties.

Aantal voertuigen, gebruik en gebruikers (1)
Het registreren van voertuigen door ze te voorzien van een kenteken geeft een continu zicht op het aantal voertuigen dat in bezit is. Bovendien maakt kentekening het gemakkelijker om de kenmerken van een voertuig dat betrokken is bij een ongeval, en eventueel de bestuurder/berijder ervan, te identificeren.

Vooralsnog zijn LEV's niet voorzien van een kenteken. Een efficiënte manier om inzichten te verzamelen in het type *gebruikers* en het soort *gebruik* van voertuigen zónder kentekenplicht, is het uitvoeren van vragenlijstonderzoek of interviews. Hiermee kunnen op een relatief goedkope manier veel gegevens worden verzameld binnen een korte tijd. *Aantallen* voor voertuigen zonder kentekenplicht zijn het beste te bepalen op basis van marktgegevens, zoals verkoop- en verhuurgegevens en gegevens van belangenverenigingen.

Incidenten en (bijna-)ongevallen (2)
Methoden om inzichten te ontwikkelen in risicofactoren op basis van incidenten en (bijna-)ongevallen, zijn: vragenlijstonderzoek, diepteonderzoek, naturalistic driving-(riding-)studies en observatiestudies. Elke methode heeft zijn specifieke voor- en nadelen op het gebied van betrouwbaarheid van de gegevens, generaliseerbaarheid van de gegevens, snelheid waarmee data kunnen worden verzameld en kosten. Welke methode het beste kan worden toegepast, is dus afhankelijk van het specifieke voertuigconcept en de omstandigheden en gestelde randvoorwaarden waarbinnen onderzoek kan worden gedaan.

Landelijke ongevallenregistraties (3)
Voor de analyse van het aantal en type ongevallen en bijbehorend letsel op nationaal niveau, zijn gegevens over geregistreerde ongevallen door de politie en/of ziekenhuizen noodzakelijk. Het toevoegen van een voertuigcategorie aan deze registratiesystemen kost tijd. Ook is de noodzaak daartoe sterk afhankelijk van het aantal gebruikers en/of het aantal en de ernst van ongevallen die plaatsvinden. Daarom is kennisontwikkeling op basis van analyses van ongevallenregistraties niet mogelijk kort na de introductie van een nieuw voertuig.

Algemene conclusies

Op basis bestaande kennis en ervaringen in het buitenland, zijn de belangrijkste algemene conclusies met betrekking tot monitoring van LEV's:

- Monitoring van nieuwe LEV's is noodzakelijk voor de ontwikkeling van inzichten in de complexe interactie tussen bestuurder, voertuig en verkeersomgeving.
- Alleen het registreren van verkeersongevallen is niet voldoende voor de ontwikkeling van kennis over de verkeersveiligheid van LEV's.
- Voor een goede monitoring van het aantal voertuigen en hun kenmerken is kentekening aan te bevelen.
- Bij voorkeur is er sprake van een tijdelijke toelating van nieuwe LEV's.

Summary

Monitoring light electric vehicles in traffic; How to gain insight into their road safety, usage and risks?

We see them more and more often: e-cargo bikes, e-scooters, Segways, BSO buses (Dutch electric child carriers used for out-of-school transport; the new BSO Stint) and other so-called 'light electric vehicles' (LEVs). In the Netherlands, only those LEVs that the Ministry of Infrastructure and Water Management has designated as 'special mopeds'[4] are allowed on public roads. This implies that these vehicles, vehicle types and brands must be approved by the Netherlands Vehicle Authority. Vehicles that have not yet been approved (such as most e-scooters) are not allowed on Dutch public roads.

In the meantime, the Minister of Infrastructure and Water Management decided to enlarge the national vehicle category 'special mopeds' to include LEVs. To ensure road safety, clear regulations for LEV approval are needed. Therefore, a new approval framework for light electric vehicles will be implemented: the LEV framework.[5]

Risk inventory and monitoring

In accordance with both the current and new regulations, LEVs are tested for (road) safety. In addition to the technical inspection by the Netherlands Vehicle Authority, SWOV will make a risk inventory for the road safety risks of new LEV concepts[6]. A risk inventory implies that, on the basis of current knowledge, experts will estimate what the possible road safety risks could be. Since the current knowledge about the road safety of LEVs is limited, and since conditions and use of this kind of vehicle change rapidly, it is important to monitor the road safety of LEVs, also after the – preferably temporary – admission onto public roads.

Monitoring may provide insight into the road safety aspects of a vehicle that deserve more attention. On that assumption, SWOV surveyed the important road safety aspects of LEVs that should be measured by monitoring, after (provisional) admission onto public roads. In addition, SWOV inventoried which methods are most appropriate for monitoring and what issues are important for their actual application.

Monitoring components

The number of crashes is the most immediate indicator of road safety. But gathering these data is time-consuming and does not offer enough tools to chart and affect the road safety of certain vehicles. In the shorter term, measuring (near) crashes, incidents, traffic context, and risky road user behaviour that is related to road crashes, therefore provides more insight into the

4. https://wetten.overheid.nl/BWBR0035848/2021-07-02
5. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022). *Nota eisen kader Lichte Elektrische Voertuigen*. ENW/BSK-2022/55315. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.
6. A collective name for vehicles that are similar in design and usage, for example the 'e-scooter' and the 'e-skateboard'.

underlying causes of the road safety of certain vehicles. Apart from road user behaviour, it is also important to gain insight into vehicle use and user characteristics, since these factors may be related to vehicle safety.

As such, monitoring consists of three components:

1. analyses of the development of number, use and users of the vehicle types;
2. analyses of incidents and (near) crashes, based on a sample of road users/locations;
3. analyses of national crash registrations.

Number of vehicles, use and users (1)

Registering vehicles by providing them with licence plates enables continuous insight into the number of vehicles owned. Moreover, licencing makes it easier to identify the characteristics of crash-involved vehicles and, possibly, their drivers/riders.

As yet, LEVs do not have licence plates. An efficient way to gain insight into *user type* and *type of use* of vehicles without licence plate requirement is to carry out a questionnaire survey or conduct interviews. In that way, a large number of data can be collected at relatively low cost and in a short time. *Numbers* of vehicles without licence plate requirement are best determined on the basis of market data, such as sales and rental data and interest group data.

Incidents and (near) crashes (2)

Methods to gain insight into risk factors, on the basis of incidents and (near) crashes, are: questionnaire surveys, in-depth research, naturalistic driving (riding) studies, and observational studies. Each method has its own pros and cons concerning data reliability, data generalisability, speed of data collection and costs. So, which method is preferable, depends on the specific vehicle concept and the circumstances and conditions which the studies are subject to.

National crash registration (3)

For analysis of the number and type of crashes and the associated injury data on a national level, police and/or hospital data are needed. Adding a vehicle category to the police and hospital registration systems will take time. The need for this addition strongly depends on the number of users and/or the number and severity of the crashes. That is why shortly after the introduction of a new vehicle, knowledge cannot be developed by only analysing crash registration data.

General conclusions

Current knowledge and experience abroad results in the following main conclusions regarding LEV monitoring:

- To gain insight into the complex interaction between operator, vehicle and traffic environment, new LEVs should be monitored.
- Mere crash registration is not enough to develop knowledge about the road safety of LEVs.
- In order to properly monitor the number of vehicles and their characteristics, registration numbers are recommended.
- For new LEVs, temporary admission is preferable.

Inhoud

1 Inleiding 10
1.1 Doel rapport 10
1.1.1 Onderzoeksvragen 11
1.1.2 Wat verstaan we onder lichte elektrische voertuigen (LEV's)? 11
1.1.3 Scope 12
1.2 Bronnen 13
1.3 Leeswijzer 13

2 Kennisontwikkeling over de veiligheid van een nieuw voertuig 14
2.1 Voertuig 14
2.1.1 Technische systemen en materialen van het voertuig 14
2.1.2 Ergonomie van het voertuig 15
2.2 Plek op de weg 15
2.3 Bestuurder 15
2.4 Interactie tussen voertuig, bestuurder en omgeving 16
2.5 Gebruik van het voertuig: modal split en expositie 16
2.6 Conclusie 17

3 Hoe meet je verkeersveiligheid? 19
3.1 Ongevallen 19
3.2 Bijna-ongevallen 20
3.3 Gedrag 21
3.4 Gebruikers 21
3.5 Gebruik 21
3.6 Context 22
3.7 Conclusie 22

4 Onderdelen van monitoring 23
4.1 Inzichtelijk krijgen van het aantal voertuigen, het gebruik en de gebruikers 23
4.2 Analyse van incidenten en (bijna-)ongevallen 24
4.3 Opnemen in reguliere ongevallenregistratie 24
4.4 Conclusie 25

5 Onderzoeksmethoden 26
5.1 Verkoop- en verhuurcijfers en voertuigregistraties 26
5.2 Ongevallenanalyses 26
5.2.1 Ongevallenregistratie door de politie 27
5.2.2 Ongevallenregistratie door ziekenhuizen 28
5.2.3 Andere gegevensbronnen van ongevallen 28
5.2.4 Conclusie 28
5.3 Zelfrapportage 28

5.4 Diepteonderzoek 30
5.5 Naturalistic driving 30
5.6 Gedragsobservaties 31
5.7 Conclusie 31
5.7.1 Inzicht in aantallen voertuigen, gebruik en gebruikers 31
5.7.2 Inzicht in risicofactoren (gedrag, bijna-ongevallen, context) 31
5.7.3 Inzicht in aantal ongevallen 32

6 Ervaringen met monitoring van LEV's in het buitenland 34
6.1 Status LEV's 34
6.1.1 België 34
6.1.2 Duitsland 35
6.1.3 Denemarken 35
6.2 Worden LEV's gemonitord? 35
6.2.1 België 35
6.2.2 Duitsland 35
6.2.3 Denemarken 35
6.3 Wat wordt er hoe gemeten? 36
6.3.1 België 36
6.3.2 Duitsland 36
6.3.3 Denemarken 37
6.4 Bevindingen en leerpunten 37
6.4.1 België 37
6.4.2 Denemarken 38
6.4.3 Duitsland 39

7 Conclusies 40
7.1 Monitoring is noodzakelijk voor nieuwe inzichten in de verkeersveiligheid van LEV's 40
7.2 Alleen registreren van verkeersongevallen is niet voldoende 40
7.3 Kentekenen van LEV's is aan te bevelen 41
7.4 Toelating bij voorkeur tijdelijk 41

Literatuur 43

1 Inleiding

Ze zijn steeds vaker te zien in het straatbeeld: elektrische bakfietsen, elektrische steps, Segways, BSO-bussen (de vernieuwde BSO Stint) en andere zogeheten 'lichte elektrische voertuigen', ook wel LEV's genoemd. LEV's zijn populair in zowel privébezit als in deelconcept. [7]

In Nederland mogen alleen LEV's op de openbare weg rijden die door de minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) zijn aangewezen als 'bijzondere bromfiets'.[8] Dat betekent onder andere dat deze voertuigen, voertuigtypen en -merken technisch moeten zijn goedgekeurd door de RDW. Voertuigen die nog geen goedkeuring hebben (zoals de meeste elektrische steps), zijn in Nederland niet toegestaan op de openbare weg. Dit in tegenstelling tot veel andere Europese landen, waar deze voertuigen wel op de openbare weg mogen rijden.

Inmiddels heeft de minister van IenW besloten om de nationale voertuigcategorie 'bijzondere bromfietsen' te verbreden naar een voertuigcategorie LEV's. Om de verkeersveiligheid te waarborgen, is er behoefte aan eenduidige regelgeving voor toelating van LEV's. Daarom wordt in 2023 een nieuw toelatingskader voor lichte elektrische voertuigen ingevoerd: het LEV-kader (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022).

Binnen zowel de huidige als nieuwe regelgeving worden LEV's getoetst op (verkeers)veiligheid. Naast een technische RDW-keuring voert SWOV binnen het LEV-kader een risico-inventarisatie uit voor de verkeersveiligheidsrisico's van nieuwe voertuigconcepten.[9] Een risico-inventarisatie houdt in dat experts op basis van bestaande kennis een inschatting maken van eventuele verkeersveiligheidsrisico's (De Goede, Wijlhuizen & Mons, 2020a). Aangezien de bestaande kennis over de verkeersveiligheid van LEV's beperkt is, en omdat omstandigheden en gebruik van dit soort voertuigen zich snel ontwikkelen, is het van belang om de verkeersveiligheid van LEV's ook na de – bij voorkeur tijdelijke – introductie op de openbare weg te monitoren. Op basis van deze kennis kunnen regels ten aanzien van voertuig, gebruiker en omgeving worden aangepast om de eventuele inpassing van dit soort voertuigen in het (stedelijk) verkeerssysteem verkeersveiliger te maken en houden.

1.1 Doel rapport

Het doel van dit rapport is om een overzicht te geven van de verkeersveiligheidsaspecten van LEV's die voorafgaand aan de introductie op de openbare weg in Nederland onvoldoende goed kunnen worden ingeschat, maar die mogelijk wel kunnen worden gemeten op basis van monitoring na die (voorlopige) introductie. Daarnaast inventariseren we welke methoden het meest geschikt zijn voor monitoring/evaluatie en welke zaken van belang zijn bij de praktische uitvoering ervan.

7. In deelconcept betekent dat een voertuig tijdelijk kan worden gebruikt tegen betaling.
8. https://wetten.overheid.nl/BWBR0035848/2021-07-02
9. Een verzamelnaam voor voertuigen die grotendeels overeenkomen wat betreft ontwerp en rijeigenschappen, bijvoorbeeld 'de elektrische step' en 'het elektrische skateboard'.

We hanteren hier de volgende omschrijvingen van monitoring en verkeers(on)veiligheid:
Monitoring: het in een vast patroon verzamelen van verkeersveiligheidsgegevens over een type voertuig door voertuigen en/of bestuurders van dat type voertuig met instemming van de berijders/bestuurders actief te volgen/ondervragen en daarbij data te verzamelen over ongevallen, het rijgedrag, incidenten, voertuiggebruik en ervaringen van bestuurders (zie ook: https://www.toolboxbeleidsevaluaties.nl/onderzoeksmethoden). Monitoring beperkt zich in dit rapport tot het bestuderen van de verkeersveiligheid van een voertuig in de dagelijkse praktijk. Onder monitoring valt dus geen experimenteel onderzoek, waarbij bepaalde omstandigheden door de onderzoekers worden gecreëerd om verschillen tussen omstandigheden of maatregelen te kunnen onderzoeken.

Verkeers(on)veiligheid wordt bepaald door het *verkeersonveiligheidsrisico*: de kans, bij deelname aan het verkeer, op ongevallen waarbij lichamelijke letsel bij of overlijden van de bestuurder, passagier(s) en/of tegenpartij optreedt.

1.1.1 Onderzoeksvragen

De drie centrale onderzoeksvragen zijn:

1. Welke aspecten van verkeersveiligheid kunnen voorafgaand aan de introductie van een categorie LEV's wel en niet – onderbouwd door bestaande (expert)kennis – goed worden ingeschat om een uitspraak te kunnen doen over de verwachte veiligheid en risico's van LEV's in het verkeer?
2. Welke aspecten moeten aan de hand van monitoring na (tijdelijke) introductie op de openbare weg worden gemeten?
3. Welke meetmethoden zijn voor welk onderdeel van monitoring geschikt?

1.1.2 Wat verstaan we onder lichte elektrische voertuigen (LEV's)?

Beschrijvingen van wat onder een LEV wordt verstaan, lopen vaak sterk uiteen. Daarom is het belangrijk om te bepalen wat we in dit rapport met een LEV bedoelen. We gaan hierbij uit van de categorisering zoals die door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is voorgesteld (zie *Tabel 1*) voor het nog in te voeren toelatingskader voor lichte elektrische voertuigen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022).

Tabel 1. Voorstel categorisering LEV's in het nieuw in te voeren toelatingskader LEV's

Categorie	Max. constructiesnelheid	Toegestane maximale massa	Vermogen	Aantal personen
1a. **E-(bak)fiets met trapondersteuning** < 75 kg	≤ 25 km/uur	250 kg	< 250 Watt	1 bestuurder, max. 3 passagiers
1b. **Alle andere LEV's** dan 1a. < 55 kg	≤ 25 km /uur	140 kg	< 400 Watt	1 bestuurder
2a. **Goederenvervoer** (max. 270 kg of 425 kg bij 4 wielen)	≤ 25 km/uur	556 kg	< 1250 Watt	1 bestuurder
2b. **Personenvervoer** (max. 270 kg of 425 kg bij 4 wielen)	≤ 25 km/uur	556 kg	< 1250 Watt	1 bestuurder, max. 8 passagiers

Dit rapport heeft vooral betrekking op LEV's die in categorie 1b, 2a en 2b van het LEV-kader vallen (zie *Tabel 1*). Binnen de categorieën vallen twee groepen voertuigconcepten. Ten eerste betreft het nieuwe voertuigen die nog niet zijn toegestaan op de openbare weg, zoals de

elektrische step. Ten tweede gaat het om voertuigen die wel al op de openbare weg zijn toegelaten, maar waarover we wat betreft de verkeersveiligheid nog heel weinig weten, bijvoorbeeld de elektrische (cargo) bakfiets. Waar we in dit rapport van 'nieuwe voertuigen' spreken, bedoelen we beide soorten voertuigconcepten.

Elektrische fietsen vallen onder categorie 1a van het kader, maar maken niet expliciet deel uit van het in dit rapport beschreven aanbevelingen voor monitoring. De reden hiervoor is dat er al verschillende onderzoeken naar elektrische fietsen zijn gedaan en het onderzoek naar dit type vervoermiddel zich in een ander stadium bevindt: terwijl onderzoek naar voertuigen in categorie 1b, 2a en 2b exploratief van aard zal zijn, zal onderzoek naar de verkeersveiligheid van elektrische fietsen ook veelal gericht moeten zijn op het toetsen van oorzaken van (on)veiligheid en maatregelen (zie ook *Hoofdstuk 3*).

1.1.3 Scope

Monitoring heeft betrekking op het in een vast patroon verzamelen van gegevens die inzicht geven in de huidige stand van zaken met betrekking tot de veiligheid van een voertuig, dat wil zeggen: het gebruik van een voertuig, het aantal verkeersongevallen met een voertuig en mogelijke ongevals-risicofactoren. Monitoring heeft een signalerende functie: zijn er zaken met betrekking tot de verkeersveiligheid van een voertuig die extra aandacht vragen? En wat zou er verder onderzocht moeten worden?

Het monitoren van een voertuig is exploratief van aard en is geen toetsend onderzoek, dat wil zeggen onderzoek op basis waarvan bekeken wordt of bepaalde verwachtingen over verbanden tussen factoren juist zijn. Ook heeft monitoring geen betrekking op het evalueren van maatregelen (evaluatieonderzoek), waarbij er gekeken wordt of en hoe bepaalde maatregelen effect hebben op de verkeersveiligheid van een voertuig. Dat wil niet per se zeggen dat toetsend onderzoek en evaluatieonderzoek niet kunnen plaatsvinden op basis van de toegepaste methoden en het soort data die worden verzameld binnen monitoringsonderzoek. We beschouwen het in dit rapport echter niet als primair onderdeel van het monitoren van nieuwe LEV's. Deze typen onderzoek kunnen wel volgen en gebaseerd zijn op de bevindingen uit (de verschillende onderdelen, zie *Hoofdstuk 4*) van monitoring.

Algemeen uitgangspunt in dit rapport is de monitoring van de verkeersveiligheid van LEV's in 'de huidige vorm' van het voertuig. De 'huidige vorm' heeft betrekking op zowel de actuele technische eigenschappen van het voertuig als ook de op dat moment geldende gebruikersvoorwaarden en de geldende verkeersregels.

De conclusies die voor een voertuig worden getrokken aan de hand van de resultaten uit monitoring (is het huidige voertuig (on)voldoende veilig, is het (on)voldoende veilig voor bepaalde leeftijdsgroepen of onder bepaalde omstandigheden of tijdstippen), zijn afhankelijk van de criteria die vooraf worden gesteld aan de verkeersveiligheid van een voertuig. Deze criteria moeten op beleidsniveau worden vastgesteld en zijn geen onderdeel van de inhoudelijke beschrijving van de monitoring van LEV's in dit rapport.

Dit rapport is gericht op het monitoren van LEV's omdat dat er voor dit soort voertuigen in 2023 een nieuw toelatingskader gaat komen. Een mooie kans om de mogelijke rol en inhoud van monitoring binnen dat kader te definiëren. Echter, de bevindingen en aanbevelingen in dit rapport kunnen ook grotendeels betrekking hebben op andere nieuwe typen voertuigen.

1.2 Bronnen

De bevindingen en aanbevelingen in dit rapport zijn gebaseerd op de volgende bronnen:

1. Bestaande literatuur en rapporten.
2. Interviews met deskundigen op het gebied van monitoring van LEV's uit het buitenland (*Hoofdstuk 7)*.

1.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk (*Hoofdstuk 2*) wordt beschreven hoe de (verkeers)veiligheid van een voertuig kan worden bepaald en voor het evalueren van welke onderdelen van verkeersveiligheid monitoring noodzakelijk is. Vervolgens bespreken we in *Hoofdstuk 3* aan de hand van welke meetbare parameters je iets kunt zeggen over verkeersveiligheid (hoe meet je verkeersveiligheid?). In *Hoofdstuk 4*, worden de verschillende onderdelen van monitoring uiteengezet: wat zijn de doelen bij het monitoren van de verkeersveiligheid van een voertuig? In *Hoofdstuk 5* wordt een overzicht gegeven van mogelijke onderzoeksmethoden en wordt besproken welke onderzoeksmethoden zich het beste lenen voor de verschillende onderdelen van monitoringsonderzoek. In *Hoofdstuk 6* worden ervaringen met het monitoren van LEV's uit België, Duitsland en Denemarken beschreven. *Hoofdstuk 7* sluit dit rapport af met een korte conclusie en een overzicht van de belangrijkste aanbevelingen.

2 Kennisontwikkeling over de veiligheid van een nieuw voertuig

Wanneer een voertuig nog niet is toegelaten op de openbare weg, of als er nog geen verkeersveiligheidsgegevens over een voertuig beschikbaar zijn, is er nog weinig kennis over de effecten van dat voertuig op de verkeersveiligheid. Ook als in het buitenland al wel kennis beschikbaar is over een voertuig dat in Nederland nog niet is toegelaten (denk bijvoorbeeld aan de elektrische step), dan kan die kennis niet altijd direct vertaald worden naar de Nederlandse situatie. Om verkeersveiligheid te waarborgen en te verbeteren, is het dan ook noodzakelijk om kennis en inzichten te verzamelen over de huidige verkeers(on)veiligheid en ontwikkelingen daarin. Op basis daarvan kan er gericht beleid worden ontwikkeld om de verkeersveiligheid te verbeteren.

De verkeers(on)veiligheid van een voertuig wordt bepaald door verschillende onderdelen, die als volgt zijn te definiëren (De Goede, Wijlhuizen & Mons, 2020a):

1. eigenschappen van het voertuig;
2. de plek op de weg waar het voertuig gaat rijden;
3. eigenschappen van de bestuurder en eventuele passagiers;
4. de interactie tussen het voertuig (bestuurder) en omgeving (infrastructuur en andere weggebruikers);
5. gebruik (expositie): aantal gebruikers, type gebruikers, soort gebruik en afgelegde afstanden.

In dit hoofdstuk beschrijven we voor elk van de bovenstaande onderdelen of en hoe veiligheidsrisico's op voorhand redelijk goed kunnen worden ingeschat op basis van bestaande kennis (op basis van een technische keuring of een risico-inventarisatie) en voor welke onderdelen het noodzakelijk is het dagelijks gebruik van een voertuig in het verkeer te monitoren. Met een goede inschatting bedoelen we dat voldoende bestaande (expert)kennis beschikbaar is zodat er een goed beargumenteerde inschatting kan worden gevormd van de risico's (definitie en kwalitatieve ernst ervan) van een onderdeel van verkeersveiligheid. Een uitgebreide beschrijving van de verschillende onderdelen zoals hierboven genoemd en een methode voor een risico-inventarisatie zijn te vinden in De Goede, Wijlhuizen & Mons (2020a).

2.1 Voertuig

2.1.1 Technische systemen en materialen van het voertuig

Met de technische eigenschappen van het voertuig wordt het materiaal bedoeld waarvan het voertuig is gemaakt en de systemen waaruit een voertuig is opgebouwd. Kan het materiaal bijvoorbeeld het gewicht van de bestuurder en eventuele passagiers en bagage goed aan, zonder dat het scheurt, buigt et cetera? Hierbij is het van belang dat de materialen en systemen eigenschappen bezitten die goed aansluiten bij het voorziene gebruik en bij de kenmerken van de voorziene bestuurders en van de overige weggebruikers die moeten interacteren met het voertuig. Functioneren de remmen zodanig dat deze zorgen voor een vooraf vastgestelde minimale remvertraging? Zijn een bel of de lichten goed waarneembaar voor de gemiddelde weggebruiker? Zijn remmen met de voorgeschreven minimale handgrijpkracht in te drukken?

Dit soort eigenschappen kunnen voorafgaand aan toelating op de openbare weg worden getoetst door middel van een technische inspectie en eventuele testen op een afgesloten parcours door experts op het gebied van voertuigtechniek.

Bestaande kennis in het buitenland over een type voertuig of over een vergelijkbaar voertuig in combinatie met observeerbare eigenschappen van het voertuig, leidt veelal tot een voldoende betrouwbare inschatting. Voor de huidige categorie 'bijzondere bromfietsen', waarbinnen LEV's vooralsnog vallen, zijn de technische eisen waaraan deze categorie voertuigen moet voldoen beschreven in de *Beleidsregel aanwijzing bijzondere bromfietsen*.[10]

2.1.2 Ergonomie van het voertuig

Naast de deugdelijkheid van het materiaal moet de aansturing van een voertuig aansluiten op de verwachtingen en capaciteiten van de mens. Het voertuig moet begrijpelijk en zonder overmatige en/of ongezonde mentale en/of fysieke inspanning zijn aan te sturen door de beoogde bestuurders. De ergonomie van een voertuig bepaalt of een voertuig voldoende veilig is aan te sturen. Of een voertuig voldoet aan de criteria, hangt onder andere af van hoe de aansturing aansluit bij wat bestuurders gewend zijn: de overeenkomsten van het voertuig met algemeen bekende voertuigen, eerdere ervaringen van bestuurders, gebruik van algemeen gehanteerde symbolen en interfaces. Het is bijvoorbeeld onlogisch als een gashendel moet worden losgelaten om te remmen en moet worden ingedrukt om gas te geven, omdat dit bij de meest voertuigen andersom werkt (Davidse et al., 2018).

Mogelijke risico's op dit niveau kunnen worden geïnventariseerd door middel van inspectie van het voertuig door experts op het gebied van ergonomie van voertuigen, bij voorkeur met kennis van lichte gemotoriseerde voertuigen. Alleen in het geval dat er gebruik wordt gemaakt van zeer innovatieve besturingssystemen en bijbehorende mens-machine-interacties, waarvan daardoor vooraf lastig de effecten op gebruikers zijn in te schatten, is het van belang gebruikerstesten uit te voeren.

2.2 Plek op de weg

De beoogde plek op de weg, in combinatie met de eigenschappen van het voertuig, bepaalt onder andere of een voertuig kan worden gebruikt in het bestaande verkeerssysteem. Massa en snelheid van een voertuig bepalen of een voertuig veilig kan mengen met het overige verkeer op de beoogde plek. Een voertuig dat weinig bescherming biedt, is onvoldoende veilig op een plek waar voertuigen met een relatief grote massa en/of met een hoge snelheid rijden. Omgekeerd is een relatief zwaar voertuig of een voertuig met een hoge snelheid niet wenselijk op een locatie met langzame, onbeschermde weggebruikers (SWOV, 2019).

Dit onderdeel kan worden getoetst aan de hand van kennis van zowel de beoogde plek van het betreffende voertuig als de kenmerken van het voertuig.

2.3 Bestuurder

De veiligheid van een voertuig wordt niet alleen bepaald door de eigenschappen van het voertuig, maar ook door degene die het voertuig bestuurt. Welke vaardigheden en eigenschappen bezitten beoogde bestuurders? En hoe staan deze in relatie tot de vereiste vaardigheden voor een veilige besturing van het voertuig? Het ongevalsrisico van een bestuurder wordt in belangrijke mate bepaald door ervaring en leeftijd van bestuurders (Vlakveld, 2005).

10. https://wetten.overheid.nl/BWBR0035848/2019-05-02

Motorische vaardigheden alsook vaardigheden die te maken hebben met een veilige interactie met de verkeersomgeving, leer je onder andere door veel te oefenen in een veilige omgeving. De lichamelijke en geestelijke ontwikkeling stellen echter wel beperkingen aan wat iemand kan leren op een bepaalde leeftijd. In combinatie met de complexiteit van de aansturing van het voertuig en de snelheid van het voertuig kan worden ingeschat vanaf welke leeftijd en met welke gebruiks- en gebruikerseisen (bijvoorbeeld helm of rijbewijs) een voertuig veilig kan worden aangestuurd.

Dit onderdeel kan voor een deel worden getoetst op basis van informatie over of inspectie van het voertuig en bestaande kennis ten aanzien van cognitieve en motorische vaardigheden van verschillende gebruikersgroepen. Ook bestaande kennis over het gebruik van vergelijkbare voertuigen door verschillende gebruikersgroepen kan worden gebruikt voor een inschatting van de veiligheidsrisico's van een voertuig dat zal worden bestuurd door de beoogde gebruikers. Maar een veilig gebruik van een voertuig wordt niet alleen bepaald door de interactie tussen bestuurder en het voertuig. Voor een groot deel zullen de eigenschappen van een bestuurder die een veilig gebruik vereisen, worden bepaald door wat het gebruik in het verkeer, in interactie met andere weggebruikers en de infrastructuur vergt. Dat kan heel specifiek zijn voor een bepaalde verkeersomgeving (of een bepaald land) en is vooraf slecht in te schatten. Daarom is het nodig om te meten wat er gebeurt bij het daadwerkelijke gebruik van het voertuig in het verkeer, dat wil zeggen aan de hand van monitoring.

2.4 Interactie tussen voertuig, bestuurder en omgeving

Het voertuig, de bestuurder en de plek op de weg bepalen alle drie of een voertuig voldoende veilig kan worden gebruikt, dat wil zeggen met een (subjectief) aanvaardbaar risico op een incident. Deze componenten zijn afhankelijk van elkaar. De vereisten aan een bestuurder zijn onder andere afhankelijk van de eigenschappen van het voertuig en diezelfde eigenschappen bepalen ook of de beoogde plek op de weg voldoende veilig is. De verkeersveiligheid van een voertuig wordt in belangrijke mate bepaald door de complexe interactie tussen zowel voertuig, bestuurder als de omgeving: kan een bestuurder een voertuig voldoende veilig besturen op de betreffende infrastructuur, in interactie met overige aanwezige verkeersdeelnemers? En wat voor een effect heeft het gebruik van het voertuig op de rest van de verkeersomgeving? De aard en frequentie van de eventuele risico's die deze complexe interacties met zich meebrengen, is vooraf heel lastig in te schatten voor een specifieke verkeersomgeving (land) op basis van bestaande (expert-)kennis. In het bijzonder voor balansvoertuigen is vooral die interactie van belang: de complexe interactie tussen de bestuurder en het voertuig bepaalt hoe stabiel een voertuig is en hoe groot de kans is op instabiliteit door reacties op de verkeersomgeving, zoals het plotseling uitwijken voor een object of het rijden over een onregelmatigheid in het wegdek. Daarom is het, zeker bij nieuwe LEV's of LEV's waarover we nog weinig kennis hebben, van belang om door middel van monitoring inzicht te krijgen in interactie tussen bestuurder, voertuig en omgeving in de dagelijkse verkeersomgeving.

2.5 Gebruik van het voertuig: modal split en expositie

Als we iets willen zeggen over de effecten van een voertuig op de verkeersveiligheid, eventueel in vergelijking met andere voertuigen, is het van belang om naast de (on)veilige eigenschappen van het voertuig ook iets te weten over het gebruik van het voertuig:

1. Hoeveel wordt het voertuig gebruikt?
2. Waarvoor komt dat gebruik in de plaats?
3. Wie gebruiken het voertuig?

Welk effect een voertuig gaat hebben op de verkeersveiligheid, wordt bepaald door zowel de eigenschappen van dat voertuig en die van de berijder als door de mate waarin het voertuig wordt gebruikt. Daarnaast is het van belang te weten in welke mate het gebruik van het voertuig voor andere typen vervoer in de plaats komt. Het effect van de bijvoorbeeld de elektrische step (e-step) op de verkeersveiligheid in het algemeen is afhankelijk van de vraag of het gebruik ervan bijvoorbeeld vooral lopen of autoritten vervangt. In het eerste geval zou dat voor extra vervoersbewegingen en meer voertuigen op het fietspad zorgen, hetgeen zou kunnen leiden tot meer onveiligheid op het fietspad. Bovendien is het rijden op een e-step mogelijk onveiliger dan lopen. In het tweede geval wordt het ook drukker op het fietspad, maar een auto is door zijn massa en snelheid vele malen onveiliger voor andere weggebruikers dan een e-step. In het eerste geval wordt het verkeerssysteem dus mogelijk per saldo onveiliger, in het tweede geval mogelijk veiliger.

Effecten hangen ook af van de gebruikersgroepen. We weten bijvoorbeeld dat het grootste aantal fietsongevallen in Nederland onder ouderen valt. Als het aantal oudere fietsers toeneemt, zal het totaal aantal verkeersongevallen en daarmee de verkeersonveiligheid in Nederland ook toenemen.

Het toekomstig gebruik van nieuwe voertuigen is heel lastig in te schatten. Als we naar het buitenland kijken, zijn bijvoorbeeld e-steps enorm populair. Dit fenomeen kan echter niet klakkeloos worden vertaald naar de Nederlandse situatie. We hebben hier al de fiets voor korte afstanden. En ook de Nederlandse infrastructuur is uniek. Het gebruik van het voertuig en ontwikkelingen daarin zullen daarom altijd moeten worden meegenomen bij het monitoren van de verkeersveiligheid van een voertuig.

2.6 Conclusie

Als we kijken naar de verschillende onderdelen van een voertuig die de veiligheid van dat voertuig bepalen, dan kunnen we concluderen dat de veiligheid van het technisch ontwerp van het voertuig en de veiligheid van de boogde plek op de weg redelijk goed vooraf zijn in te schatten. Een inschatting over de technische veiligheid kan veelal worden gemaakt op basis van bestaande kennis over de materialen en systemen waaruit het voertuig bestaat. Dit wordt in de huidige en toekomstige toelatingsprocedure voor LEV's geregeld via een technische keuring door de RDW van voertuigen die binnen het LEV-kader vallen (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022).

In het geval van geheel nieuwe materialen of nieuwe technieken kan het wel nodig zijn empirisch onderzoek te verrichten voorafgaand aan een technische keuring, op basis waarvan de technische eisen voor de keuring eventueel worden aangepast.

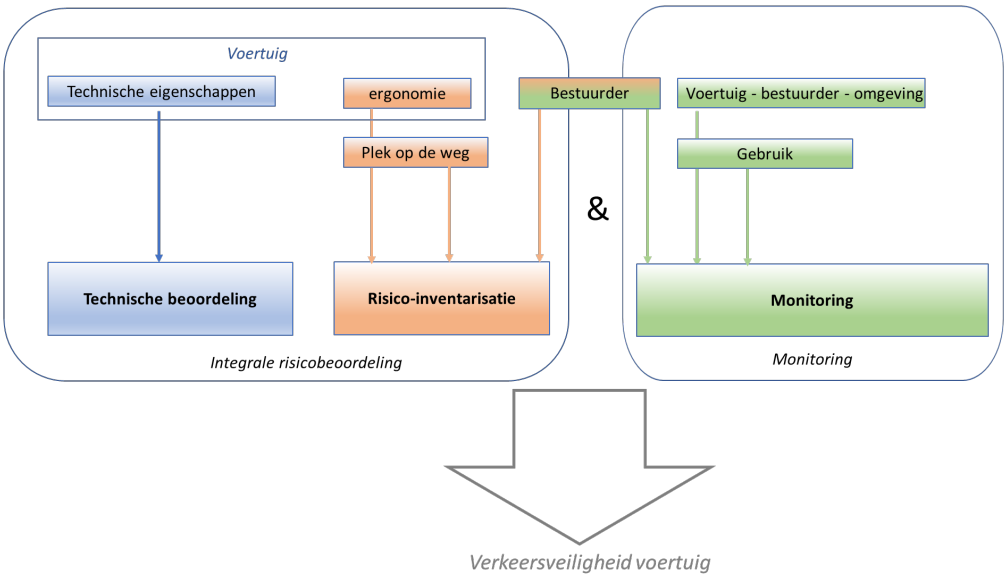
Op basis van de rijeigenschappen van een voertuig (zoals de maximum-constructiesnelheid en vetergang) en de mate van bescherming die een voertuig biedt, in combinatie met de kenmerken van de bestaande infrastructuur in Nederland, kunnen ook inschattingen worden gemaakt ten aanzien van de veiligheid van de beoogde plek of de meest veilige plek op de weg. Op voorhand kan voor voertuigen die overeenkomsten vertonen met bestaande voertuigen, ook veelal worden bepaald over welke fysieke en mentale eigenschappen de bestuurder moet beschikken om het voertuig te kunnen berijden en besturen zonder om te vallen of van een te volgen traject af te wijken. Het inventariseren van mogelijke risico's met betrekking tot de beoogde plek op de weg van een voertuig (in relatie tot massa en snelheid van het voertuig) en het besturen en aansturen van een voertuig (in relatie tot het voertuigontwerp), is in 2020 gedaan voor de BSO-bus (De Goede & Mons, 2021; De Goede, Wijlhuizen & Mons, 2020b) en in 2021 voor de elektrische step.

Voor het gebruik van het voertuig in het verkeer, in interactie met andere weggebruikers en de infrastructuur, is het veel lastiger op voorhand in te schatten wat dit vergt van een bestuurder. De verkeersveiligheid van een voertuig wordt voor een belangrijk deel bepaald door de interactie tussen de bestuurder, het voertuig en de verkeersomgeving enerzijds en het gebruik van het voertuig anderzijds. Omdat de effecten van deze complexe interactie en het gebruik van een voertuig lastig vooraf zijn in te schatten op basis van bestaande kennis, is het van belang om de verkeersveiligheid en het gebruik van een voertuig in het dagelijks verkeer te monitoren.

Bij het monitoren van een voertuig is het daarbij aan te bevelen extra aandacht te hebben voor eerder geïnventariseerde risico's die niet al zijn gemitigeerd. Niet alleen omdat deze aspecten extra aandacht verdienen gezien het aangemerkte risico voor de verkeersveiligheid, maar ook ter validatie van de risico-inventarisatie-methode. Inschattingen op basis van een risico-inventarisatie zijn subjectieve, kwalitatieve inschattingen. Ondanks dat deze inschattingen worden gemaakt door experts, op basis van bestaande kennis en ervaring, is het waardevol om geïnventariseerde risico's die niet zijn gemitigeerd te toetsen met empirische gegevens zodra het voertuig op de openbare weg rijdt.

In *Afbeelding 1* is een overzicht gegeven van de onderdelen van een voertuig die de verkeers(on)veiligheid bepalen en aan de hand van welke beoordelingsmethoden die (on)veiligheid kan worden bepaald.

Afbeelding 1. Onderdelen van en beoordelingsmethoden voor de verkeersveiligheid van een voertuig.



In het volgende hoofdstuk inventariseren we de verschillende maten voor verkeersveiligheid.

3 Hoe meet je verkeersveiligheid?

Het doel van het monitoren van de verkeersveiligheid van een voertuig is te bekijken hoe (on)veilig een voertuig is in de dagelijkse praktijk, en welke factoren er mogelijk voor zorgen dat een voertuig (on)veilig is. Het aantal ongevallen met een type voertuig en de letselgevolgen van die ongevallen, zijn de meest directe maten van de verkeers(on)veiligheid van dat type voertuig. Er is nog weinig bekend over de verkeers(on)veiligheid van LEV's in Nederland, ook van LEV's die al zijn toegestaan op de openbare weg, zoals elektrische (bak)fietsen. Een van de oorzaken hiervan is dat LEV's veelal niet als een aparte voertuigcategorie in ongevalsregistratiesystemen staan of als zodanig door de politie worden herkend.

Het aantal en de ernst van ongevallen zegt bovendien nog weinig over mogelijke oorzaken en risicofactoren van onveiligheid. Het is daarom van belang om naast het aantal ongevallen ook iets te weten over zowel de omstandigheden waarin een ongeval heeft plaatsgevonden als over de betrokken verkeersdeelnemers. Verkeersveiligheid kan en wordt bij voorkeur op meerdere manieren gemeten. Voordat we in het volgende hoofdstuk beschrijven uit welke onderdelen het monitoren van de verkeersveiligheid van een voertuig bestaat, bespreken we in dit hoofdstuk eerst de verschillende maten van verkeers(on)veiligheid.

3.1 Ongevallen

Veel verkeersveiligheidsstudies zijn gebaseerd op ongevallencijfers. Op basis van een analyse van die ongevallen wordt per voertuigcategorie inzicht verkregen in de locaties, typen weggebruikers en gedragingen die de kans op een ongeval vergroten. Het registreren en overzichten genereren van aantallen ongevallen is daarom de meest directe manier om de (on)veiligheid van een voertuig in kaart te brengen. Ondanks dat de registratie en analyse van ongevallen bruikbare en 'directe' informatie oplevert ten aanzien van de verkeersveiligheid, heeft deze methode ook een aantal nadelen (Polders & Brijs, 2018a):

- Ongevallen komen heel weinig voor. Ze zijn een zeldzame gebeurtenis terwijl het aantal verkeersbewegingen heel groot is. Ongevallen hebben te maken met willekeurige variatie, iets waarmee kleine aantallen over het algemeen gepaard gaan (Hauer, 1997) .
- Omdat ongevallen schaars zijn, vergt het heel wat tijd voordat je voldoende data hebt om betrouwbare uitspraken ten aanzien van de verkeersveiligheid te kunnen doen. Omdat dit veel tijd vergt, is het heel lastig een ontwikkeling in het aantal verkeersongevallen te koppelen aan een specifieke factor omdat andere factoren mogelijk ook zijn veranderd in de tussentijd (Laureshyn, 2010; OECD, 1998).
- Ongevallen zijn het gevolg van een dynamische interactie tussen factoren die zowel met het voertuig, de bestuurder als de omgeving te maken hebben. Deze complexe interacties zijn echter meestal niet uit ongevalsregistraties te halen. Registraties zijn veelal beperkt tot tijdstip, locatie, type verkeersdeelnemers, de ernst van de verwondingen en/of schade aan het voertuig en indien mogelijk eventueel een korte verklaring van de toedracht door slachtoffers en/of omstanders. Maar als we niet weten hoe ongevallen tot stand komen, is het heel lastig om iets over de oorzaken vast te stellen en preventieve maatregelen te ontwikkelen (Laureshyn, 2010; OECD, 1998).

- Zowel in Nederland als in het buitenland is er sprake van een onderregistratie van het aantal ongevallen, vooral wat betreft de ongevallen met kwetsbare verkeersdeelnemers en waarbij geen ander gemotoriseerd voertuig is betrokken (De Goede et al., 2020)
- Tot slot is het vaststellen van verkeersveiligheidsproblemen op basis van ongevallen een reactieve benadering: er moet een groot aantal ongevallen plaatsvinden voordat er op basis van die kennis maatregelen kunnen worden genomen (Archer, 2005). Ook in ethisch opzicht roept dit om methoden die sneller en informatiever zijn (Chin & Quek, 1997; Laureshyn, 2010).

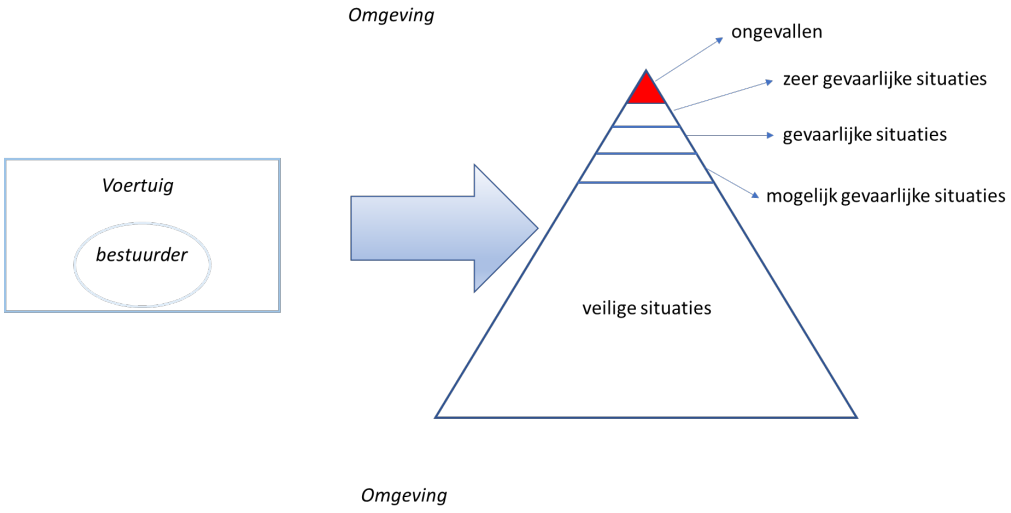
3.2 Bijna-ongevallen

Omdat ongevallen relatief schaars zijn, het lang duurt voordat je voldoende data hebt en ongevallenregistraties vaak weinig inzicht geven in ongevalsomstandigheden en -oorzaken, kan het interessant zijn om te kijken naar gevaarlijke interacties, ofwel bijna-ongevallen.
Een ongeval wordt altijd voorafgegaan door een aantal gebeurtenissen die op dat moment op die specifieke locatie tot een aanrijding of val leiden. De interacties tussen verschillende weggebruikers kunnen worden geplaatst op een continuüm van minder gevaarlijk naar gevaarlijke interacties, uiteindelijk resulterend in een ongeval.

Dit principe wordt vaak weergegeven door de welbekende veiligheidspiramide (Hydén, 1987). Deze piramide laat de relatie zien tussen normale interacties in het verkeer, interacties die een veiligheidsrisico opleveren en de meest zeldzame gebeurtenissen, namelijk ongevallen. De frequenties van de gebeurtenissen is omgekeerd evenredig aan de ernst van een gebeurtenis: de meest ernstige situaties (ongevallen) komen het minst vaak voor (*Afbeelding 2*). Gevaarlijke interacties (ook wel verkeersconflicten genoemd) waarbij sprake is van kleine marges in tijd en afstand tussen twee weggebruikers, hebben een grotere kans om te eindigen in een ongeval dan normale veilige interacties.

Deze gebeurtenissen en de omstandigheden waarin die gebeurtenissen plaatsvinden, kunnen ons dus ook iets vertellen over de verkeersveiligheid van een voertuig, locatie of berijder, zonder dat daar daadwerkelijke ongevallen voor nodig zijn. De meest gebruikte indicatoren om de ernst van een verkeersconflict te duiden, zijn Time-To-Colision (TTC), de Post-Encroachment-Time (PET) en deceleratie-gerelateerde factoren (Polders & Brijs, 2018a). Bij het bepalen van de ernst van een gevaarlijke situatie is het ook van belang te bekijken wat de ernst van het opgelopen letsel zou zijn als een ongeval niet voorkomen had kunnen worden. De ernst van een situatie wordt onder andere bepaald door de snelheid en de kwetsbaarheid van de betrokken deelnemers.

Afbeelding 2. Relatie tussen de bestuurder-voertuig-vekeersomgeving en de verkeersveiligheidspiramide (naar het voorbeeld van Laureshyn (Laureshyn, Svensson & Hyden, 2010).



Het uitgangspunt bij het observeren en registreren van risicovolle interacties (verkeersconflicten) is dat er veel overeenkomsten zijn tussen daadwerkelijke ongevallen en situaties waarin de kans op een ongeval groot was maar dit op het nippertje voorkomen kon worden. De vraag is hoe deze relatie tussen ongevallen en bijna-ongevallen er precies uitziet; in hoeverre zeggen het aantal en de aard van verkeersconflicten ook daadwerkelijk iets over het aantal en de aard van ongevallen? Validatiestudies zijn heel beperkt uitgevoerd voor conflict-observatiemethoden, zeker voor kwetsbare verkeersdeelnemers. Het is daarom niet mogelijk om geobserveerde verkeersconflicten direct te vertalen in een absoluut aantal te verwachten ongevallen. Een studie uitgevoerd in Bangladesh door Van der Horst (Van der Horst et al., 2017) op basis van de DOCTOR (Objective Conflict Technique for Operation and Research)-methode laat een positief verband zien tussen het aantal ernstige verkeersconflicten en het aantal ongevallen tussen fietsers en auto's. Ook uit een studie van Dozza (2019) bleek een positief verband tussen de plaats van de ongevallen in de geregistreerde fietsongevallen in Gothenburg en de plekken uit een naturalistic cycling- studie waar zich bijna-ongevallen voordeden.

Verkeersconflicten lijken dus enigszins een indicatie te kunnen geven voor een toename of afname in verkeersveiligheid, maar het is niet mogelijk om op basis van deze data een uitspraak te doen over een absoluut aantal te verwachten ongevallen.

Omdat bij dit soort studies ongevallen vaak aan de hand van cameraobservaties nauwkeurig worden geanalyseerd, geven verkeersconflictstudies, naast een indicatie van de (ontwikkeling in) verkeers(on)veiligheid, ook vaak inzichten in de factoren die bijdragen aan het ontstaan van een ongeval.

3.3 Gedrag

Gedragingen van weggebruikers bepalen voor een groot deel de verkeersveiligheid. Ongevallen en bijna-ongevallen geven misschien een inzicht in de mate van verkeersveiligheid, ze geven weinig tot geen inzicht in de onderliggende rijgedragingen die het risico op het ontstaan van verkeersonveilige situaties vergroten. Daarom is het altijd van belang om naast (bijna-)ongevallen ook inzicht te verkrijgen in specifieke gedragingen van berijders van een voertuig waarvan een verband met verkeers(on)veiligheid wordt verondersteld, bijvoorbeeld snelheid, de frequentie waarmee en wijze waarop men voorrang verleent, roodlichtnegatie, helmgebruik et cetera (SWOV, 2017).

3.4 Gebruikers

Specifieke onveilige gedragingen, ongevallen en gevolgen van een ongeval kunnen soms gerelateerd worden aan specifieke eigenschappen van gebruikers. We weten bijvoorbeeld dat ouderen relatief veel enkelvoudige ongevallen met de fiets hebben (Schepers et al., 2020). Dit is belangrijk om te weten, omdat je dan gerichter maatregelen kunt inzetten om oorzaken van onveiligheid tegen te gaan. Daarom is het van belang inzicht te hebben in de aantallen, eigenschappen (leeftijd, geslacht, ervaring) en toestand (al dan niet onder invloed van psychoactieve stoffen, afgeleid of niet, al dan niet vermoeid etc.) van gebruikers.

3.5 Gebruik

Het aantal ongevallen of het aantal verkeersconflicten zegt niet zoveel als je deze aantallen niet kunt relateren aan de mate van 'blootstelling' aan het voertuig of het aantal interacties met het voertuig, eventueel op een bepaalde locatie. Om een vergelijking tussen voertuigen te kunnen maken is het noodzakelijk om kennis te hebben over hoeveel, hoe vaak of over welke afstanden

de verschillende voertuigen worden gebruikt (SWOV, 2013). Voertuig A waarmee veel ongevallen gebeuren, kan relatief toch veiliger zijn (beschouwd voor de totale samenleving) dan voertuig B waarmee minder ongevallen gebeuren omdat er bijvoorbeeld veel meer exemplaren van vervoermiddel A zijn of omdat het veel meer wordt gebruikt. Voor vergelijkend onderzoek zul je dus altijd een expositiemaat (zoals aantal afgelegde kilometers, of aantal trips) moeten selecteren om je vervoermiddelen te kunnen vergelijken. In een meer experimentele setting kun je het gebruik van een voertuig ook vooraf vaststellen door bijvoorbeeld in een experiment groepen gebruikers vooraf te instrueren over een af te leggen traject of het gebruik van het voertuig.

3.6 Context

Behalve kenmerken van de gebruikers van een voertuig kan ook de fysieke verkeersomgeving bepaalde kenmerken hebben die bijdragen aan de kans op het ontstaan van een (bijna-)ongeval. Het is daarom waardevol om ook altijd de omstandigheden waaronder een bijna-ongeval plaatsvindt te registreren. Hierbij kan men denken aan de infrastructuur (type weg, afmetingen etc.) de verkeerssituatie (bijvoorbeeld is het een voorrangssituatie of niet, VRI aanwezig of niet etc.) en de weers- en zichtomstandigheden of het tijdstip van de dag.

3.7 Conclusie

Het aantal ongevallen is de meest directe indicator van verkeers(on)veiligheid. Alleen het registreren en inventariseren van verkeersongevallen biedt (op de korte termijn) onvoldoende handvatten om de verkeersveiligheid van een voertuig in kaart te brengen en te beïnvloeden. Bovendien kost de verzameling van dit soort gegevens veel tijd en past het niet bij een proactieve benadering. Het meten van bijna-ongevallen (verkeersconflicten), de verkeerscontext en verkeersgedragingen die gerelateerd zijn aan verkeersongevallen, biedt daarom op kortere termijn beter inzicht in onderliggende oorzaken van de verkeersveiligheid van een voertuig. Naast verkeersgedragingen is het ook van belang om inzicht te krijgen in het gebruik (frequentie en type trips) en de eigenschappen van gebruikers van een voertuig, aangezien deze factoren (indirect) gerelateerd kunnen zijn aan de verkeersveiligheid van een voertuig.

4 Onderdelen van monitoring

Bij het monitoren van het gebruik van voertuigen in het kader van verkeersveiligheid gaan we uit van twee doelen:

1. op vaste momenten signaleren van de verkeers(on)veiligheid van een voertuig;
2. het signaleren van mogelijke onderliggende factoren die het risico op eventuele verkeersonveiligheid vergroten.

Het kan bij monitoring om nieuwe voertuigen gaan, maar ook om al bestaande voertuigen die al langere tijd zijn toegelaten op de openbare weg. Bij bestaande voertuigen kan het soort gebruik van voertuigen veranderen over de tijd, zoals: kenmerken van gebruikers, frequentie van gebruik, reisdoelen, rijgedrag, en er kunnen nieuwe varianten van voertuigen op de markt komen. Dit soort veranderingen kunnen effect hebben op de verkeersveiligheid van een voertuig. Een bekend voorbeeld daarvan is de elektrische fiets die de laatste jaren in aantal sterk is toegenomen en die nu een veel grotere verscheidenheid aan typen en gebruikers kent dan circa tien jaar geleden.

Er worden drie vormen van monitoring onderscheiden die in combinatie met elkaar kunnen plaatsvinden en elkaar kunnen aanvullen.

1. *Analyses van de ontwikkeling van het aantal, het gebruik en gebruikers van het type voertuig*. Voor verkeersveiligheid zijn dit basisgegevens; de blootstelling (expositie) van weggebruikers aan dit voertuig.
2. *Analyses van incidenten en ongevallen op basis van een steekproef van weggebruikers/locaties.*
   Analyse van incidenten en ongevallen die zich voordoen, kan zicht geven op al dan niet voorziene onveilige kenmerken van het voertuig bij het gebruik in het verkeerssysteem. Op basis daarvan kunnen veiligheidsmaatregelen worden voorgesteld.
3. *Analyses van landelijke ongevallenregistraties* (CBS, BRON, LBZ) (SWOV, 2016).
   Op basis van een afweging van verschillende factoren kan worden besloten om een bepaald type voertuig te onderscheiden in de landelijke ongevallen/letselregistratiesystemen. Die factoren kunnen een combinatie zijn van bevindingen uit 1 en 2, namelijk een groeiend aantal gebruikers van een voertuigtype en/of incidenten en ongevallen.

Elk van de drie vormen wordt in de volgende paragrafen toegelicht.

4.1 Inzichtelijk krijgen van het aantal voertuigen, het gebruik en de gebruikers

Om het aantal ongevallen van verschillende groepen – zoals landen, vervoerswijzen of wegtypen – met elkaar te kunnen vergelijken, kunnen we het risico bepalen, dat wil zeggen het aantal slachtoffers per afgelegde afstand en/of aantal gebruikers. Ook het aantal ongevallen per inwoner (mortaliteit) of voertuig kan hiervoor worden gebruikt (SWOV, 2013). Bij nieuwe voertuigen, maar ook bij al langer bestaande voertuigen, is het daarom voor de impact op

verkeersveiligheid van belang dat er gesignaleerd wordt in welke mate toegelaten voertuigen aanwezig/beschikbaar zijn in het verkeerssysteem, en door wie ze worden gebruikt. In de loop van de tijd kunnen zich daarin ontwikkelingen voordoen die invloed kunnen hebben op de verkeersveiligheid. De opkomst van de elektrische fiets werd al als voorbeeld genoemd. Ook de elektrische bakfiets en de speed-pedelec zijn voorbeelden van relatief nieuwe voertuigen op de openbare weg.

De belangrijkste te monitoren ontwikkelingen zijn de volgende:
1. De verandering in het aantal voertuigen. Daarbij is op voorhand niet duidelijk hoe het tempo van die verandering is.
2. Het aantal gereden kilometers met het voertuig.
3. Regionale verschillen in de ontwikkeling (bijvoorbeeld: stedelijk, landelijk).
4. De diversiteit van gebruikers, bijvoorbeeld naar leeftijd, al dan niet verplicht rijopleiding.
5. Verschuiving in modaliteiten. Het nieuwe voertuig vervangt een eerder gebruikt voertuig.

Elk van deze ontwikkelingen kan invloed hebben op de verkeersveiligheid.

4.2 Analyse van incidenten en (bijna-)ongevallen

Als het aantal (nieuwe) voertuigen van een bepaald type nog beperkt is, dan zal het aantal ongevallen met die voertuigen in het algemeen ook beperkt zijn. Mede om die reden zullen ongevallen met betrokkenheid van deze voertuigen dan niet te onderscheiden zijn in landelijke registratiesystemen. Onveilige kenmerken van deze voertuigen die nadelige effecten hebben op het verkeerssysteem, worden daardoor niet vroegtijdig gesignaleerd. Aanvullende verkeersveiligheidsmaatregelen zijn van belang als het aantal voertuigen en het aantal ongevallen relatief groot zijn, of als er ongevallen plaatsvinden met ernstige afloop (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2019).

Door analyse van incidenten en (bijna-)-ongevallen kan vroegtijdig worden gesignaleerd welke kenmerken van voertuigen en hun gebruikers in de context van het verkeersysteem bijdragen aan verkeersonveiligheid (Davidse et al., 2017; Davidse et al., 2018). Om dat te kunnen doen, zal een tijdelijke en gerichte monitoring nodig zijn om tevoren vastgestelde incidenten en (bijna-)ongevallen te kunnen signaleren en te analyseren (Davidse, 2012).

4.3 Opnemen in reguliere ongevallenregistratie

In reguliere landelijke ongevallenregistratiesystemen (op basis van politie- en ziekenhuisgegevens) worden in het algemeen voertuigen in de standaard-categorieën onderscheiden die in grote aantallen voorkomen in het verkeerssysteem. Zo wordt het aantal ongevallen met motorfietsen en met bestelauto's bijvoorbeeld onderscheiden in de politieregistratie BRON (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederlanden) (zie ook *Hoofdstuk 5*). Voor vervoermiddelen die niet binnen de al definieerde types vallen, heeft de politie de mogelijkheid 'Anders, te weten…' in te vullen.

De monitoring via landelijke ongevallenregistraties op basis een van de gedefinieerde vervoermiddelen, is veelal pas aan de orde als het voertuig in enkele honderdduizenden exemplaren aanwezig is. Dat is voor nieuwe lichte elektrische voertuigen nog niet het geval. Als op basis van het kenteken aanvullende informatie opgevraagd kan worden bij de RDW over het specifieke soort voertuig en de kenmerken daarvan, dan kan op basis daarvan een verdere verfijning tot stand worden gebracht. Dit geldt dus voor drie typen LEV's (1b, 2a, 2b uit het LEV-kader in *Tabel 1*), maar niet voor de categorie 1a LEV, aangezien die geen kenteken heeft.

Monitoring op basis van landelijke registratiesystemen is niet alleen van belang voor voertuigen waarover we nog weinig kennis hebben; door ontwikkelingen in het gebruik van een voertuig binnen het gehele verkeerssysteem is het van belang om op deze manier ongevallen te blijven monitoren.

Bij een analyse op basis van politiegegevens moet bedacht worden dat BRON niet compleet is. Vooral ongevallen met ongemotoriseerde, onverzekerde voertuigen ontbreken. Dat zal vermoedelijk ook gelden voor type 1a-voertuigen in ongevallen zonder tegenpartij of onderling.

4.4 Conclusie

Met monitoring kunnen we inzicht krijgen in het gebruik van en het aantal en type incidenten/ongevallen met een voertuig. Veel voorkomende voertuigen zullen uiteindelijk worden opgenomen in landelijke ongevallenregistratiesystemen. Voor de meeste LEV's zal dat niet op korte termijn het geval zijn. Bovendien is alleen het analyseren van geregistreerde ongevallen niet voldoende om inzichten te ontwikkelen over het gebruik van een voertuig en over risicofactoren. Het ontwikkelen van inzichten in aantallen en het gebruik van een voertuig en analyses van incidenten en ongevallen in een steekproef van locaties of gebruikers van het voertuig, zijn de belangrijkste onderdelen van het monitoren van een nieuw voertuig. In het volgende hoofdstuk gaan we verder in op de hiervoor in te zetten onderzoeksmethoden.

5 Onderzoeksmethoden

Er zijn meerdere manieren denkbaar aan de hand waarvan de verkeers(on)veiligheid en de onderliggende oorzaken van die (on)veiligheid in kaart kunnen worden gebracht. Globaal kunnen de volgende methoden worden onderscheiden: ongevallenanalyse, zelfrapportage, diepteonderzoek, naturalistic driving-studies en gedragsobservaties. Elke methoden heeft specifieke kenmerken, zoals: het soort inzichten dat het oplevert, de betrouwbaarheid van de gegevens, de snelheid waarmee gegevens kunnen worden verzameld en de generaliseerbaarheid van de resultaten. In de volgende paragrafen bespreken we per methode de bijbehorende kenmerken en beargumenteren we in welke mate de betreffende methode geschikt is om de verkeersveiligheid van LEV's te monitoren en voor welk onderdeel van monitoring de betreffende methode geschikt is.

5.1 Verkoop- en verhuurcijfers en voertuigregistraties

De meest betrouwbare manier om zicht te krijgen en te houden op het aantal voertuigen is door middel van een kentekenplicht. Dat houdt in dat de eigenaar van het betreffende voertuig bij aanschaf verplicht is een kentekenplaat(je) aan te schaffen voor het voertuig waarbij het kenteken wordt geregistreerd in het landelijke kentekenregister (beheerd door de RDW). Het kenteken is gekoppeld aan het voertuig en het voertuig is geregistreerd op naam van de eigenaar. Daarbij worden dan ook relevante kenmerken opgeslagen van het voertuig en de eigenaar. Hiermee is gemakkelijk een overzicht te genereren van het aantal eigenaren van een bepaald type voertuig waarvoor een kentekenplicht geldt. Ook kunnen op basis van het kenteken aanvullende kenmerken van het voertuig worden opgevraagd.

Een iets minder betrouwbaar systeem is om verkoop- en/of verhuurcijfers te registreren. Dit gebeurt vaak via belangenverenigingen (bijvoorbeeld RAI Vereniging, BOVAG) en producenten en/of verhuurbedrijven. Bedrijven zijn echter niet verplicht hieraan deel te nemen en als ze wel deelnemen worden misschien niet alle verkopen altijd honderd procent juist registreert. Het is hiermee wel mogelijk om een inschatting te maken van aantallen van voertuigen zonder kentekenplicht.

Let wel, deze cijfers zeggen alleen iets over aantallen voertuigen die in bezit zijn of verhuurd worden. Ze zeggen weinig tot niets over het *gebruik* van een voertuig. Daarvoor kunnen cijfers van verhuurbedrijven heel informatief zijn. Verhuurbedrijven van bijvoorbeeld elektrische steps en scooters registreren vaak afstanden en routes van de gebruikers.

5.2 Ongevallenanalyses

In het voorgaande hoofdstuk is een aantal voor- en nadelen van het aantal ongevallen als maat voor verkeers(on)veiligheid besproken. Het aantal ongevallen levert de meest directe maat voor verkeers(on)veiligheid op. Aantallen ongevallen zijn ook van groot belang om (inter)nationale ontwikkelingen te volgen en te vergelijken. Maar het kost wel veel tijd voordat er voldoende

gegevens beschikbaar zijn en ook het (op een betrouwbare wijze) verzamelen van dit soort gegevens is geen sinecure.

5.2.1 Ongevallenregistratie door de politie

In Nederland worden verkeersongevallen geregistreerd door de politie en verwerkt tot het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON). Het bestand is voor dodelijke ongevallen voor ongeveer 90% compleet. Voor lichtere ongevallen waar bij geen motorvoertuigen betrokken zijn geweest is het bestand veel minder compleet (10%) (Houwing, 2017). Dit zijn bijvoorbeeld enkelvoudige fietsongevallen.

Of een ongeval wordt geregistreerd, hangt vaak af van de ernst van het ongeval en het type voertuig. In Nederland en ook in andere landen zijn voetgangers en fietsers bijvoorbeeld sterk onder-gerepresenteerd in ongevallenregistraties door de politie wanneer men deze registraties vergelijkt met ziekenhuisgegevens (Laureshyn, Svensson & Hyden, 2010; OECD, 1998).

Sinds 1996 wordt het aantal verkeersdoden vastgesteld door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), waarbij naast BRON van twee andere bronnen gebruik wordt gemaakt: gegevens van door een arts ingevulde doodsoorzaakformulieren en de dossiers van arrondissementsparketten over niet-natuurlijke doodsoorzaken (SWOV, 2022). SWOV maakt elk jaar een schatting van het aantal ernstig verkeersgewonden door de gegevens van BRON en het bestand Landelijke Basisregistratie Ziekenhuiszorg (LBZ) te koppelen (Houwing, 2017; SWOV, 2021). LEV's worden echter nog niet onderscheiden in de ongevallenregistratie. Alleen voor elektrische fietsen is een aparte code, maar de informatie over het type fiets is niet altijd voorhanden en dan worden deze bijvoorbeeld geregistreerd als 'fiets'.

Voertuigen worden pas als aparte categorie opgenomen in het ongevalsregistratiesysteem als er een substantieel aantal voertuigen van een dergelijk type rondrijdt. Als LEV's al als aparte voertuigcategorieën worden aangemerkt in de ongevallenregistratie, dan wil dit nog niet zeggen dat de registratie van ongevallen met LEV's goed en volledig plaatsvindt. Dit geldt met name voor de niet-gekentekende voertuigen. De herkenbaarheid van niet-gekentekende voertuigen in de ongevallenregistratie is niet altijd goed. Wanneer een dergelijke categorie wordt toegevoegd, zal het nog steeds enige tijd kosten voordat men eraan gewend is en zullen er foute coderingen worden gemaakt. Daarbij is de registratie van ongevallen door de politie 'afloopafhankelijk': hoe ernstiger het ongeval, hoe groter de kans dat een ongeval wordt geregistreerd. Dit is ook een belangrijke oorzaak van de onderregistratie van eenzijdige ongevallen (zonder botsing) met niet gekentekende voertuigen. Terwijl dit type ongevallen vaak voorkomt met (elektrische) fietsen (Houwing, 2017).

Ongevallenanalyses zijn vooral betekenisvol als de aantallen redelijk groot zijn. Dit hangt in eerste instantie samen met de hoeveelheid blootstelling (een vervoerswijze die bijna niet gebruikt wordt, zal ook weinig bij ongevallen voorkomen en vice versa) en in tweede instantie met het ongevalsrisico. Dit ongevalsrisico wordt beïnvloed door de omstandigheden waarin deze vervoerswijze aan het verkeer deelneemt (meer of minder veilige condities), het gedrag en rijervaring van de bestuurders, et cetera. Als een LEV wordt opgenomen als aparte categorie in de ongevallenregistratie, kan dit ondanks eerdergenoemde kanttekeningen bruikbare kennis opleveren, maar wel pas op langere termijn. Gegevens komen met ongeveer een jaar vertraging beschikbaar. Bovendien worden de omstandigheden waaronder een ongeval heeft plaatsgevonden, in de ongevallenregistraties vaak summier vermeld. Analyses van data op basis van ongevallenregistraties door de politie, zijn noodzakelijk en nuttig om ontwikkelingen in de veiligheid van een voertuig over de tijd en in vergelijking met andere voertuigen en andere landen te monitoren. Als het aantal exemplaren van een bepaald type voertuig beperkt is, dan zal het aantal ongevallen met dat voertuigentype beperkt zijn. Om die reden zullen trends in het aantal betrokken voertuigen dan geen significante ontwikkeling vertonen (ruis in kleine aantallen).

5.2.2 Ongevallenregistratie door ziekenhuizen

Een andere manier om inzicht te krijgen in het aantal slachtoffers ongevallen met LEV's, is het verzamelen van ziekenhuisgegevens: gegevens over hoeveel patiënten er worden behandeld en eventueel opgenomen na een ongeval met een LEV. In het buitenland is, bij gebrek aan (volledige) ongevalsregistratie door de politie, veel onderzoek op deze wijze gedaan naar de elektrische step (Badeau et al., 2019; Beck et al., 2020; Traynor et al., 2021). Bij een tijdelijk onderzoek naar LEV-verkeersslachtoffers worden in een beperkt aantal ziekenhuizen (vaak binnen een bepaalde regio) binnen een vooraf vastgestelde periode het aantal verkeersslachtoffers en de uitgebreide ongevalsomstandigheden en -oorzaken geregistreerd. Soms wordt daarbij ook een vergelijking gemaakt tussen verschillende vervoerswijzen. In Nederland worden aan de hand van het zogeheten Letsel Informatie Systeem (LIS) ontwikkelingen in ongevallen (waaronder verkeersongevallen) en letsels bijgehouden door het vastleggen van gegevens op de spoedeisende hulp (SEH-)afdelingen van ziekenhuizen. (Toet et al., 2019). De LIS-registratie bestaat uit een steekproef van ziekenhuizen met een SEH-afdeling die altijd open is (24/7). De gegevens uit dit bestand moeten dus gewogen worden om uitspraken te kunnen doen voor heel Nederland. Dat is sowieso altijd het geval als er gewerkt wordt met data van een selectie van ziekenhuizen.

Een andere Nederlandse database is de Landelijke Basisregistratie Ziekenhuiszorg (LBZ). De kern van dit bestand bestaat uit ontslaggegevens van patiënten die in een Nederlands ziekenhuis zijn opgenomen geweest. Deze registratie biedt informatie over de aard van het letsel (en de daaruit afgeleide letselernst) van verkeersslachtoffers. Ook de aard van het verkeersongeval en de vervoerswijze worden geregistreerd. Ziekenhuizen zijn niet verplicht om deze data aan te leveren, maar alle ziekenhuizen die zijn aangesloten bij een van de twee koepelorganisaties hebben zich hiertoe statutair verplicht (SWOV, 2016). Op dit moment is het in de codering niet mogelijk LEV's of specifieke soorten daarbinnen te registreren.

5.2.3 Andere gegevensbronnen van ongevallen

Tot slot kunnen er ook aanvullende ongevalsgegevens (zoals locatie van het ongeval) worden gehaald uit gegevens van ambulanceritten, nieuwsberichten en schadeformulieren van verzekeraars. Maar ook deze gegevens geven vaak beperkt inzicht in de achterliggende oorzaken van een ongeval, zoals vermoeidheid of afleiding.

5.2.4 Conclusie

Informatie uit landelijke ongevalsregistratiesystemen is van belang voor een goede monitoring van de verkeers(on)veiligheid van voertuigen. Op basis van deze gegevens kunnen ontwikkelingen in verkeersveiligheid in kaart worden gebracht en kunnen er (inter)nationale vergelijkingen worden gemaakt. Bovendien zijn ongevallen en daaruit voorkomende letsels de meest direct maat van verkeersonveiligheid. Echter, het registreren van ongevallen met nieuwe voertuigen (met name niet-gekentekende voertuigen) vindt pas plaats als voertuigen in groten getale voorkomen en worden gebruikt. Daarnaast is er vaak sprake van een onderregistratie voor ongevallen waarbij geen ernstig letsel is opgetreden.

Bovenstaande kenmerken maken ongevalsregistratie voor monitoring van de verkeersveiligheid van nieuwe voertuigen op de korte termijn (de eerste twee onderdelen van monitoring, zie *Hoofdstuk 4)* ongeschikt.

5.3 Zelfrapportage

Het zelf rapporteren van (bijna-)ongevallen en onveilige situaties door LEV-gebruikers kan veel gedetailleerde informatie opleveren over de veiligheid van een specifiek voertuig, in interactie met de gebruiker en de omgeving. Het voordeel van het rapporteren door gebruikers is dat

informatie uit eerste hand komt en dat er op een relatief goedkope manier in korte tijd veel informatie kan worden verzameld. Naast informatie over (bijna-)ongevallen kan op deze manier ook informatie over soort en hoeveelheid gebruik van een voertuig in kaart worden gebracht. Een nadeel van dit soort onderzoek is dat gegevens subjectief van aard zijn en beïnvloed kunnen worden door sociale wenselijkheid. Daarom is het van belang dat deelname aan dit soort onderzoeken anoniem is en dat deelnemers hiervan op de hoogte zijn. Het is ook belangrijk dat deelnemers vragen goed en eenduidig begrijpen. Heldere definities van gebruikte termen en eventueel een mondelinge toelichting bij de vragenlijsten kan dit begrip bevorderen. Bij dit soort onderzoek is er de afhankelijkheid van de bereidheid van LEV-gebruikers om deel te nemen. Daarnaast moeten de juiste kanalen gevonden worden om voldoende deelnemers te werven. Hierbij kan worden gedacht aan verkoop-/verhuurpunten, social media, fora etc. Met de tijd kan de bereidheid van deelnemers om deel te nemen ook afnemen. Daarom kan het van belang zijn om van tijd tot tijd contact te hebben met individuele deelnemers om eventuele vragen te beantwoorden en het belang van het onderzoek toe te lichten. Ook de mogelijkheid voor deelnemers om op eigen initiatief vragen te kunnen stellen, kan bijdragen aan een blijvende bereidheid tot deelname.

Zelfrapportage kan plaatsvinden door middel van één vragenlijst waarin de respondent gevraagd wordt alle (bijna-)ongevallen te beschrijven binnen een aangeduide periode. Een andere manier is om respondenten een periode te volgen en hen aan de hand van meerdere vragenlijsten verspreid over een bepaalde periode te vragen naar hun ervaringen. Indien praktisch mogelijk verdient deze laatste methode de voorkeur omdat over het algemeen ervaringen minder lang geleden zijn opgedaan, hetgeen zal bijdragen aan de betrouwbaarheid van de herinneringen aan die ervaringen.

Vragenlijsten/interviews kunnen ook op meerdere manieren worden afgenomen/ingevuld. In *Tabel 2* staat een overzicht van de verschillende methoden en bijbehorende kenmerken (Polders & Brijs, 2018b).

Tabel 2. Overzicht methoden en kenmerken zelfrapportage.

Methode	Kosten per deelnemer	Tijd die het kost per deelnemer	Geschikt aantal deelnemers
Papieren vragenlijst	Medium	Medium	Veel
Online vragenlijst	Laag	Weinig	Veel
Telefonisch interview	Hoog	Medium	Medium
Face-to-face interview	Hoog	Hoog	Weinig

Onderzoek op basis van zelfrapportage is noodzakelijk voor het verzamelen van gegevens over het gebruik van een voertuig (frequentie, afstand, soort ritten). Ook over interacties met andere weggebruikers, incidenten en ongevallen kan dit type onderzoek waardevolle informatie opleveren. Daarbij is het van belang dat een voldoende aantal respondenten deelneemt en dat deze groep representatief is voor het aantal en type gebruikers van het voertuig in Nederland.

5.4 Diepteonderzoek

Een andere manier om meer te weten te komen over factoren die een rol spelen bij het tot stand komen van ongevallen met een specifiek voertuig, is door diepteonderzoek naar ongevallen te doen (Davidse, 2012). Een diepte-ongevallenonderzoek houdt in dat een ongeval wordt bestudeerd door een team van experts kort nadat een ongeval heeft plaatsgevonden. Hiervoor worden afspraken gemaakt met politie en/of ambulancediensten, zodat het team een seintje krijgt als er een ongeval van het te bestuderen type heeft plaatsgevonden. Het kan gaan om ongevallen op specifieke locaties, tijdstippen, met specifieke bestuurders of voertuigen. Het expertteam inspecteert vervolgens de locatie van het te bestuderen ongeval, de betrokken voertuigen en personen. Deze informatie kan vervolgens worden gecombineerd met informatie van politie, ambulancedienst en ziekenhuizen. Zo kan vervolgens een vrij getailleerd beeld worden gevormd van de oorzaken van het ongeval. Door op deze manier meerdere ongevallen te bestuderen van een specifiek type ongeval, kan er meer kennis worden ontwikkeld over ongevalsoorzaken met bepaalde voertuigen, verkeersdeelnemers of op vooraf vastgestelde locaties, zoals op een bepaald wegtype. Voordeel van dit type onderzoek is dat er meer gedetailleerdere kennis wordt verzameld over een ongeval dan bij de reguliere ongevalsregistratie. Een ander voordeel ten opzichte van de ongevallenregistratie is dat er direct toegang tot de data is zodra er een ongeval heeft plaatsgevonden. Men is in dit type onderzoek echter afhankelijk van het optreden van ongevallen, wat ervoor zorgt dat de hoeveelheid data op korte termijn relatief klein is.

5.5 Naturalistic driving

Een andere manier om inzichten te ontwikkelen in het gebruik en de veiligheid van een voertuig, is om directe metingen te verrichten aan een voertuig. Er kan hierbij onderscheid gemaakt worden tussen twee typen metingen. Allereerst zijn er metingen die zijn bedoeld om het alledaagse rijgedrag in kaart te brengen. Dit soort studies worden ook wel naturalistic driving-studies genoemd. Er zijn ook studies waarin metingen aan een voertuig worden gedaan om het effect van een specifiek systeem op een voertuig in kaart te brengen: een zogenaamde field operational test. In dat laatste geval moeten voertuigen met en zonder het betreffende systeem of toepassing worden gevolgd om een zinvolle uitspraak te kunnen doen over eventuele effecten. We beperken ons hier tot de naturalistic driving-testen, omdat we bij het monitoren van de veiligheid van een voertuig geïnteresseerd zijn in het totale voertuig.

Het meten van het rijgedrag van een voertuig(-bestuurder) kan door middel van verschillende op het voertuig bevestigde sensoren die bijvoorbeeld snelheid, versnelling, gyroscopische beweging en GPS-positie kunnen meten. Ook kunnen camera's worden bevestigd om situaties visueel vanuit verschillende perspectieven te registeren. Zie bijvoorbeeld: Stelling et al. (2017). Op basis van metingen van het rijgedrag kunnen risicovolle situaties en (bijna-)ongevallen worden geïdentificeerd en kan de omvang van het risicogedrag worden vastgesteld (zie bijvoorbeeld: Vlakveld et al. (2021)). Een combinatie met camera's of interviews met de bestuurder/berijder is daarbij vaak essentieel om de context van een incident goed in kaart te kunnen brengen. Het is bij dit soort studies van groot belang om op basis van vooraf gedefinieerde onderzoeksvragen gehanteerde termen goed te operationaliseren. Een harde remming is bijvoorbeeld een indicatie van een risicovolle situatie. Maar de exacte waarde van de minimale vertraging die een harde remming indiceert, moet vooraf goed beargumenteerd worden vastgesteld.

Het meten van rijgedrag in combinatie met video-opnamen van de verkeersomgeving kan heel interessant zijn om iets te leren over de interactie tussen bestuurder-voertuig-omgeving in het alledaagse gebruik. Het instrumenteren van voertuigen en het uitlezen en opslaan van de data is echter arbeidsintensief en kostbaar. Bovendien kan het onderzoek voor de bestuurder van het voertuig invasief van aard zijn: er worden video-opnamen gemaakt en er worden toepassingen

aan het voertuig gemonteerd waardoor het voertuig een ander uiterlijk heeft. Daarnaast zal het uitlezen van de data soms handelingen van de bestuurder vereisen. Vanwege de vereiste arbeid en kosten van een dergelijke onderzoek zal het aantal deelnemers veelal beperkt zijn (niet meer dan vijftig deelnemers). Bovendien zal dit soort onderzoek vanwege de praktische haalbaarheid veelal in een beperkt gebied plaatsvinden. Dit type onderzoek kan veel informatie opleveren over het algemene rijgedrag. Ook is dit soort onderzoek zeer geschikt voor effectstudies met een binnen-proefpersoon-design. Dat wil zeggen, om het effect te onderzoeken van een maatregel op het rijgedrag van een bestuurder. Als je bijvoorbeeld wilt weten of het dragen van een helm effect heeft op de snelheid waarmee iemand rijdt, zou je metingen kunnen doen van de gereden snelheid binnen afwisselende periodes wanneer de bestuurder een helm draagt en wanneer de bestuurder geen helm draagt. De generaliseerbaarheid van bevindingen op basis van naturalistic driving-onderzoek in relatie tot algemene ongevalsrisicofactoren, zal echter meestal beperkt zijn.

5.6 Gedragsobservaties

Een andere methode om interacties tussen weggebruikers en de verkeersomgeving te onderzoeken, is het uitvoeren van gedragsobservaties (Polders & Brijs, 2018b). Dit betekent dat het gedrag van weggebruikers wordt geobserveerd op één of meerdere vaste locaties. Observaties kunnen worden uitgevoerd door menselijke observatoren of aan de hand van camera's. In dit type onderzoek wordt gedrag veelal geobserveerd aan de hand van variabelen die goed kunnen worden waargenomen (type interactie, oversteekacties, kijkgedrag, roodlichtnegatie etc.).

Gedragsobservaties kunnen ook specifiek gericht zijn op het waarnemen en analyseren van verkeersconflicten en (bijna-)ongevallen. Evenals bij naturalistic driving-onderzoek is het van groot belang dat te observeren gedragingen beargumenteerd, gespecificeerd en geoperationaliseerd worden om de vergelijkbaarheid tussen gegevens te verbeteren en een overload aan gegevens te voorkomen. Gedragsobservaties kunnen waardevolle kennis opleveren over hoe interacties kunnen uitmonden in risicovolle situaties en hoe weggebruikers en de verkeersomgeving hierop van invloed kunnen zijn. Een nadeel van dit type onderzoek is dat resultaten lastig zijn te generaliseren omdat het onderzoek zicht beperkt tot een of enkele locaties. Juist bij het monitoren van bepaalde typen voertuigen is het van belang om resultaten te kunnen generaliseren naar verschillende omgevingen. Wanneer men geïnteresseerd is naar gedragingen van weggebruikers in specifieke infrastructurele omgevingen, kunnen observaties op geselecteerde locaties veel nuttige informatie opleveren.

5.7 Conclusie

5.7.1 Inzicht in aantallen voertuigen, gebruik en gebruikers

De meest betrouwbare manier om zicht te krijgen en te houden op het aantal voertuigen is door middel van een kentekenplicht. *Aantallen* voor voertuigen zonder kentekenplicht zijn het beste te bepalen op basis van marktgegevens, zoals verkoop- en verhuurgegevens en gegevens van belangenverenigingen. Een efficiënte manier om inzichten re verzamelen in het type *gebruikers* en het soort *gebruik* van voertuigen zonder kentekenplicht, is een vragenlijstonderzoek of interviews uit te voeren. Hiermee kunnen op een relatief goedkope manier veel gegevens worden verzameld binnen een korte tijd.

5.7.2 Inzicht in risicofactoren (gedrag, bijna-ongevallen, context)

Bij een diepte-ongevallenonderzoek kunnen gegevens worden bestuurd kort nadat het ongeval is gebeurd. Daardoor geeft dit soort onderzoek de gelegenheid diepgaand onderzoek te doen naar de omstandigheden en kenmerken van het ongeval en betrokken personen. Deze methode is

daarom goed in te zetten voor het monitoren van LEV's. Het nadeel van dit type onderzoek is dat het aantal data op korte termijn relatief klein is en meestal beperkt blijft tot een bepaalde regio.

Andere manieren om meer inzicht in risicofactoren te krijgen, zijn naturalistic driving-studies en observatiestudies. Naturalistic driving-studies kunnen vooral inzichten opleveren in het algemene rijgedrag van de geselecteerde bestuurders en in risicofactoren voor incidenten en bijna-ongevallen in verschillende verkeersomgevingen. Naturalistic driving-studies geven ook een beeld van hoe vaak bepaald risicogedrag voorkomt. Observatie-studies leveren vooral kennis op over risicofactoren voor incidenten in de geselecteerde verkeersomgevingen tussen veel verschillende verkeersdeelnemers, afhankelijk van welke locatie je kiest voor de observaties. Bij observatiestudies is het niet mogelijk om meer algemene (rij)gedragingen (onafhankelijk van de specifieke situatie) te bestuderen. Of persoonlijke kenmerken zoals leeftijd en geslacht zijn vast te stellen, hangt af van de kwaliteit van de videobeelden en wat er geoorloofd is voor het betreffende onderzoek binnen de privacywetgeving.

Op basis van beide methoden kan een inschatting worden gemaakt van de aantallen ongevallen op nationaal niveau en kunnen inzichten in het ontstaan van bijna-ongevallen/conflicten worden ontwikkeld. Welke methoden meer voor de hand ligt bij het monitoren van de verkeersveiligheid van een voertuig, hangt af van de omstandigheden. Als je bijvoorbeeld onderzoek wil uitvoeren naar bakfietsen ligt een observatiestudie voor de hand omdat deze op veel locaties in grote steden rondrijden. Het selecteren van een tiental locaties zal een redelijke representativiteit van de gegevens opleveren voor alle Nederlandse steden en een groot aantal kritische situaties opleveren. Voor een voertuig dat veel minder voorkomt (zoals de Segway), zal een naturalistic driving-studie meer interessante gegevens opleveren. Beide methoden zijn kostbaar doordat ze arbeidsintensief zijn en veel technisch materiaal vergen. Een manier om binnen kortere tijd op een goedkopere manier veel gegevens te verzamelen over incidenten, rijgedrag en persoonlijke kenmerken, is door vragenlijstonderzoeken of interviews onder voertuiggebruikers uit te voeren. Een nadeel van dit soort onderzoek is dat de gegevens minder betrouwbaar zijn. Daarnaast is minder goed vast te stellen binnen welke context (omgevingskenmerken, gedragingen van andere weggebruikers etc.) een gerapporteerd incident of ongeval heeft plaatsgevonden.

Voor een eerste indruk van bepaalde risicofactoren is zelfrapportage een goede methode. Voor een meer objectieve en betrouwbare monitoring is een observatiestudie of naturalistic driving-studie beter geschikt.

5.7.3 Inzicht in aantal ongevallen

Voor de meest directe maat van verkeersongveiligheid op nationaal niveau, namelijk het aantal en type ongevallen en bijbehorend letsel, zijn ongevallenanalyses op basis van geregistreerde ongevallen door de politie en/of ziekenhuizen noodzakelijk. Het toevoegen van een voertuigcategorie aan deze registratiesystemen kost tijd en de noodzaak daartoe is sterk afhankelijk van het aantal gebruikers en/of het aantal en de ernst van ongevallen die plaatsvinden. Inzicht in aantallen gebruikers en ongevallen wordt bemoeilijkt doordat er aanvankelijk geen gegevens zijn. Deze zullen dus toch beschikbaar moeten komen doordat sommige ongevallen toch zijn geregistreerd in deze systemen (door middel van beschrijvingen van een betrokken voertuig) of door middel van andere methoden (zie *Paragraaf 5.7.2)*.

Tabel 3 geeft een overzicht van de hierboven besproken kwalitatieve beoordelingen van de auteurs van dit rapport voor elke onderzoeksmethode.

Tabel 3. Overzicht kwalitatieve beoordelingen per onderzoeksmethoden. 1 = niet zo goed (rood), 2 = goed (oranje) en 3 = heel erg goed (groen) (op basis van de beschrijvingen in dit rapport). EG = ernstig gewonden; LG = licht gewonden.

	Inzicht in aantal ongevallen (doden en EG)	*Inzicht in aantal ongevallen (LG)*	*Inzicht in risicofactoren (bijna-) ongevallen*	*Betrouwbaarheid gegevens*	*Snelle beschikking over resultaten*	*Generaliseerbaarheid*[11]	*Inzicht in aantallen, gebruik en/of gebruikers*	*Kosten*[12]
Verkoopcijfers	*	*	*	**	***	***	***	***
Voertuigregistratie	*	*	*	***	***	***	***	***
Ongevallenregistratie	***	*	*	**	*	***	*	**
Zelfrapportage	**	**	**	**	***	***	***	**
Ongevallendieptestudie	**	*	***	***	*	**	*	*
Naturalistic driving-studie	*	**	***	***	**	**	**	*
Gedragsobservaties	*	**	***	***	**	**	**	*

11. Uitgangspunt hierbij is dat, indien mogelijk, sprake is van een voldoende grote en representatieve steekproef.
12. Inschatting van de kosten voor de partij die het onderzoek uitvoert (dit kan een andere partij zijn dan degene die de data verzamelt en registreert).

6 Ervaringen met monitoring van LEV's in het buitenland

Om eventueel te kunnen leren van buitenlandse ervaringen met monitoring van LEV's, is voor dit onderzoek gesproken met experts op dat gebied uit België, Denemarken en Duitsland. Deze landen zijn geselecteerd omdat hier het verkeerssysteem en het gebruik van de fiets enigszins vergelijkbaar is met Nederland.

De volgende personen zijn geïnterviewd:

- *Freya Slootmans*, onderzoeker bij onderzoeksinstituut Vias in België. Datum mondeling interview, Teams: 6 juli 2021.
- *Max Bierbach*, onderzoeker bij BASt (Federal Highway Research Institute) in Duitsland. Department of Active Vehicle Safety and Driver Assistance Systems. Datum schriftelijk interview, e-mail: 15 juni 2021.
- *Harry Lahrman*, associate professor op de universiteit van Alborg, Denemarken. Faculty of Engineering and Science, Traffic Research Group. Datum mondeling interview, Teams: 7 september 2021.

De interviews zijn op semi-gestructureerde wijze afgenomen. Hieronder is de meest relevante informatie uit de interviews in combinatie met informatie uit relevante bronnen in relatie tot (het monitoren van) LEV's samengevat.

Het gaat in dit hoofdstuk overigens hoofdzakelijk over de elektrische steps dit voertuig is in de betreffende landen de LEV die het meest in opkomst is en waarvan de monitoring daarom als meest urgent wordt beschouwd.

Omdat er veel tijd tussen de interviews (juni-sept 2021) en de publicatie van dit rapport (november 2022) zit, is op 25 mei 2022 per e-mail naar eventuele updates en/of aanvullingen gevraagd. Indien van toepassing is deze informatie toegevoegd.

6.1 Status LEV's

6.1.1 België

LEV's zoals elektrische skateboards, monowheels en Segways vallen in België onder de categorie gemotoriseerde 'voortbewegingstoestellen'. Elektrische steps zonder zadel worden aangemerkt als 'gemotoriseerd voortbewegingstoestel'. Sinds 1 juli 2022 wordt de bestuurder van een elektrische step in België gezien als een fietser, ongeacht de snelheid. Het is vanaf dan niet toegestaan voor personen jonger dan 16 jaar om op een elektrische step te rijden. De gebruikers van voortbewegingstoestellen (LEV's) waarmee niet sneller dan 6 km/uur wordt gereden, worden nu nog gelijkgesteld met voetgangers en mogen dus op het trottoir rijden. De voortbewegingstoestellen waarmee sneller dan 6 km/uur wordt gereden, worden gelijkgesteld met fietsers. Vanaf 2022 is het in België echter verboden om met een elektrische step op het trottoir te rijden, ook met lage snelheden. De maximale breedte van dit soort voertuigen is 1 meter. De maximale snelheid is 25 km/uur en er geldt geen helmplicht. Er geldt in België geen

wettelijke minimumleeftijd voor het berijden van een voortbewegingstoestel. Voor LEV's is een CE-markering (CE = Conformité Européen: vrij vertaald in overeenstemming met de Europese wetgeving) op het toestel verplicht, waarmee de fabrikant aangeeft dat het voertuig voldoet aan alle wettelijke eisen. Elektrische (bak)fietsen zijn gelijkgesteld aan fietsers.[13]

6.1.2 Duitsland

Sinds Juni 2019 is in Duitsland een nieuwe verordening ingesteld die de toelating en regels rondom LEV's regelt: 'Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung – eKFV'. LEV's moeten zijn uitgerust met verlichting en remmen (twee gescheiden remsystemen voor en achter) en een geldige bedrijfsvergunning (een zogenaamde Allgemeine Betriebserlaubnis (ABE)) van de Duitse RDW (Kraftfahrtbundesamt) hebben. Onder deze verordening vallen elektrische steps en Segways. Hoverboards, elektrische skateboards en monowheels vallen niet onder deze verordening en zijn niet toegestaan op de openbare weg. Elektrische (bak)fietsen vallen ook niet onder deze verordening maar worden als fietsen beschouwd. Voor het gebruik van LEV's gelden de volgende regels: maximumsnelheid van 20 km/uur, minimumleeftijd van 14 jaar, verplichte CE-markering, maximumgewicht van het voertuig is 25 kg (Smit et al., 2020)

6.1.3 Denemarken

Vanaf 2019 is er voor elektrische steps, elektrische skateboards en zelf-balancerende voertuigen zoals monowheels in Denemarken een tijdelijke toelating van kracht. Voor het gebruik van deze voertuigen gelden de volgende regels: maximumsnelheid van 20 km/uur, minimumleeftijd van 15 jaar, verplichte CE-markering, maximumgewicht van het voertuig is 25 kg. Je mag met al deze voertuigen niet op het trottoir rijden. Er geldt op dit moment geen helmplicht maar het plan is om die vanaf volgend jaar in te voeren. De tijdelijke toelatingen wordt beschouwd als een proefproject. De proefprojecten worden jaarlijks geëvalueerd door de Deense Vervoersautoriteit in samenwerking met relevante autoriteiten, zodat ontwikkelingen in gebruik en verkeersveiligheid van deze voertuigen kunnen worden gevolgd. Op basis van de bevindingen kunnen gebruiks- en gebruikerseisen worden aangepast en kunnen in het uiterste geval voertuigen alsnog worden verboden. Vooralsnog is niet bekend wat de einddatum van deze tijdelijke toelating is (Sørensen et al., 2020).

6.2 Worden LEV's gemonitord?

6.2.1 België

Naast registratie van ongevallen door de politie is er vanuit de Belgische overheid geen officieel monitoringsprogramma. Onderzoeken die lopen zijn ten behoeve van kennisontwikkeling gesitueerd binnen Vias. Deze onderzoeken zijn wel in opdracht van de overheid maar maken geen deel uit van een standaardprogramma.

6.2.2 Duitsland

BASt voert een onderzoeksproject uit met als doel LEV's in Duitsland te monitoren. In juni 2019 is de nationale regelgeving voor LEV's van kracht geworden en deze moet na 2022 zijn geëvalueerd. Het gaat hierbij om zowel LEV's die onder de Duitse LEV-regelgeving vallen (voornamelijk elektrische steps en zelf-balancerende voertuigen) als om 'illegale' LEV's, zoals elektrische skateboards, hoverboards en elektrische eenwielers.

6.2.3 Denemarken

Elk jaar vinden er in Denemarken evaluaties plaats binnen de lopende pilots van elektrische steps, elektrische skateboards en zelf-balancerende voertuigen. De evaluaties hebben hun

13. https://iiw.kuleuven.be/apps/lev/Presentatie_LEV_een_stille_revolutie.pdf

beperkingen wat betreft omvang en inhoud omdat de beschikbare financiële middelen hiervoor vanuit de overheid beperkt zijn. Onderzoek heeft betrekking op speed-pedelecs en LEV's, maar vooral op e-steps omdat het gebruik hiervan explosief is toegenomen. Op basis van de evaluaties kan de regelgeving voor genoemde voertuigen worden aangepast. Per januari 2022 is er bijvoorbeeld een helmplicht voor lichte elektrische voertuigen van kracht geworden.

6.3 Wat wordt er hoe gemeten?

6.3.1 België

Tot nu toe is het belangrijkste onderdeel van monitoring in België de *politieregistratie*. In de databank van de politieregistratie zijn er codes voor e-bikes, speed-pedelecs, e-steps en elektrische rolstoelen. Er zijn echter pas data op basis van deze nieuwe codes sinds 2019 (Vias, 2022).

Er zijn twee *surveys* uitgevoerd naar het gebruik van elektrische steps. Een daarvan is gedaan onder Brusselse e-stepgebruikers door Brussels Mobility (Lefrancq, 2019). In dit onderzoek is gekeken naar de profielen van gebruikers van e-steps. Vias heeft daarnaast een survey uitgevoerd onder gebruikers en niet-gebruikers van een e-step (Slootmans & Schinckus, 2021) waarin eveneens gekeken is naar kenmerken van gebruikers en niet-gebruikers, en daarnaast ook naar risico-gedragingen en het soort gebruik (afstanden, tijdstippen etc.) van het voertuig door berijders van een elektrische step.

Vias voert ook onderzoek uit naar ongevalsoorzaken en -patronen met e-steps, e-bikes en speed-pedelecs aan de hand van *politiedossiers*. Dit zijn rapportages die de politie opstelt over een ongeval. In combinatie met de surveyonderzoeken (die inzicht geven in de gebruikers van de e-step) moet dit informatie geven over op welke personen eventuele maatregelen moeten worden gericht. Zijn het vooral jonge mensen, werken ze in een bepaalde regio et cetera?

Er loopt ook een *ziekenhuisstudie* naar ongevallen met LEV's. Een eerste verkennende ziekenhuisstudie naar ongevallen met elektrische steps is beschreven in een rapport van Wrzesinka et al. (2019)Voor deze studie zijn slachtoffers van een ongeval met een elektrische step kort geïnterviewd over de ongevalsomstandigheden, het type letsel, helmgebruik, persoonlijke kenmerken van het slachtoffer en eventuele intoxicatie.

Zie voor meer informatie ook de briefing *Elektrische steps & verkeersveiligheid* door Vias (2022).

6.3.2 Duitsland

Het onderzoeksproject in Duitsland heeft de volgende doelen:

- op basis van empirisch onderzoek inzichten ontwikkelen ten aanzien van de te verwachten effecten van LEV's op het verkeerssysteem (inclusief verkeersveiligheid);
- het monitoren van ongevallenstatistieken in relatie tot LEV's;
- het evalueren van de nationale wetgeving met betrekking tot LEV's.

Hierbij wordt gebruikgemaakt van de volgende methoden: *literatuurstudie*, *marktonderzoek*, *data van LEV-deelsystemen*, gedragsonderzoek op basis van *online vragenlijsten*, *observatiestudies* in twee steden, nationale *ongevallenregistraties*, *ongevallendieptestudies* en *ziekenhuisstudies*.

Aan de hand van bovenstaande methoden wordt informatie verzameld op verschillende niveaus van verkeersveiligheid: technische veiligheid, gebruikersgedrag, impact op gebruikers en andere weggebruikers, ongevallen en persoonlijke beschermingsmiddelen. Het is de bedoeling dat binnen het project alle mogelijke informatie wordt verzameld in relatie tot het legale en illegale

gebruik van LEV's in het verkeer. De verzamelde gegevens moet inzichten gaan geven in: het aandeel privégebruikers en gebruikers van deelsystemen, redenen waarom iemand een LEV (in plaats van een ander vervoermiddel) gebruikt, het gebruik van de infrastructuur, conflictsituaties met andere weggebruikers, ongevallen en biomechanische aspecten.

Het uiteindelijke doel van deze uitgebreide monitoring van LEV's in Duitsland is om op basis van de bevindingen tot voorstellen te komen voor eventuele wijzigingen van de op dit moment geldende wet- en regelgeving. Hierbij kan worden gedacht aan aanbevelingen in relatie tot beschermingsmiddelen, beperkingen tot bepaalde gebruikersgroepen of strengere technische eisen.

6.3.3 Denemarken

Monitoring van de verkeersveiligheid van elektrische steps, elektrische skateboards en zelf-balancerende voertuigen (zoals elektrische monowheels en hoverboards) wordt gedaan op basis van: *ongevalsanalyses (op basis van politie- en ziekenhuisgegevens), registratie van gebruik en distributie*, *zelfrapportage* van (bijna-)ongevallen en attitudes, *observatieonderzoek* naar kenmerken en gebruik van LEV-berijders. Het onderzoek is vooral gericht op elektrische steps omdat dit type LEV veruit het meeste voorkomt op de openbare weg in Denemarken.

Elk jaar wordt er verslag gedaan van alle bevindingen, zie bijvoorbeeld Sørensen et al. (2020).

6.4 Bevindingen en leerpunten

6.4.1 België

Politieregistratie

Er kunnen nog geen ontwikkelingen over de tijd in het aantal ongevallen worden bekeken. Daarbij zijn de politiediensten nog niet altijd bekend met de codes. Sommige doen de registraties direct, andere pas achteraf. De registratie is ook niet altijd juist; het onderscheid tussen gewone fietsen en e-bikes wordt bijvoorbeeld niet altijd goed gemaakt. Over het algemeen is er de laatste jaren wel sprake van een betere registratie; we zien dat er gebruik wordt gemaakt van de nieuwe codes. Wat betreft de e-steps hebben zijn er pas data beschikbaar vanaf 2019, waardoor het nog lastig is om inzicht te krijgen in bepaalde ontwikkelingen.

Survey

Aan het survey-onderzoek van Vias(Slootmans & Schinckus, 2021) namen maar 98 e-stepgebruikers deel. Deelnemers zijn via Facebook geworven waarna ze online konden deelnemen. De uitkomsten uit dit onderzoek zijn niet heel goed te generaliseren maar geven wel een eerste indicatie over het zelf gerapporteerde gebruik, gedrag en de gevalsbetrokkenheid van gebruikers van elektrische steps. Deze studie zal in 2023 worden opgevolgd door een studie naar de impact van micromobiliteit op het gebruik van verschillende vervoerswijzen (modal split) en omgeving (milieu, veiligheid en gezondheid). Het is de bedoeling dat in dit project een grotere groep mensen wordt bevraagd.

De surveys geven richting aan de vraag op wie eventuele aanbevelingen gericht moeten worden. Zijn het jonge mensen, werken ze in een bepaalde regio? Een nadeel van surveys is dat het de vraag is of mensen eerlijk zijn. De meest betrokken mensen zullen over het algemeen deelnemen aan een survey. Dat zal de resultaten kleuren. Maar het is op dit moment wel de enige manier om iets te weten te komen over de e-stepgebruikers en ongevalsbetrokkenheid.

Ongevallendieptestudies
Vias zou graag ongevallendieptestudies doen naar ongevallen met LEV's, maar dat is in België niet mogelijk. Vias mag in België namelijk niet, zoals in SWOV in Nederland, zelf naar ongevalslocaties toe gaan of ongevalsbetrokkenen interviewen.

Om inzicht te krijgen in oorzaken van ongevallen en ongevalspatronen, is onderzoek naar achterliggende factoren van ongevallen nodig. Je kunt in België alleen bestaande dossiers gebruiken (opgesteld door politie en/of rechtbank), die vaak pas na twee jaar worden vrijgegeven. Door de nieuwe privacywetgeving vergt het veel inspanning en tijd om ongevallendossiers vrij te krijgen. Voor de onderzoekers is het een groot nadeel dat het ongevallenonderzoek altijd aan de hand van dossiers moet plaatsvinden en niet direct ter plekke. Eenzijdige ongevallen met alleen een e-stepgebruiker worden niet geregistreerd en daar komt dus ook geen ongevalsdossier van. Hoe ernstiger een ongeval, hoe langer de behandeling van een dossier ook vaak duurt. Ongevallen met lichtgewonden leidt meestal tot een seponering en zijn binnen een half jaar tot een jaar afgesloten. Dossiers over ongevallen met doden worden pas na een jaar of twee afgesloten, waarna de onderzoekers ze kunnen inzien. Vaak zijn die dossiers dus al enkele jaren oud voordat ze kunnen worden ingezien. Bovendien is de informatie vaak te beperkt om inzicht te krijgen in achterliggende oorzaken. Onderzoekers mogen betrokkenen ook nooit benaderen voor aanvullende informatie.

Van de studie naar ongevallendossiers door Vias worden de resultaten eind 2022 verwacht.

Er loopt ook een *ziekenhuisstudie* naar ongevallen met LEV's. Dergelijke studies zijn vaak lastig te organiseren aangezien ziekenhuizen vaak niet zo graag meewerken. De studie die inmiddels is afgerond, is nog niet heel uitbreid. Op basis van deze studie wil VIAS kijken wat er verder nog mogelijk zou kunnen zijn op basis van ziekenhuisgegevens.

6.4.2 Denemarken

In een eerste rapportage over het monitoringsprogramma van LEV's (elektrische step, speed-pedelec, elektrisch skateboard en zelf-balancerende voertuigen) in Denemarken zijn de resultaten van een aantal deelonderzoeken beschreven (Sørensen et al., 2020).

Gedragsobservaties
Allereerst zijn bevindingen op basis van handmatige registraties van LEV's en kenmerken van gebruikers beschreven. Deze tellingen en registraties van gedrag (helmgebruik, op de stoep rijden etc.) en kenmerken (leeftijd, geslacht etc.) zijn uitgevoerd op locaties in Aarhus en Kopenhagen, steden waarin relatief veel elektrische steps worden gebruikt (ondanks dat het onderzoek zich op LEV's in het algemeen richtte). Daarnaast is een video-observatiestudie uitgevoerd op drie kruispunten in Kopenhagen en één kruispunt in Aarhus. Hierin is vooral gekeken naar richting-aangeven door LEV-berijders bij het afslaan, naar overtredingen en naar conflicten en bijna-ongevallen. In deze studie zijn ter vergelijking ook fietsers meegenomen. Hierbij wordt opgemerkt dat er veel onzekerheid is bij het waarnemen of iets een conflict is of niet. Er is sprake van een conflict als er in de interactie tussen twee weggebruikers plotseling op een ongecontroleerde manier een gedragsverandering plaatsvindt.

Zelfrapportage
Een ander onderdeel van het onderzoek is het aanspreken en kort interviewen van LEV-berijders in Kopenhagen en Aarhus. De vragen hadden betrekking op kenmerken van voertuig en gebruiker, reisgewoonten, en zelf-gerapporteerde ongevallen.

Ten slotte is er ook een online vragenlijstonderzoek uitgevoerd onder LEV-gebruikers en niet-gebruikers. In totaal waren er 1.465 deelnemers aan het onderzoek. Er wordt vermeld dat het heel veel inspanningen, via diverse kanalen, heeft gekost om dit aantal respondenten te

bereiken. De respondenten zijn in groepen verdeeld op basis van hun primaire vervoermiddel. Er is gevraagd naar: reisgedrag, ongevallen, gevoel van veiligheid en mening over de tijdelijke toelating van LEV's.

Ongevallenregistratie
De registratie van ongevallen met LEV's is vooralsnog niet heel goed, dus in het onderzoek op basis van geregistreerde ongevallen worden slechts een deel van het werkelijke aantal ongevallen gerapporteerd. Op basis van analyses van ongevallen bij eerstehulpposten in ziekenhuizen kan worden geconcludeerd dat er veel meer ongevallen met e-steps zijn dan op basis van de politieregistraties naar voren komt.

6.4.3 Duitsland

In 2020 is er een tussentijds rapport verschenen waarin de voorlopige bevindingen worden beschreven met betrekking tot de monitoring van LEV's in Duitsland (Unger et al., 2020), uitgevoerd door BASt (Bundesanstalt für Straßenwesen). De LEV's die op de openbare weg rondrijden, zijn op dit moment vooral elektrische steps.

Marktonderzoek
Tot nu toe zijn er goede data over aantallen gebruikte elektrische steps, gebruikersgedrag en bewegingspatronen verzameld via de gebruikersportalen van deelaanbieders van elektrische steps in een aantal geselecteerde steden.

Ongevallenanalyse
Daarnaast zijn op basis van politiegegevens en ziekenhuisgegevens ongevallen met elektrische steps geanalyseerd op landelijk niveau en binnen twee deelstaten, waarbij de gegevens in de registratie voor een van die deelstaten zeer beperkt is. Een vergelijking tussen ziekenhuisgegevens ten aanzien van ongevallen met LEV's en de door de politie geregistreerde ongevallen in de stad Dresden, laat zien dat 74% van de ongevallen met letsel niet geregistreerd is door de politie. Er is dus sprake van een sterke onderregistratie. Gegevens van ongevallen met LEV's zijn tot nu toe nog heel beperkt.

Gedragsobservatie
De geplande observatiestudies zijn vooralsnog niet uitgevoerd. Een belangrijke oorzaak daarvan is covid. Een andere oorzaak is dat het veel tijd kost om te voldoen aan privacywet- en -regelgeving bij maken van video-opnamen op de openbare weg.

De geplande activiteiten voor het vervolg van het project hebben als belangrijk doel om meer inzicht te krijgen in bewegingspatronen van LEV-berijders, kenmerken van LEV-gebruikers, typen letsel bij ongevallen en de mogelijke gunstige effecten van persoonlijke beschermingsmiddelen.

7 Conclusies

In dit hoofdstuk beschrijven we op basis van de voorgaande hoofdstukken de belangrijkste conclusies voor het monitoren van LEV's.

7.1 Monitoring is noodzakelijk voor nieuwe inzichten in de verkeersveiligheid van LEV's

De verkeersveiligheid van een voertuig wordt voor een belangrijk deel bepaald door de interactie tussen de bestuurder, het voertuig en de verkeersomgeving enerzijds en het gebruik van het voertuig anderzijds. Omdat de effecten van deze complexe interactie en het gebruik van een voertuig lastig vooraf zijn in te schatten op basis van bestaande kennis, is het van belang om de verkeersveiligheid en het gebruik van een voertuig in het dagelijks verkeer te monitoren.

Monitoring heeft een signalerende functie: zo snel mogelijk situaties, omstandigheden en berijders die de verkeersveiligheid negatief beïnvloeden opmerken zodat er (na eventueel verder onderzoek) maatregelen kunnen worden genomen. Dat is van belang voor voertuigen waarover we nog weinig weten, maar ook ontwikkelingen in de veiligheid van al langer bekende voertuigen zijn van belang om te monitoren. Voor een optimaal signalerende functie van monitoring is het van belang dat de bevindingen uit de monitoring representatief zijn: de bevindingen moeten voor zowel dezelfde omstandigheden als berijders van toepassing zijn voor heel Nederland en niet alleen voor dat ene incident of ongeval. Wie er met een voertuig rijden, waar en wanneer zijn daarom belangrijke zaken om te weten. Niet alleen voor het bepalen van ongevals- of incidentrisico's maar ook voor het bepalen van de grootte en de aard van een steekproef.

7.2 Alleen registreren van verkeersongevallen is niet voldoende

Monitoring zoals omschreven in dit rapport bestaat uit drie onderdelen:

1. analyses van de ontwikkeling van het aantal, het gebruik en de gebruikers van het type voertuig;
2. analyses van Incidenten en (bijna-)ongevallen op basis van een steekproef van weggebruikers/locaties;
3. analyses van landelijke ongevallenregistraties

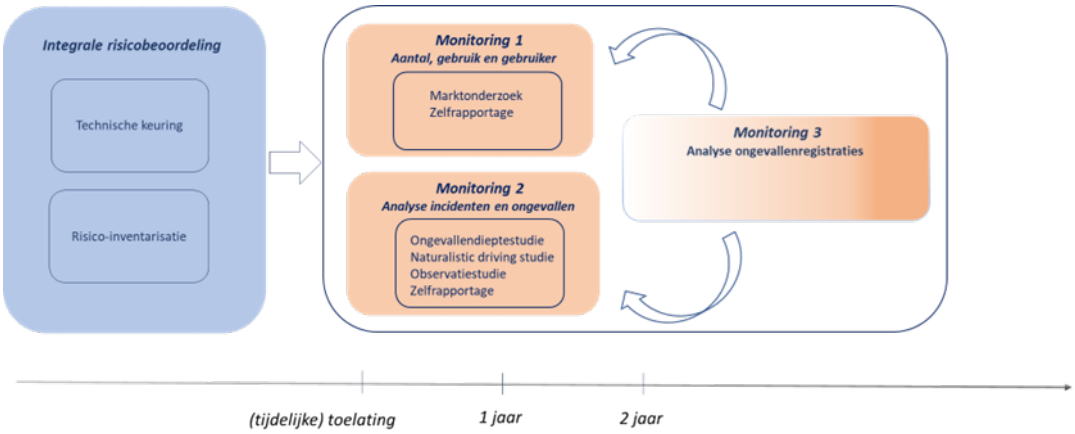
Het bestuderen van alleen geregistreerde ongevallen met een voertuig is niet voldoende om inzichten in verkeersveiligheid van een voertuig te krijgen en te houden. Dat heeft drie redenen: gegevens over registraties worden meestal maar één keer per jaar n gepubliceerd, het geeft onvoldoende inzichten in de context van een ongeval en er is vaak sprake van onderregistratie. Hierdoor is het niet goed mogelijk om risicofactoren vast te stellen. Het ontwikkelen van inzichten in aantallen en het gebruik van een voertuig en analyses van incidenten en bijna-ongevallen in een steekproef van locaties of gebruikers van het voertuig, zijn daarom de

belangrijkste onderdelen van het monitoren van een nieuw voertuig zoals gedefinieerd in dit rapport.

Om inzichten te ontwikkelen in het ontstaan van ongevallen/incidenten en risicofactoren kunnen methoden worden ingezet: zelfrapportage, observatiestudies, naturalistic driving (riding)-studies en ongevallendieptestudies. Omdat elke methode andere voor- en nadelen heeft, geeft een combinatie van methoden de meest betrouwbare resultaten. Welke combinatie van methoden uiteindelijk wordt ingezet, hangt af van de omstandigheden: kenmerken en grootte van de gebruikersgroep, toegankelijkheid tot bepaalde gegevens, privacywet- en -regelgeving waaraan voldaan moet worden, omgevingen waarin het voertuig wordt gebruikt, beschikbare financiële middelen en de mogelijke duur van het onderzoek (zie ook *Tabel 3*). Ook in het buitenland zien we dat verschillende methoden met elkaar worden gecombineerd om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de effecten op de verkeersveiligheid.

Afbeelding 3 geeft een overzicht van de verschillende methoden die passen bij de verschillende onderdelen van monitoring.

Afbeelding 3. Overzicht methoden voor kennisontwikkeling over de veiligheid van een voertuig.



7.3 Kentekenen van LEV's is aan te bevelen

Het registreren van voertuigen door middel van kentekening geeft continu zicht op het aantal voertuigen dat in bezit is. Dat levert nog geen gegevens op van het gebruik en het aantal gebruikers van een voertuig, maar geeft wel een indruk van de populariteit van een voertuig. Bovendien maakt kentekening het gemakkelijker om de kenmerken van een voertuig (en eventueel de bestuurder/berijder ervan) dat betrokken is bij een ongeval te identificeren. Daarbij is het dus niet meer nodig om politie en/of ziekenhuispersoneel een voertuig als het juiste type /de juiste categorie te laten identificeren. Onjuiste herkenning of het ontbreken van een voertuig in de registratie-categorieën kan leiden tot een forse onderregistratie van het aantal ongevallen. Dat is in het buitenland bijvoorbeeld aan de orde voor ongevallen met elektrische steps (Unger et al., 2020) en in Nederland voor ongevallen met fietsen. Kentekening van een voertuig brengt wel extra kosten met zich mee, voor zowel de gebruiker als voor degene die deze registraties beheert (de RDW) en moet dus alleen worden toegepast als er een substantieel aantal voertuigen te verwachten is van een bepaald type/categorie.

7.4 Toelating bij voorkeur tijdelijk

De introductie van een nieuw voertuig vraagt om gedegen beleid. Maar hoe zorgvuldig dat beleid ook tot stand komt, de verkeersveiligheid van een nieuw voertuig (de effecten van de complexe interacties tussen bestuurder, voertuig en de verkeersomgeving) kan alleen in kaart worden

gebracht door het gebruik van dat voertuig in het dagelijks verkeer te monitoren. Dat geldt dus ook voor LEV's.

Voorbeelden uit het buitenland laten zien dat monitoring van LEV's nieuwe inzichten kan opleveren die vragen om nieuw beleid. Zo heeft monitoring van de elektrische step in Denemarken geleid tot een helmplicht voor dat voertuig. Het is dan ook aan te bevelen om ook in Nederland nieuwe – door de RDW goedgekeurde – LEV's in eerste instantie alleen tijdelijk toe te laten op de openbare weg en ze in die periode te monitoren, of minimaal te zorgen dat wet- en regelgeving binnen afzienbare termijn kunnen worden aangepast aan nieuwe inzichten die door de monitoring zijn ontstaan.

Literatuur

Archer, J. (2005). *Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: A study of urban and suburban intersections.* Proefschrift Royal Institute of Technology, Department of Infrastructure., Stockholm, Sweden.

Badeau, A., Carman, C., Newman, M., Steenblik, J., et al. (2019). *Emergency department visits for electric scooter-related injuries after introduction of an urban rental program.* In: The American Journal of Emergency Medicine, vol. 37, nr. 8, p. 1531-1533.

Beck, S., Barker, L., Chan, A. & Stanbridge, S. (2020). *Emergency department impact following the introduction of an electric scooter sharing service.* In: Emergency Medicine Australasia, vol. 32, nr. 3, p. 409-415.

Chin, H.C. & Quek, S.T. (1997). *Measurement of traffic conflicts.* In: Safety Science, vol. 26, nr. 3, p. 169–185.

Davidse, R., Duijvenvoorde, K. van, Boele, M., Louwerse, R., et al. (2017). *Snorfietsongevallen op het fietspad: Hoe ontstaan ze en hoe zijn ze te voorkomen?* R-2017-12A. SWOV, Den Haag.

Davidse, R., Duijvenvoorde, K. van, Louwerse, R., Boele-Vos, M., et al. (2018). *Scootmobiel-ongevallen: Hoe ontstaan ze en hoe zijn ze te voorkomen?* R-2018-15. SWOV, Den Haag.

Davidse, R.J. (2012). *Diepteonderzoek naar de invloedsfactoren van verkeersongevallen.* R-2012-19. SWOV, Den Haag.

Dozza, M. (2019). *What is the relation between crashes from crash databases and near crashes from naturalistic data?* In: Journal of Transportation Safety & Security, vol. 12, nr. 1, p. 37-51.

Goede, M. de, Hermens, F., Goldenbeld, C., Bos, N., et al. (2020). *De Nederlandse verkeersveiligheid in internationaal perspectief : lessen voor beleid*. R-2020-30. SWOV, Den Haag.

Goede, M. de & Mons, C. (2021). *Risico-inventarisatie van de elektrische step*. R-2021-14. SWOV, Den Haag.

Goede, M. de, Wijlhuizen, G.J. & Mons, C. (2020a). *Voorstel voor een methode van risico-inventarisatie voor lichte elektrische voertuigen*. R-2020-13. SWOV, Den Haag.

Goede, M. de, Wijlhuizen, G.J. & Mons, C. (2020b). *Risico-inventaristie van de BSO-bus*. R-2020-19. SWOV, Den Haag.

Hauer, E. (1997). *Observational Before-After Studies in Road Safety*. Emerald Group Publishing Limited, Kidlington, Oxford, United Kingdom.

Horst, R.A.M. van der, Thierry, M.C., Vet, J.M. & Rahman, A.K.M. (2017). *An evaluation of speed management measures in Bangladesh based upon alternative accident recording, speed measurements, and DOCTOR traffic conflict observations.* In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 46, p. 390-403.

Houwing, S. (2017). *De beschikbaarheid en kwaliteit van informatie over verkeersongevallen. Een beknopte analyse van de beschikbare bronnen.* R-2017-15. SWOV, Den Haag.

Hydén, C. (1987). *The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique (Doctoral dissertation).* Proefschrift Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.

Laureshyn, A. (2010). *Application of automated video analysis to road user behaviour.* Proefschrift Lund University, Lund, Sweden.

Laureshyn, A., Svensson, A. & Hyden, C. (2010). *Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: theoretical framework and first implementation.* In: Accident Analysis & Prevention, vol. 42, nr. 6, p. 1637-1646.

Lefrancq, M. (2019). *Shared freefloating micromobility regulations - results of e-scooter users' survey (summer 2019).* Powerpoint-presentatie Brussel mobiliteit, Brussel.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022). *Nota eisen kader Lichte Elektrische Voertuigen.* ENW/BSK-2022/55315. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.

OECD (1998). *Safety of vulnerable road users. Scientific Expert Group on the Safetyof Vulnerable Road Users (No. RS7).* Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris, France.

Onderzoeksraad voor Veiligheid (2019). *Veilig toelaten op de weg. Lessen naar aanleiding van het ongeval met de Stint.* Onderzoeksraad voor Veiligheid, Den Haag.

Polders, E. & Brijs, T. (2018a). *How to analyse accident causation. A handbook with a focus on vulnerable road users.* Hasselt University, Transportation Research Institute (IMOB), Hasselt, Belgium.

Polders, E. & Brijs, T. (2018b). *How to analyse accident causation? A handbook with focus on vulnerable road users.* Deliverable 6.3 of the Horizon 2020 EC Project InDeV. Hasselt University, Hasselt, Belgium.

Schepers, J.P., Weijermars, W.A.M., Boele, M.J., Dijkstra, A., et al. (2020). *Oudere fietsers. Ongevallen met oudere fietsers en factoren die daarbij een rol spelen*. R-2020-22A. SWOV, Den Haag.

Slootmans, F. & Schinckus, L. (2021). *Risicogedrag van gebruikers van e-steps. Verkenning van de mobiliteit en de veiligheid van gebruikers van elektrische steps via een online enquête.* Vias, Brussel, Belgie.

Smit, C., Münzel, K., Hair, S. de, Bor, R. van den & Larco, N. (2020). *Ervaringen met licht elektrische voertuigen in Europa.* TNO 2020 R10704. TNO, Den Haag.

Sørensen, M.W.J., Jensen, M.L., Pedersen, A.D. & Feldens, M.H. (2020). *Forsøgsordningerne med elektriske løbehjul, andre små elektriske køretøjer og speed pedelecs. Evaluering af de adfærds– og sikkerhedsmæssige aspekter.* Viatrafik, Birkerød/Aarhus, Danmark.

Stelling, A., Gent, P. van, Groot, J. de, Twisk, D., et al. (2017). *Naturalistic cycling study among Dutch commuter cyclists: comparing behaviour of cyclists on pedelecs, speed pedelecs and conventional bikes*. In: Proceedings of the 6th International Conference on Road Safety & Simulation (RSS), 17-19 October 2017, The Hague.

SWOV (2013). *Risico's in het verkeer.* Gearchiveerde SWOV-factsheet, juli 2013. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2016). *Gegevensbronnen. Uitgebreid overzicht.* SWOV, Den Haag.

SWOV (2017). *Fietsers.* SWOV-factsheet, juni 2017. SWOV, Den Haag.

SWOV (2019). *Duurzaam Veilig Wegverkeer*. SWOV-factsheet, maart 2019. SWOV, Den Haag.

SWOV (2021). *Ernstig verkeersgewonden in Nederland.* SWOV-factsheet, november 2022. SWOV, Den Haag.

SWOV (2022). *Verkeersdoden in Nederland.* SWOV-factsheet, april 2022. Den Haag.

Toet, H., Blatter, B., Panneman, M., Wijnstok, N., et al. (2019). *Letsel Informatie Systeem (LIS). Methoden en toepassingen.* VeiligheidNL, Amsterdam.

Traynor, M.D., Jr., Lipsitz, S., Schroeder, T.J., Zielinski, M.D., et al. (2021). *Association of scooter-related injury and hospitalization with electronic scooter sharing systems in the United States.* In: The American Journal of Surgery, vol. 223, nr. 4, p. 780-786.

Unger, T., Grosche, D., Roessler, R. & Uhlenhof, U. (2020). *Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr. Zwischenbericht.* FE 77.0522/2019. BASt, Bergisch Gladbach.

Vias (2022). *Briefing "Elektrische steps en verkeersveiligheid".* Vias institute, Brussel.

Vlakveld, W. (2005). *Jonge beginnende automobilisten, hun ongevalsrisico en maatregelen om dit terug te dringen*. R-2005-3. SWOV, Den Haag.

Vlakveld, W., Mons, C., Kamphuis, K., Stelling, A., et al. (2021). *Traffic conflicts involving speed-pedelecs (fast electric bicycles): A naturalistic riding study.* In: Accident Analysis & Prevention, vol. 158, art. nr. 106201.

Wrzesinka, D., Kluppels, L., Godart, B. & Gaillet, J.-F. (2019). *E-steps ongevallen; Overzicht Belgie.* Vias Institute, Brussel.

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