Ongevallen met zwaardere voertuigen

Empirische relatie tussen voertuiggewicht, aandrijflijn en de frequentie en ernst van ongevallen

R-2024-5

SWOV



Auteurs



Dr. K.N. de Winkel



Drs. N.M. Bos



Ir. R.J. Decae



Dr. L.T. Aarts

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

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2024-5
Titel:	Ongevallen met zwaardere voertuigen
Ondertitel:	Empirische relatie tussen voertuiggewicht, aandrijflijn en de frequentie en ernst van ongevallen
Auteur(s):	Dr. K.N. de Winkel, drs. N.M. Bos, ir. R.J. Decae & dr. L.T. Aarts
Projectleider:	Dr. K.N. de Winkel
Projectnummer SWOV:	E23.28
Kenmerk opdrachtgever:	31196020
Opdrachtgever:	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Projectinhoud:	Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft SWOV benaderd met de vraag of zwaardere voertuigen vaker betrokken zijn bij ongevallen dan lichtere voertuigen, en of dit onderscheid (ook) van invloed is op de ernst van de afloop. Dit rapport doet verslag van een empirisch onderzoek naar de relatie tussen voertuiggewicht en de frequentie en ernst van ongevallen. Ook wordt onderscheid gemaakt naar aandrijflijn van de voertuigen: elektrisch versus fossiel/overig.
Aantal pagina's:	35
Fotografen:	Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portretten)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2024

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

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
Henri Faasdreef 312, 2492 JP Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

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

Samenvatting

In het commissiedebat 'Auto', d.d. 15 juni 2023,[1] heeft Kamerlid Van Ginneken zorgen geuit over de impact van de categorie grote, zware personenauto's die bekend staan als *Sports Utility Vehicles* (SUV's) – waaronder ook 'off-road'-voertuigen kunnen worden geschaard – op de openbare ruimte, milieu, en specifiek op de verkeersveiligheid. Omdat er geen sluitende definitie bestaat van SUV's, heeft minister Harbers toegezegd de effecten van *zwaardere* auto's op de verkeersveiligheid te laten onderzoeken (toezegging TZ202306-232). In navolging hierop heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) SWOV opdracht gegeven een antwoord te vinden op de volgende vragen:

1. Zijn zwaardere voertuigen vaker betrokken bij ongevallen dan lichtere voertuigen?
2. Is gewicht van invloed op de ernst van ongevallen?

We beantwoorden deze vragen door 1) de *frequentie* van ongevallen en 2) de *ernst* voor (inzittenden van) betrokken partijen uit te zetten tegen voertuiggewicht.
Dit onderzoek beperkt zich tot een- en tweezijdige ongevallen waarbij ten minste één personenauto (categorie M1) of bestelwagen (categorie N1, waar 'off-road' voertuigen vaak onder vallen) betrokken was. Deze voertuigen zijn opgesplitst in drie gewichtsklassen. Omdat de maatschappelijke zorgen die ten grondslag liggen aan de onderzoeksvragen ook raken aan het gebruik van de openbare ruimte en aan milieu, is ook een onderscheid gemaakt naar aandrijflijn: elektrisch versus fossiel/overig. Dit onderscheid stelde ons in staat om (deels) elektrische voertuigen, die vanwege de aanwezigheid van accu's zwaarder zijn dan niet-elektrische voertuigen van dezelfde afmetingen, apart te beschouwen. Bij tweezijdige ongevallen evalueren we ongevallen tussen twee personen-/bestelauto's en ongevallen tussen een personen-/bestelauto en andersoortige weggebruikers (i.e., kwetsbare weggebruikers, zoals fietsers en voetgangers; middelgrote weggebruikers zoals motorrijders; en grote weggebruikers: vrachtauto's en bussen). Het onderzoek is alleen ontworpen om na te gaan of er verschillen bestaan tussen groepen, en staat vaststellen van oorzakelijke verbanden niet toe. Ook wordt de rol van rijhulpsystemen of omgeving (stad/snelweg) niet onderzocht.

Om te bepalen of er 1) verschillen bestaan in de frequentie waarmee voertuigen uit verschillende categorieën (gewichtsklassen, aandrijflijn) betrokken waren bij ongevallen, is niet alleen het aantal ongevallen per categorie belangrijk, maar ook hoeveel elke categorie in het verkeer voorkwam. Voor een eerlijker vergelijking hebben we de ongevalsfrequenties daarom gecorrigeerd voor het aantal gereden kilometers per categorie.
Voor het evalueren van 2) de ernst van ongevallen hebben we zowel gekeken naar de ernst voor de direct betrokken partij als naar de ernst voor de tegenpartij. Voor de direct betrokken partij is de ongevalsernst uitgezet tegen de drie gewichtsklassen van het gereden voertuig. De ongevalsernst voor de tegenpartij in tweezijdige ongevallen is vergeleken voor de negen (3x3) specifieke combinaties van gewichtsklassen van beide partijen en de negen combinaties van de drie

1. Tweede Kamer (2023). *Verslag van een commissiedebat*. Vergaderjaar 2022-2023, Kamerstuk 31 305, nr. 413, 15 juni 2023. Tweede Kamer der Staten-Generaal, 's-Gravenhage.

gewichtsklassen en de drie andersoortige tegenpartijen. Dit is telkens apart gedaan voor elektrische en niet-elektrische voertuigen.

Met betrekking tot ongevalsfrequentie (1) zagen we dat, ongeacht aandrijflijn, zwaardere voertuigen minder vaak betrokken waren bij ongevallen dan lichtere voertuigen. Ook zagen we dat voertuigen met een elektrische aandrijflijn minder vaak betrokken waren bij ongevallen dan fossiel/overig aangedreven voertuigen. Dit was ook het geval na correctie voor de verkeers-prestatie van elke categorie.
Met betrekking tot ongevalsernst (2) zagen we voor ongevallen tussen personen-/bestelauto's onderling dat een hoger gewicht gunstiger was voor inzittenden van het zwaardere voertuig (lagere ongevalsernst), maar juist gevaarlijker voor de tegenpartij. Bij botsingen tussen personen-/bestelauto's en kwetsbare (i.e., fietsers en voetgangers) of middelgrote weggebruikers (motorrijders) als tegenpartij, lag de ernst voor de tegenpartij gemiddeld hoger dan bij botsingen tussen personen-/bestelauto's onderling. Bij botsingen tussen personen-/bestelauto's en grote weggebruikers (vrachtauto's, bussen) als tegenpartij lag de ernst voor de tegenpartij juist lager. Ook voor de andersoortige weggebruikers als tegenpartij was mogelijk sprake van een toename van ernst met toenemend gewicht van de personen-/bestelauto. Daarnaast vonden we dat de ernst voor inzittenden van voertuigen met een elektrische aandrijflijn lager was dan voor fossiel/overig aangedreven voertuigen.

Dit onderzoek is niet ontworpen om te onderzoeken wat de oorzaak van gevonden relaties is. De gevonden samenhang tussen de gewichtsklasse van een direct betrokkene en de *ernst van een ongeval* voor de tegenpartij is wel in lijn met bevindingen uit de wetenschappelijke literatuur. Er zijn echter geen conclusies te trekken over de specifieke oorzaken achter de waargenomen verschillen in *ongevalsfrequentie* tussen de gewichtsklassen, noch tussen voertuigen met verschillende aandrijflijn.

Summary

Crashes involving heavier vehicles; Empirical relationship between vehicle weight, drivetrain and crash frequency and severity

In the 'Car' committee debate, dated June 15, 2023, MP Van Ginneken expressed concerns about the impact of large, heavy passenger cars known as Sports Utility Vehicles (SUVs) – including 'off-road' vehicles - on public space, the environment, and specifically on road safety. As there is no conclusive definition of SUVs, Minister Harbers committed to have the effects of heavier cars on road safety studied (commitment TZ202306-232). Following this, the Ministry of Infrastructure and Water Management (IenW) commissioned SWOV to find an answer to the following questions:

1. Are heavier vehicles more often involved in crashes than lighter vehicles?
2. Does weight affect crash severity?

We answer these questions by plotting 1) crash *frequency* and 2) *severity* for (occupants of) the parties involved against vehicle weight.
This study is limited to single- and two-vehicle crashes involving at least one passenger car (category M1) or delivery vehicle (category N1, which often includes 'off-road' vehicles). These vehicles are divided into three weight classes. As the societal concerns underlying the research questions also touch on the use of public space and the environment, a distinction was also made by drivetrain: electric versus fossil/other. This distinction allowed separate consideration of (partially) electric vehicles, which are heavier than non-electric vehicles of the same dimensions due to the presence of batteries. In two-vehicle crashes, we evaluated crashes between two passenger cars/delivery vehicles and crashes between a passenger car/delivery vehicle and other types of road users/vehicles (i.e., vulnerable road users, such as cyclists and pedestrians; medium-heavy vehicles, such as motorcyclists; and heavy vehicles: trucks and buses). The study is designed only to ascertain whether differences exist between groups, and does not allow for determination of causal relationships. The role of driver assistance systems or environment (urban/motorway) is not examined either.

To determine whether there are 1) differences in the frequency with which different category vehicles (weight classes, drivetrain) were involved in crashes, not only the number of crashes per category is important, but also how many vehicles of each category participate in traffic. Therefore, for a fairer comparison, we corrected the crash frequencies for the number of miles driven per category.
To evaluate 2) crash severity, we considered both severity for the party directly involved and severity for the crash opponent. For the party directly involved, crash severity was plotted against the three weight classes of the vehicle driven. Crash severity for the crash opponent in two-vehicle crashes was compared for the nine (3x3) specific combinations of weight classes of both parties and the nine combinations of the three weight classes and the three other types of crash opponents. This was done separately for electric and non-electric vehicles in each case.

With respect to crash frequency (1), we saw that regardless of drivetrain, heavier vehicles were less often involved in crashes than lighter vehicles. We also saw that vehicles with electric drivetrains were less often involved in crashes than fossil/otherwise-powered vehicles. This was also the case after adjusting for the traffic performance of each category.
With respect to crash severity (2), for crashes between passenger cars/delivery vehicles, a higher weight was more favourable for occupants of the heavier vehicle (lower crash severity), and indeed more dangerous for the crash opponent. In collisions between passenger cars/delivery vehicles and vulnerable road users (i.e., cyclists and pedestrians) or medium-heavy road users (motorcyclists) as crash opponents, the severity for the crash opponent was on average higher than in collisions between passenger cars/delivery vehicles. By contrast, in collisions between passenger cars/delivery vehicles and heavy road users (trucks, buses) as crash opponents, the severity for the crash opponent was lower. There was also a possible increase in severity for other types of crash opponents, the heavier the passenger cars/delivery vehicles were. In addition, we found that severity for occupants of vehicles with electric drivetrains was lower than for fossil/otherwise-powered vehicles.

This study was not designed to investigate the cause of the relationships found. The relationship found between the weight class of a directly involved party and the *severity of a crash* for the crash opponent does align with findings from scientific literature. However, no conclusions can be drawn about the specific causes behind the observed differences in *crash frequency* between weight classes, nor between vehicles with different drivetrains.

Inhoud

1 Inleiding 9
1.1 Achtergrond 9
1.2 Dit onderzoek 10

2 Methode 11
2.1 Classificatie 11
2.1.1 Classificatie van partijen 11
2.1.2 Gewichtsclassificatie 11
2.2 Ongevallendata 13
2.3 Verkeersprestatie en aantal voertuigen 15
2.4 Data-analyse effecten voertuiggewicht en aandrijflijn 15
2.4.1 Analyse ongevalsfrequentie 15
2.4.2 Analyse ernst voor inzittenden 15
2.4.3 Analyse ernst voor tegenpartij 15

3 Resultaten 17
3.1 Beschrijving voertuigpark en verkeersprestatie 17
3.2 Ongevallenanalyse 20
3.3 Ongevalsfrequentie naar voertuiggewicht en aandrijflijn 21
3.4 Ongevalsernst naar voertuiggewicht en aandrijflijn 23
3.4.1 Ernst voor inzittenden, naar voertuiggewicht en aandrijflijn 23
3.4.2 Ernst voor de tegenpartij, naar voertuiggewicht en aandrijflijn 24

4 Discussie 27
4.1 Zijn zwaardere voertuigen vaker betrokken bij ongevallen dan lichtere voertuigen? 27
4.2 Is voertuiggewicht van invloed op de ernst van ongevallen? 28
4.3 De rol van SUV's 29

Literatuur 30

Bijlage A Ernst onder tegenpartijen 31

1 Inleiding

Naar aanleiding van toezeggingen gedaan in het commissiedebat d.d. 15 juni 2023[2], heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) SWOV benaderd met de vraag of zwaardere voertuigen vaker betrokken zijn bij ongevallen dan lichtere voertuigen, en of dit onderscheid (ook) van invloed is op de ernst van ongevallen. SWOV beantwoordt deze vragen door ongevallendata uit het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON) uit te zetten tegen verschillende gewichtsklassen van de betrokken voertuigen, rekening houdend met de mate waarin deze voorkomen in het verkeer.

Toezegging TZ202306-232 [D66 - Van Ginneken] uit het commissiedebat van 15 juni 2023 – de aanleiding voor dit onderzoek – luidt:

De minister zal de Kamer uiterlijk 1 april 2024 informeren over de uitkomsten van het onderzoek naar de effecten van zwaardere auto's op de verkeersveiligheid.

We operationaliseren deze vraag in termen van *ongevalsfrequentie* en *ernst van het ongeval* voor betrokken partijen, afhankelijk van het voertuiggewicht:

1. Zijn zwaardere voertuigen vaker betrokken bij ongevallen dan lichtere voertuigen?
2. Is gewicht van invloed op de ernst van ongevallen?

1.1 Achtergrond

Volgens de natuurkunde is het te verwachten dat zwaardere auto's bij een botsing meer schade veroorzaken dan lichtere auto's. In een eerder SWOV-rapport is voor een botsing tussen twee voertuigen voorgerekend dat het lichtere voertuig altijd een grotere versnelling – of eigenlijk een sterkere vertraging – ondergaat dan het zwaardere voertuig (zie Bijlage 1 in Berends, 2009).

In lijn met de theorie hebben verkeersveiligheidsanalyses aangetoond dat voertuiggewicht inderdaad een belangrijke rol speelt bij het verloop, en vooral de afloop, van botsingen. Van Kampen (2004) liet zien dat de kans op letsel bij inzittenden kleiner is naarmate het voertuig waarin ze zitten zwaarder is, en dat bij botsingen tussen zware en lichtere voertuigen de kans op letsel bij de lichtere partij groter is naarmate het massaverschil groter is. Onderzoek van het Belgische VIAS Institute naar botsingen tussen personenauto's en kwetsbare weggebruikers heeft ook een verband aangetoond tussen de massa van de personenauto en de kans op letsel bij de kwetsbare weggebruiker: bij een toename van 300 kg in voertuigmassa stijgt de kans op overlijden van kwetsbare weggebruikers met 28%, en de kans op ernstig letsel met 7% (Nuyttens & Messaoud, 2023).

2. Tweede Kamer (2023). *Verslag van een commissiedebat*. Vergaderjaar 2022-2023, Kamerstuk 31 305, nr. 413, 15 juni 2023. Tweede Kamer der Staten-Generaal, 's-Gravenhage.

In het rapport van Van Kampen (2004) is ook de ontwikkeling in ledig voertuiggewicht van het wagenpark tussen 1985 en 2001 in kaart gebracht. Bij personenauto's was er sprake van een gestage toename in massa, bijvoorbeeld door de inbouw van steeds meer voorzieningen voor veiligheid, prestatie en comfort. Onderzoek van VIAS toont aan dat deze groei tussen 2000 en 2021 heeft doorgezet met een stijging van ca. 28% in ledig gewicht (Nuyttens & Messaoud, 2023). Deze ontwikkeling is mogelijk ten dele toe te schrijven aan het toenemend marktaandeel van elektrische voertuigen, die door de aanwezigheid van accu's zwaarder zijn bij dezelfde voertuigafmetingen. Het groter gewicht van voertuigen met een zogeheten elektrische 'aandrijflijn' voedt daarmee ook zorgen over de kwestie of verduurzaming niet ten koste gaat van verkeersveiligheid.

Behalve van voertuiggewicht zijn de frequentie en ernst van ongevallen echter ook afhankelijk van andere factoren: het ontwerp van voertuigen is mede van invloed op de krachten waar de partijen aan worden blootgesteld, en het ontwerp van infrastructuur kan zowel de kans op het ontstaan van conflictsituaties als de afloop (ernst) van conflicten beïnvloeden.
Wat het voertuigontwerp betreft, zorgen kreukelzones voor en achter in een auto ervoor dat de G-krachten die bij een frontale botsing of een kop-staartbotsing op het lichaam van een inzittende worden overgedragen kleiner zijn, en is de motorkaphoogte van invloed op het risico op ernstig letsel bij kwetsbare weggebruikers als tegenpartij. Het ontwerp van infrastructuur kan bijdragen aan verkeersveiligheid, bijvoorbeeld door de berm zo in te richten dat voertuigen gecontroleerd terug de rijstrook op gestuurd kunnen worden, veilig in de berm tot stilstand kunnen komen, of kunnen worden opgevangen door constructies die zijn ontworpen om ernstig letsel te voorkomen (SWOV, 2023). Ook kunnen door het ontwerp van infrastructuur kwetsbare weggebruikers zo veel mogelijk worden gescheiden van voertuigen (SWOV, 2020a).

Gegeven de wetenschappelijke kennis over de impact van voertuiggewicht, de toename van de gemiddelde voertuigmassa, ontwikkelingen op het gebied van veiligheidssystemen in het voertuig-park, en de mogelijke interacties met infrastructuur, is het de vraag wat al deze ontwikkelingen samen in de praktijk betekenen voor de verkeersveiligheid in Nederland.

1.2 Dit onderzoek

In dit rapport presenteren we een empirisch onderzoek naar de relatie tussen verkeersveiligheid enerzijds en voertuiggewicht en aandrijflijn anderzijds. Om de onderzoeksvragen te beantwoorden worden ongevallendata over de periode 2015-2022 uit het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON) afgezet tegen verschillende groepen betrokken voertuigen (gewichtsklasse, en ook aandrijflijn). Hierbij wordt gecorrigeerd voor het aandeel van die groep in het verkeer, uitgedrukt als verkeersprestatie (aantal gereden kilometers). In het volgende hoofdstuk wordt beschreven welke werkwijze daarbij is toegepast (*Hoofdstuk 2*), waarna de daadwerkelijke vergelijking van groepen voertuigen worden gepresenteerd in *Hoofdstuk 3*. Het rapport sluit af met een discussie van de bevindingen in *Hoofdstuk 4*.

2 Methode

Dit hoofdstuk beschrijft de gebruikte data, de werkwijze om de voertuigen in te delen in gewichtsklassen en de ongevallen te onderscheiden naar die gewichtsklassen en aandrijflijn. Ook worden de methoden besproken waarop is gecorrigeerd voor het aandeel van die groepen in het verkeer, en waarop de ongevalsfrequentie en -ernst voor de verschillende groepen zijn vergeleken.

2.1 Classificatie

2.1.1 Classificatie van partijen

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen is het nodig om ongevalsfrequentie en -ernst uit te zetten tegen voertuiggewicht. Dit doen we door de partijen die in de periode 2015-2022 betrokken waren bij een ongeval in te delen in klassen, voor zowel de 'eigen' partij (voorts genoemd: **betrokkene**) als de **tegenpartij**(en), indien aanwezig.
Voor elke partij is nagegaan of het een voertuig uit Europese voertuigcategorie M1 (personenauto) of N1 (lichte bedrijfsvoertuigen) betrof waarvan de gewichtsklasse bekend was (zie *Paragraaf 2.1.2*, hieronder). Voor die partijen is de **aandrijflijn** aangeduid als 'elektrisch' of 'fossiel/overig', door na te gaan of de aandrijving volledig of deels elektrisch is (hybride), of niet. Dit onderscheid is aangebracht omdat (deels) elektrische voertuigen door de aanwezigheid van accu's zwaarder neigen te zijn bij dezelfde voertuigafmetingen. Onder 'overige' aandrijflijnen vallen waterstof en alcohol. Voor *tegenpartijen* die niet tot de categorie N1/M1 behoren, of waarvan de gewichtsklasse niet bekend was, is nagegaan of het een **kwetsbare weggebruiker** (i.e., voetganger, fietser of snor-/bromfietser), **middelgrote weggebruiker** (brommobiel, motorrijder), **grote weggebruiker** (bus, vrachtauto) of overige partij betreft. Dit onderscheid wordt relevant geacht voor de bepaling van de impact van voertuiggewicht op andere weggebruikers.

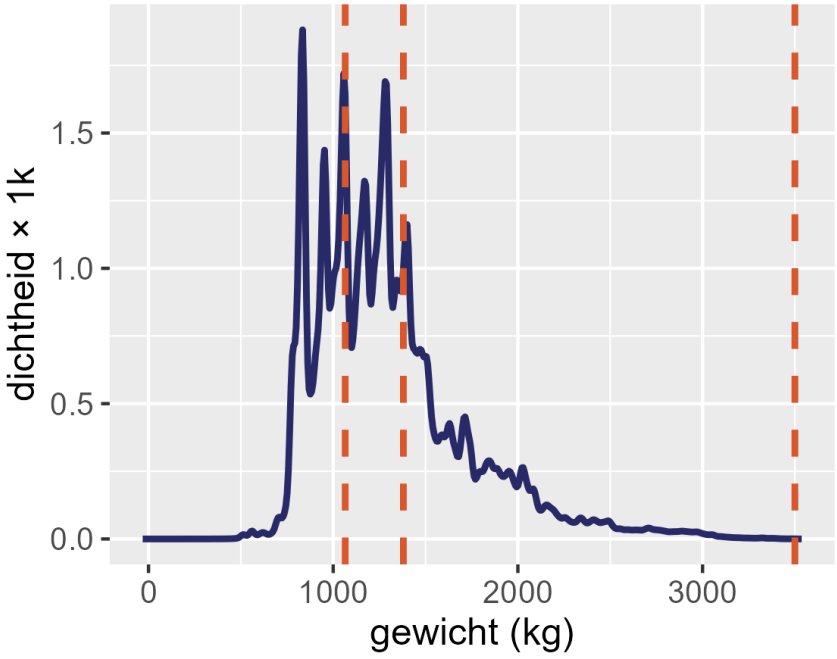
2.1.2 Gewichtsclassificatie

De indeling in gewichtsklassen is uitgevoerd op basis van de meest recente (januari 2024) informatie over het totale voertuigbestand. De Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) houdt het voertuigbestand bij in een database en stelt deze informatie publiekelijk beschikbaar. De database bevat informatie over alle gekentekende voertuigen uit alle Europese voertuigcategorieën, wat neerkomt op een tabel met 16,2 miljoen rijen (voertuigen) en 96 kolommen (kenmerken).

In het huidige onderzoek zijn effecten van voertuiggewicht op de *ongevalsfrequentie* alleen bekeken voor personenauto's (M1) en lichte bedrijfsvoertuigen (N1). Overige voertuigen zijn alleen meegenomen als tegenpartij in analyses van *ongevalsernst*.

Om foutieve data uit te sluiten is de selectie voertuigen uit de categorieën M1/N1 vervolgens gefilterd aan de hand van de volgende criteria: 'Massa ledig voertuig' ≤ 3.500 kg, 'Vermogen'[3] ≤ 500 kW, en 'Wielbasis' ≤ 500 cm. Voertuigen waarvan 'Massa ledig voertuig' niet is ingevuld zijn ook uitgesloten. De resulterende subset van voertuigen uit categorieën M1 en N1 bestaat uit 11,5 miljoen voertuigen (11.502.450).

Vervolgens zijn drie gewichtsklassen binnen 'Massa ledig voertuig' onderscheiden door de verdeling van voertuigen over deze variabele (zie *Afbeelding 2.1*) op te splitsen in drie gelijke delen: de eerste 33% (1/3 deel), de *lichte* voertuigen, heeft een bovendrempel van 1.065 kg; het deel 33-66% (2/3), de *middelzware* voertuigen, een bovendrempel van 1.380 kg, en het laatste, derde deel (66-100%), de *zware* voertuigen, hebben de bovendrempel van 3.500 kg. In het vervolg van dit onderzoek zijn deze drempelwaarden toegepast op de betrokken ongevalspartijen om deze te classificeren.



Afbeelding 2.1 Verdeling van voertuiggewichten in het voertuigpark. Deze verdeling is opgesteld door toepassing van 'Kernel Density Estimation', (d.m.v. de functie 'density' in R met standaardinstellingen: Gaussiaanse kernel en automatische keuze bandbreedte 12,2 kg). De verticale onderbroken lijnen komen overeen met de bovendrempels van drie gelijke delen; voertuigen onder 1.065 kg worden geclassificeerd als 'licht', voertuigen tussen 1.065 en 1.380 kg als 'middelzwaar', en zwaardere voertuigen onder de grens van 3.500 kg als 'zwaar'.

Door een groep voertuigen op te splitsen in drie gewichtsklassen van gelijke omvang, kan worden nagegaan of bepaalde gewichtsklassen oververtegenwoordigd zijn in de ongevallenstatistieken; de nulhypothese zou dan zijn dat er geen verschil is tussen de groepen, wat wil zeggen dat elke groep een gelijk aantal ongevallen heeft.

Het is echter belangrijk op te merken dat door deze aanpak de grootte van groepen voertuigen alleen gelijk is voor de meest recente data, waarop bovenstaande klasse-indeling is gebaseerd. In overweging nemende dat nieuwe voertuigen in de loop van de jaren zwaarder zijn geworden, bevatten de gehanteerde gewichtsklassen géén gelijke aandelen voertuigen gedurende de gehele periode 2015-2022, waarvan we in dit onderzoek de ongevallen beschouwen. In de eerdere jaren zullen er relatief meer lichtere en minder zwaardere voertuigen op de weg zijn geweest. Om deze reden, en omdat ook het aantal kilometers (i.e., de verkeersprestatie) kan verschillen voor de drie gewichtsklassen, is er een correctie nodig voor de mate waarin ze voorkomen in het verkeer (zie *Paragraaf 2.3*).

3. Volgens de documentatie zouden indicaties van 'Vermogen' beschikbaar moeten zijn in de database als velden 'Netto maximumvermogen' en 'Nominaal continu maximumvermogen'. Deze velden zijn echter niet aanwezig in de verkregen data. We berekenen vermogen door daarom door 'massa rijklaar' te vermenigvuldigen met 'massa rijklaar vermogen'. Deze laatste variabele lijkt de ratio tussen massa en vermogen in kW te bevatten.

2.2 Ongevallendata

De ongevallengegevens voor dit onderzoek zijn uit het 'Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland' (BRON) gehaald. Ongevallen worden in Nederland in BRON geregistreerd door de Centrale Informatievoorziening (CIV) van Rijkswaterstaat. Het bestand bevat de verkeers-ongevallenmeldingen van de politie, gekoppeld aan het digitale wegennet. Informatie voor het huidig onderzoek is verkregen uit de BRON-tabellen 'Ongevallen', 'Partijen', 'Slachtoffers' en 'Voertuigdetails':

- *Ongevallen*
  Elk ongeval is een unieke gebeurtenis, waarbij 1 of meer partijen zijn betrokken en 0 of meer slachtoffers zijn gevallen. We hebben deze ongevallen gefilterd om ongevallen met 1 of meer personen- of bestelauto's (N1/M1) te behouden.
- *Partijen*
  Elke partij bestaat uit 1 weggebruiker, bijvoorbeeld een motorvoertuig (M1/N1) met inzittenden of een kwetsbare weggebruiker (e.g., voetgangers of fietsers). Objecten (bomen, losse/vaste voorwerpen of dieren, 'overig') zijn ook geregistreerd in het partijenbestand, maar zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.
- *Slachtoffers*
  Bij een ongeval kunnen 0 (uitsluitend materiële schade), 1 of meer slachtoffers vallen, afkomstig uit 1 of meer partijen, en met verschillende niveaus van letsel.
- *Voertuigdetails*
  Wanneer een partij in een gekentekend voertuig reed, dan zijn eigenschappen van dat voertuig opgetekend in de voertuigdetails (RDW, vanaf 2001).

Het BRON-bestand bevat niet alle ongevallen die plaatsvinden op de openbare weg. Het bestand kent een aanzienlijke onderregistratie: geschat wordt dat slechts ca. 15% van alle ongevallen in BRON voorkomt. Van de ernstige ongevallen, ongevallen met motorvoertuigen en ongevallen met meerdere betrokkenen is de compleetheid een stuk beter (Decae et al., 2023). We nemen in dit onderzoek aan dat de registratie van ongevallen met minstens één motorvoertuig uit de categorie M1/M1 een representatieve steekproef van de werkelijkheid is, en dat dit geldt voor de verschillende gewichtsklassen en voor voertuigen met of zonder elektrische aandrijflijn. Het dient echter wel te worden opgemerkt dat resultaten uit een steekproef niet per definitie generaliseren naar de gehele populatie; er kan sprake zijn van vertekening (bijvoorbeeld omdat ernstiger ongevallen beter worden geregistreerd) en theoretisch is het ook mogelijk dat effecten in de steekproef toevallig zijn.

Alle unieke combinaties van *ongeval*, *partij*, *slachtoffer* en *voertuig* in BRON in de periode 2015-2022 zijn vervolgens samengevoegd tot een bestand van 627.865 ongevallen met onder andere de volgende gegevens:

1. **ongeval-id**: nummer ter identificatie van unieke ongevallen.
2. het **jaar** waarin het ongeval heeft plaatsgevonden; ongevallendata zijn geaggregeerd op jaarbasis (intervalschaal, periode 2015-2022);
3. of het een **eenzijdig ongeval** betreft of niet (booleaan);
4. het **aantal partijen**: voor elk ongeval bepalen we het aantal betrokken partijen (heel getal; ratioschaal). Voorts genereren we een tekstuele classificatie: Een ongeval met één partij is een eenzijdig ongeval; met twee of meer partijen een meervoudig ongeval (tekst, ordinaal);

Deze unieke gegevens per ongeval zijn onder andere gebruikt om het ruwe bestand te 'ontdubbelen', omdat een aantal gebeurtenissen hetzelfde ongeval betrof. Wat resulteerde was een bestand met 614.310 unieke ongevallen.

Om uiteindelijk ongevallen te kunnen onderscheiden naar gewichtsklasse en type aandrijflijn, is voor de betrokken voertuigen in het bestand met ongevallen de volgende informatie over de betrokken partijen gespecificeerd:

5. **gewichtsklasse Partij A** (betrokkene): licht, middelzwaar, zwaar, onbekend[4] (ordinaal);
6. **aandrijflijn Partij A** (betrokkene): elektrisch of fossiel/overig (nominaal);
7. **ernst Partij A** (betrokkene): de hoogste ernst voor (de inzittenden van) partij A: 'uitsluitend materiële schade', 'lichtgewond', 'spoedeisende hulp', 'ziekenhuisopname', 'dodelijk' (ordinaal);
8. **gewichtsklasse Partij B** (tegenpartij): bij een meervoudig ongeval van M1/N1-voertuigen onderling, wordt het voertuig met de hoogste ernst onder inzittenden als tegenpartij geregistreerd. Van deze partij is de gewichtsklasse genoteerd zoals bij partij A (punt 5).
   Bij meervoudige ongevallen met andersoortige partijen wordt genoteerd tot welke categorie de tegenpartij behoorde:
   - *Kwetsbare* weggebruiker: voetganger, fietser, snorfietser, bromfietser
   - *Middelgrote* weggebruiker: motorfiets, brommobiel
   - *Groot voertuig*: vrachtauto's, bussen
   - Overig;
9. **aandrijflijn Partij B** (tegenpartij): elektrisch of fossiel/overig, alleen bij een 'onderling' M1/N1-ongeval;
10. **ernst Partij B** (tegenpartij): de hoogste ernst voor (de inzittenden van) partij B: 'uitsluitend materiële schade', 'lichtgewond', 'spoedeisende hulp', 'ziekenhuisopname', 'dodelijk'.

Bij 20.336 ongevallen bleek bovenstaande classificatie van partijen niet mogelijk omdat de geregistreerde informatie onvoldoende compleet was. Hierdoor bleven uiteindelijk 593.974 ongevallen over. Deze steekproef is gebruikt om per jaar te tellen hoe vaak voertuigen uit de verschillende gewichtsklassen/aandrijvingslijnen betrokken zijn bij ongevallen (i.e., de **ongevals-frequenties**), wat de **ernst** is voor inzittenden van voertuigen uit de respectievelijke categorieën en, specifiek voor meervoudige ongevallen, welke **ernst** is opgetekend voor de tegenpartij(en). De ongevalsfrequenties in de verschillende groepen zijn vervolgens gecorrigeerd voor hun aandeel in het verkeer om de vraag te kunnen beantwoorden of ze onevenredig vaak betrokken zijn bij ongevallen (zie *Paragraaf 2.3*).

Het hierboven beschreven format biedt niet op een eenduidige wijze de ruimte om ongevallen met meer dan twee partijen te plaatsen. Bovendien is aan de hand van BRON niet te achterhalen welke partij verantwoordelijk was voor het letsel van welke andere partij. Bij ongevallen tussen twee partijen kan worden aangenomen, en nemen we ook aan, dat de interactie kruislings was: partij A is verantwoordelijk voor de ernst voor partij B, en vice versa. Bij meer dan twee partijen wordt dit echter gokken. De methode beschreven onder punt 8. was oorspronkelijk bedoeld om hier op een systematische manier mee om te gaan. Het is echter mogelijk dat de methode de resultaten onbedoeld vertekent. Mede omdat slechts bij 1,4% (8.270/593.974) van de ongevallen meer dan twee partijen betrokken waren, is besloten om deze ongevallen uit te sluiten van de analyse.

4. Om voertuigen die ten onrecht geclassificeerd zijn als M1/N1 uit te sluiten, is bij de classificatie van gewicht een ondergrens van 400 kg voor 'licht', en een bovengrens van 3.500 kg voor 'zwaar' gehanteerd. Ongevallen met een voertuiggewicht buiten deze grenzen valt zijn aan de klasse 'onbekend' toegekend.

2.3 Verkeersprestatie en aantal voertuigen

Om ongevalsfrequenties in verschillende groepen te kunnen corrigeren voor de mate waarin die groepen deel uitmaken van het verkeer, is gebruikgemaakt van cijfers over verkeersprestatie van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Het CBS gebruikt gegevens van RDW over het voertuigpark en kilometerteller-registratie om verkeersprestatie uit af te leiden. Voor de volledigheid dient te worden opgemerkt dat deze cijfers het aantal voertuigen reflecteert dat in een betreffend jaar op de weg is geweest, wat ca. 8% groter is dan het aantal op een enkel peilmoment, en ook dat de verkeersprestatie inclusief in het buitenland gereden kilometers is. Voor dit onderzoek heeft het CBS een overzicht van deze cijfers beschikbaar gesteld.

Het CBS heeft tabellen opgesteld, waarin voor de periode 2015 -2022 het aantal voertuigen en het aantal gereden kilometers per categorie is opgenomen. Elke categorie wordt daarbij gevormd door een combinatie van gewichtsklasse en type aandrijflijn. Voor elk jaar in het bereik 2015-2022 is een aparte tabel beschikbaar. De data zijn openbaar en te vinden onder de volgende URL: https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2024/07/voertuigen-en-kilometers-naar-gewicht-2015-2022. Onze verwerking van de gegevens wordt grafisch gepresenteerd in *Hoofdstuk 3*.

2.4 Data-analyse effecten voertuiggewicht en aandrijflijn

De relatie van voertuiggewicht met ongevalsfrequentie (*Paragraaf 2.4.1*) en ongevalsernst (*Paragraaf 2.4.2*) is om te beginnen geanalyseerd voor (inzittenden van) alle ongevalsbetrokken voertuigen (N1/M1). Bij de ernst van ongevallen is daarnaast onderscheid gemaakt tussen eenzijdige en tweezijdige ongevallen, waardoor ook naar de ernst voor de tegenpartij kon worden gekeken (*Paragraaf 2.4.3*). Resultaten uit de literatuur laten immers zien dat zwaardere voertuigen inzittenden meer bescherming bieden, maar lichtere tegenpartijen juist meer letsel toebrengen (*Hoofdstuk 1*).

2.4.1 Analyse ongevalsfrequentie

Voor het evalueren van effecten van voertuiggewicht op *ongevalsfrequentie*, zijn de data gebruikt van alle bij een ongeval betrokken partijen die als vervoerswijze een N1/M1-voertuig uit gewichtsklasse ‘licht’, ‘middelzwaar’ en ‘zwaar’, en aandrijving ‘elektrisch’ of ‘fossiel/overig’ gebruikten. Vervolgens is het aantal voertuigen per combinatie van gewichtsklasse en aandrijflijn geteld, voor elk jaar in de periode 2015-2022. Om de ongevalsfrequentie tussen deze zes categorieën te kunnen vergelijken, zijn de aantallen betrokken voertuigen in elke categorie geschaald naar de verkeersprestatie van die categorie (zie *Paragraaf 2.3*).

2.4.2 Analyse ernst voor inzittenden

De ongevalsernst voor inzittenden is geëvalueerd door de hierboven verkregen (gecorrigeerde) ongevalsfrequenties in de zes categorieën (combinatie van gewichtsklasse en aandrijflijn) verder uit te splitsen naar ernstklassen. Er zijn vijf niveaus van ernst onderscheiden: ‘uitsluitend materiële schade’, ‘lichtgewond’, ’spoedeisende hulp’, ‘ziekenhuisopname’ en ‘dodelijk’.

2.4.3 Analyse ernst voor tegenpartij

De ernst voor de tegenpartij is geanalyseerd voor tweezijdige ongevallen, waarbij de partij met de hoogste ernst onder inzittenden als tegenpartij is aangemerkt. Van deze tegenpartij is de ongevalsernst vergeleken voor elke combinatie van de gewichtsklasse van de betrokkene en die van de tegenpartij. Een dergelijke combinatie noemen we hieronder een conditie. Hierbij is ook een uitsplitsing gemaakt naar aandrijflijn.

De vijf niveaus van ernst zijn voor de analyse gescoord als 1 (uitsluitend materiële schade) tot en met 5 (dodelijk). Deze scores zijn ordinaal, wat wil zeggen dat elk nieuw niveau een hogere ernst aangeeft dan een voorgaand niveau, maar ook dat de afstand tussen niveaus niet gedefinieerd is.

Dit betekent ook dat, strikt genomen, de ernst voor elke combinatie van gewichtsklasse (betrokkene × tegenpartij) het best uitgedrukt kan worden als de mediaan (i.e., de score die de verdeling van ernst in de data in tweeën splitst). Tijdens de analyse bleek het aandeel ongevallen met uitsluitend materiële schade echter dusdanig hoog, dat dit voor elke conditie de score 1 opleverde, en daarom ook dat er geen onderscheid in ernst voor de tegenpartij kon worden gemaakt op basis van de interactie tussen de gewichtsklassen.
Om toch op eenvoudige wijze een beeld van de ongevalsernst te kunnen vormen, zijn de niveaus van ernst daarom behandeld als *waarden* 1 t/m 5, en zijn gemiddelden berekend. Hierbij dient nadrukkelijk te worden opgemerkt dat een conditie met een hogere gemiddelde ernst alleen mag worden geïnterpreteerd als indicatie dat in die conditie hogere ernst *vaker voorkomt*, maar niet als een 'n keer zo hoge' of 'x procent hogere' ernst. Met andere woorden: stel dat voor een conditie een gemiddelde score van 1,2 wordt gevonden, dan reflecteert deze score een ratio tussen de frequenties in de verschillende ernstklassen, maar de score 1,2 heeft geen betekenis voor individuele ongevallen, en biedt ook geen informatie over hoe ver opeenvolgende niveaus van ernst van elkaar afliggen in termen van een relatieve waarde van slachtofferernst. Dat een verschil in gemiddelden ook niet mag worden geïnterpreteerd als een 'n-voudig' verschil in ernst, kan worden geïllustreerd door de keuze van de cijfers in overweging te nemen: stel dat een overlijdensgeval door het getal 100 zou worden gerepresenteerd, in plaats van door het cijfer 5, dan komt de gemiddelde ernst veel hoger uit. Kortom, waarden voor gemiddelde ernst zijn op zichzelf 'nietszeggend', maar zolang voor elke categorie dezelfde sleutel wordt gebruikt, geven de gemiddelden wel inzicht in verschillen tussen de categorieën.

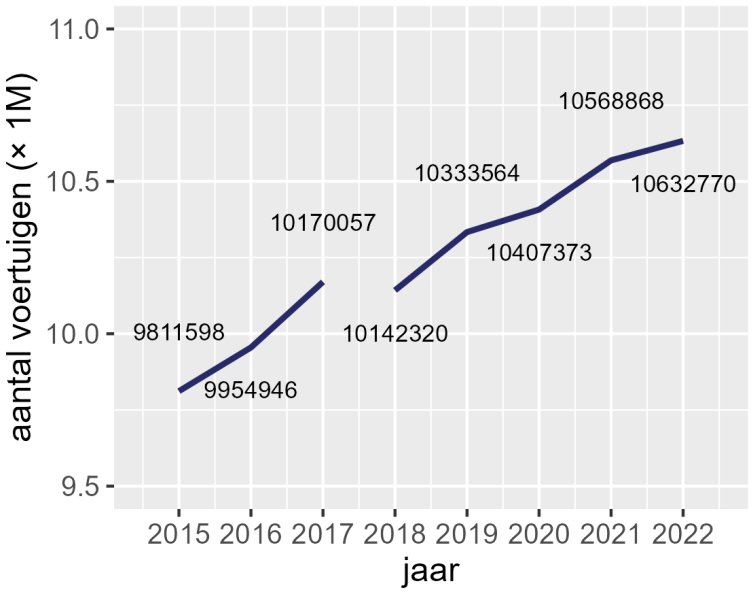
Vanwege bovengenoemde beperkingen aan de interpretatie van gemiddelden, presenteren we in *Bijlage A* ook het *aantal* gewonden (ernstklasse 2, 3 en 4 samengenomen) en doden onder tegenpartijen, per combinatie van gewichtsklassen en uitgesplitst naar aandrijflijn. De beperkingen die hierboven zijn beschreven voor 'gemiddelde ernst' gelden niet voor deze frequenties in *Bijlage A*. Anderzijds tonen deze frequenties niet in één oogopslag de eventuele samenhang tussen ernst en gewichtsklasse. Zoals uitgelegd, presenteren we in de hoofdtekst daarom 'gemiddelde waarden' voor de ernst onder de tegenpartij.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek beschreven. Om te beginnen worden het voertuigpark en de verkeersprestatie gekarakteriseerd aan de hand van beschrijvende statistieken en figuren. Daarna presenteren we de bevindingen op het gebied van ongevalsfrequenties en ongevalsernst.

3.1 Beschrijving voertuigpark en verkeersprestatie

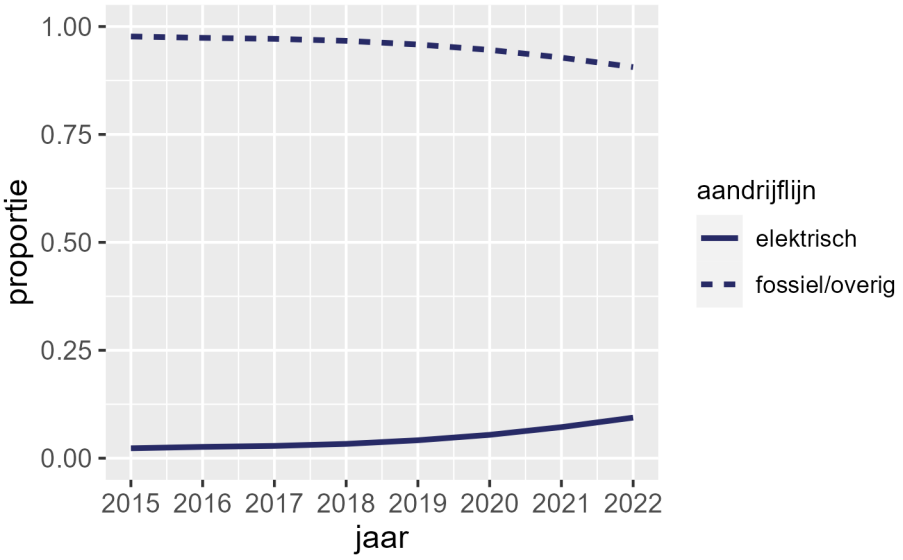
De omvang van het voertuigpark (voor zover het voertuigen uit de klassen M1 en N1 betreft) wordt gepresenteerd in *Afbeelding 3.1*. Er is over de periode 2015-2022 een groei waarneembaar van zo'n 100.000 voertuigen per jaar.



Afbeelding 3.1. Aantal voertuigen uit Europese voertuigcategorie M1 en N1 in het wagenpark, voor de jaren 2015-2022. De onderbreking tussen 2017-2018 is vanwege een wijziging in de telmethode. Vanaf 2018 telt het CBS alleen voertuigen die op basis van verzekering mogen deelnemen aan het verkeer, waardoor ca. 2% van de voertuigen afvalt. Bron: RDW, bewerking CBS.

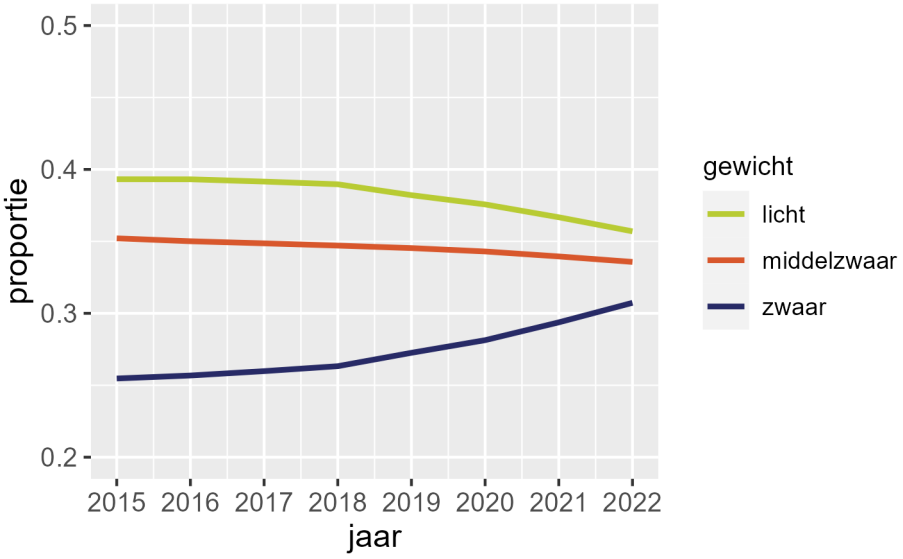
Wanneer we het park opsplitsen in voertuigen met een elektrische versus fossiele/overige aandrijflijn, zien we dat het aandeel elektrische voertuigen klein is, maar gestaag toeneemt tot 9,4% in 2022 (*Afbeelding 3.2*).

Afbeelding 3.2. Aandeel M1/N1-voertuigen met een elektrische aandrijflijn ten opzichte van het aandeel voertuigen met een uitsluitend fossiele/overige aandrijflijn, voor de jaren 2015-2022.



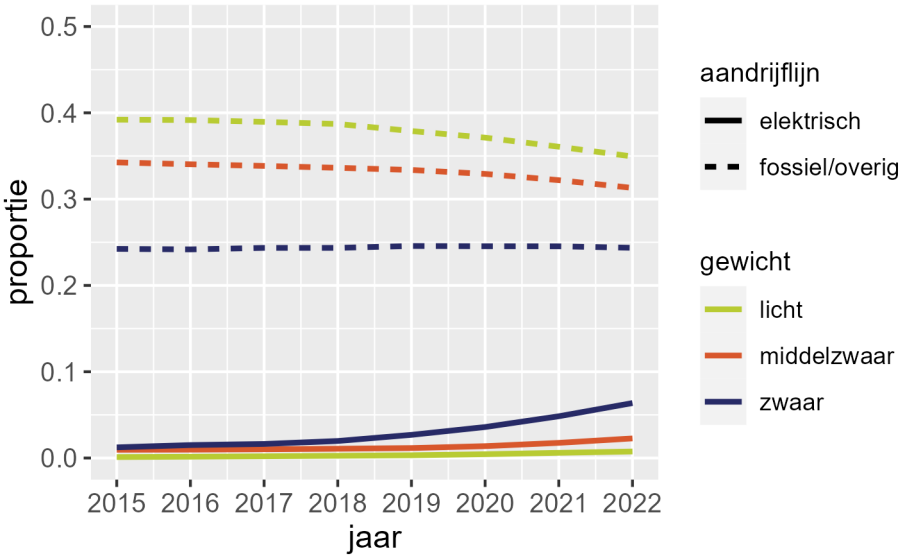
De splitsing van het M1/N1-voertuigpark in gewichtsklassen is gedaan door de verdeling van voertuiggewichten (zoals in de meest recente data van de RDW over het voertuigpark, januari 2024) in drie gelijke delen op te splitsen (zie *Paragraaf 2.1.2*). De bovendrempel van elk deel (1.065 kg, 1.380 kg en 3.500 kg) is gebruikt voor het classificeren van voertuigen. Per definitie is het aantal lichte, middelzware en zware voertuigen dus gelijk voor de meest recente data. Door ook in de periode daaraan voorafgaand deze drempelwaarden te gebruiken, wordt een verschuiving zichtbaar: we zien dat het aandeel lichte en middelzware voertuigen in de afgelopen periode is afgenomen, terwijl het aandeel zware voertuigen is toegenomen (zie *Afbeelding 3.3*).

Afbeelding 3.3. Het aandeel lichte, middelzware en zware voertuigen in het voertuigpark, voor de jaren 2015-2022. De splitsing op basis van gewicht is gedaan door de verdeling van voertuiggewichten in de meest recente cijfers van de RDW in drie gelijke delen op te splitsen.



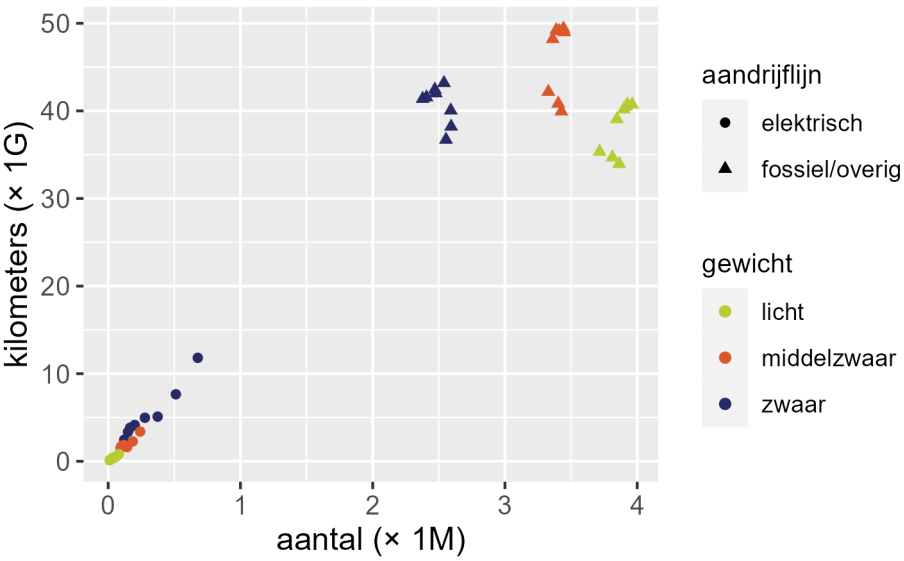
Een verdere uitsplitsing naar combinatie van gewichtsklasse en aandrijflijn, laat zien dat bij voertuigen met een fossiele/overige aandrijflijn, het aandeel lichte en middelzware voertuigen sinds 2015 afneemt; het aandeel zware voertuigen blijft nagenoeg gelijk. Een tegenovergestelde trend is waarneembaar voor elektrisch aangedreven voertuigen. Voor deze groep is de toename van zware voertuigen groter dan de toename van middelzware voertuigen, en nog weer groter dan het aandeel lichte voertuigen (zie *Afbeelding 3.4*).

Afbeelding 3.4. Het aandeel lichte, middelzware en zware voertuigen in het voertuigpark, uitgesplitst naar aandrijflijn, voor de jaren 2015-2022.



Om rekening te houden met de mogelijkheid dat bepaalde groepen voertuigen meer kilometers maken dan andere en daardoor vaker worden blootgesteld aan conflictsituaties, is ook de verkeersprestatie per groep nagegaan.
Over het gehele park blijkt de verkeersprestatie sterk gecorreleerd met het aantal voertuigen (ρ=0,951). Uitgesplitst naar de zes groepen zien we dat het verband voor voertuigen met een elektrische aandrijflijn vrijwel lineair is, maar dat dit niet geldt voor voertuigen met een fossiele/overige aandrijflijn (*Afbeelding 3.5*). Hier lijkt het verband naar beneden af te buigen, wat in dit geval inhoudt dat lichte voertuigen naar rato minder kilometers per jaar (ca. 10.000) maken dan middelzware voertuigen (ca. 14.000 km/jaar), en die weer minder dan zware voertuigen (ca. 16.000 km/jaar).
Omdat het aantal ongevallen ongeveer proportioneel is aan hoeveel er gereden wordt, is besloten om niet het aantal voertuigen, maar de verkeersprestatie te nemen als correctiefactor voor de ongevallenstatistieken in het vervolg van de analyse (zie ook *Paragraaf 2.3*).

Afbeelding 3.5. Aantal voertuigen per groep, uitgezet tegen het aantal gereden kilometers (in miljarden). Elk datapunt representeert een jaar in de periode 2015-2022. Bron: CBS.



3.2 Ongevallenanalyse

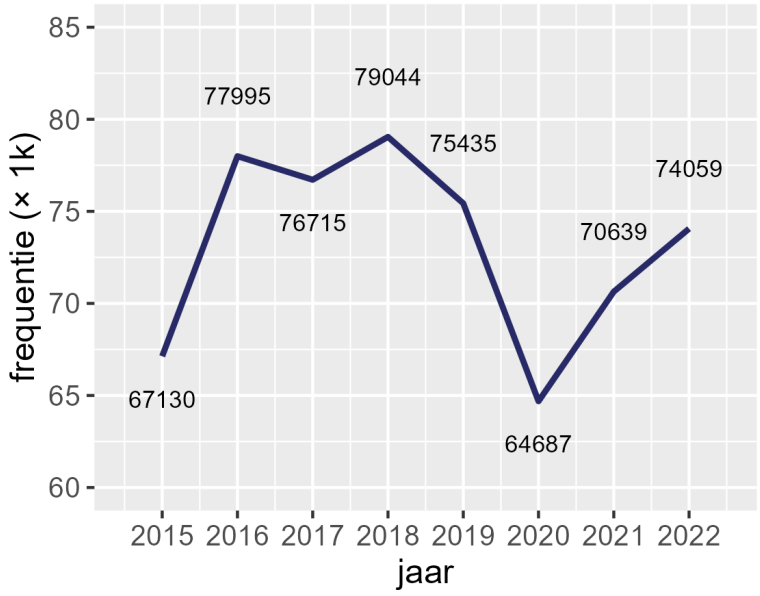
Na toepassen van de selectiecriteria zijn in BRON gegevens te vinden van 614.310 unieke ongevallen voor de jaren 2015-2022. Van deze ongevallen was de registratie van de benodigde gegevens voldoende compleet voor verdere analyse in 593.974 gevallen. Binnen deze steekproef waren er 8.270 (1,39%) ongevallen met meer dan twee partijen (zie *Tabel 3.1*). Omdat van deze ongevallen niet duidelijk is welke partij verantwoordelijk is voor de ernst van welke andere partij, zijn deze ongevallen uitgesloten van de analyse.

Tabel 3.1. Ongevallen uitgesplitst naar aantal partijen en het aantal partijen dat geclassificeerd kan worden als behorende tot categorie M1/N1 met een van de drie gewichtsklassen en aandrijflijn elektrisch of fossiel/overig (periode 2015-2022). In de analyse is alleen gekeken naar een- en tweezijdige ongevallen (dikgedrukt).

		Aantal M1/N1-partijen		
		1	2	3
Aantal partijen	1	**156.881**	-	-
	2	**202.207**	**226.616**	-
	3	2.748	2.804	1.993
	4	139	251	188
	5	35	52	25
	6	4	16	6
	7	0	3	3
	8	2	0	1

Ter illustratie wordt voor de overgebleven set van 585.704 ongevallen de verdeling per jaar getoond in *Afbeelding 3.6*. De dip in het aantal ongevallen in 2020 schrijven we toe aan maatregelen rond de coronapandemie en fluctuaties in de compleetheid van de politieregistratie.

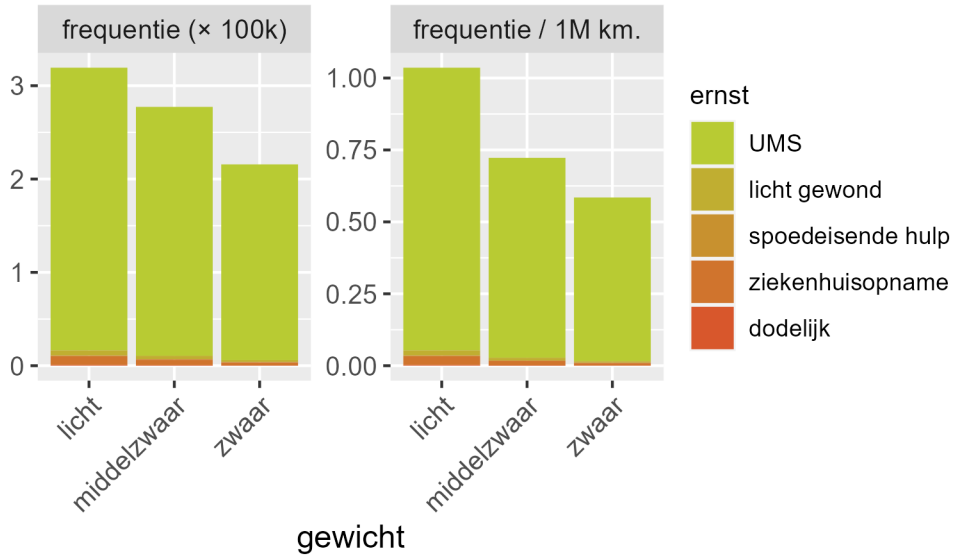
Afbeelding 3.6. Aantal ongevallen met ten hoogste twee partijen, waar voertuigen uit de categorie M1/N1 bij betrokken zijn geweest, voor de jaren 2015-2022



3.3 Ongevalsfrequentie naar voertuiggewicht en aandrijflijn

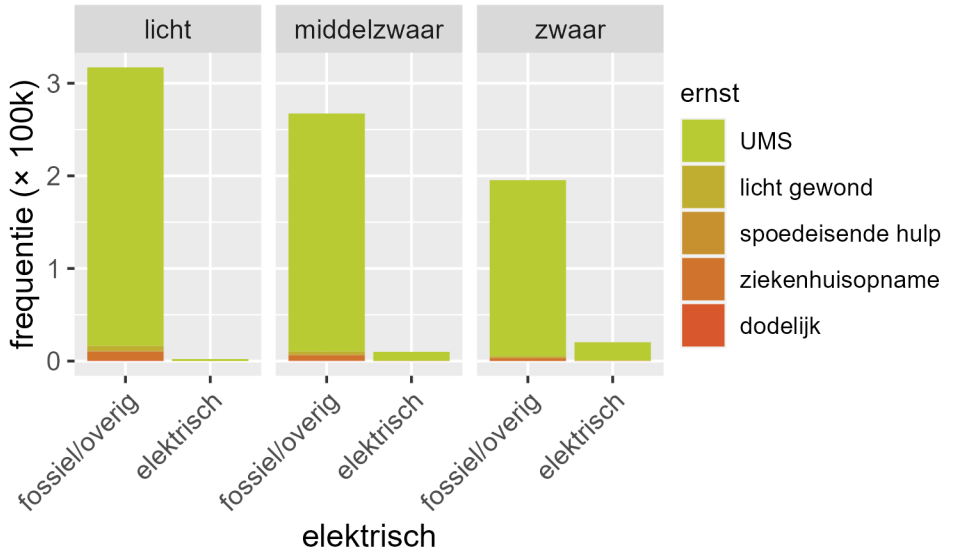
Het linker paneel van *Afbeelding 3.7* toont de som van het aantal ongevallen met M1/N1-voertuigen over de jaren 2015-2022 (ruim 585 duizend; *Tabel 3.1*) uitgesplitst naar gewichtsklasse. We zien dat het absolute aantal ongevallen met lichte voertuigen hoger was dan dat met middelzware, en dat was weer hoger dan het aantal ongevallen met zware voertuigen. In het rechter paneel worden deze cijfers gecorrigeerd voor het aantal gereden kilometers (in miljoenen). Hier zien we nagenoeg hetzelfde beeld; in verhouding is het verschil tussen lichte en middelzware voertuigen iets sterker geworden, en het verschil tussen middelzware en zware voertuigen iets zwakker. De correctie voor verkeersprestatie is hier van weinig invloed op de resultaten omdat het verschil in de verkeersprestatie tussen deze groepen beperkt is (308.208, 383.774 en 368.862 miljoen kilometer voor lichte, middelzware en zware voertuigen, respectievelijk; hier is de verkeersprestatie van de verschillende aandrijflijnen samengenomen).

Afbeelding 3.7. Ongevalsfrequentie per gewichtsklasse (linker paneel), en ongevalsfrequentie gecorrigeerd voor verkeersprestatie (rechter paneel), per gewichtsklasse voor de gehele periode 2015-2022. De onderverdeling in kleuren per staaf toont de hoogste ernst van het ongeval voor (inzittenden van) de betrokken partij.



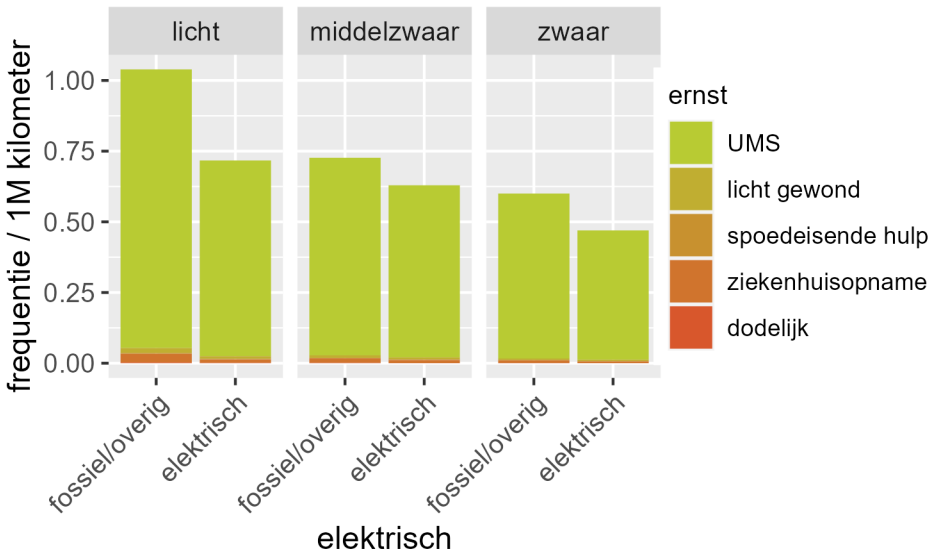
In *Afbeelding 3.8* en *Afbeelding 3.9* worden deze cijfers verder uitgesplitst naar aandrijflijn. In *Afbeelding 3.8* zien we dat het absolute aantal ongevallen voor fossiel/overig aangedreven voertuigen vele malen hoger is dan voor voertuigen met een elektrische aandrijflijn, en dat het aantal ongevallen afneemt voor hogere gewichtsklassen.

Afbeelding 3.8. Ongevalsfrequentie voor de gehele periode 2015-2022 per gewichtsklasse, uitgesplitst naar aandrijflijn.



Omdat de verkeersprestatie per groep echter aanzienlijk verschilt wanneer aandrijflijn wordt meegenomen in de uitsplitsing (zie *Afbeelding 3.5*), zijn bovenstaande cijfers gecorrigeerd voor de afgelegde kilometers per groep. Deze cijfers worden inzichtelijk gemaakt in *Afbeelding 3.9*.

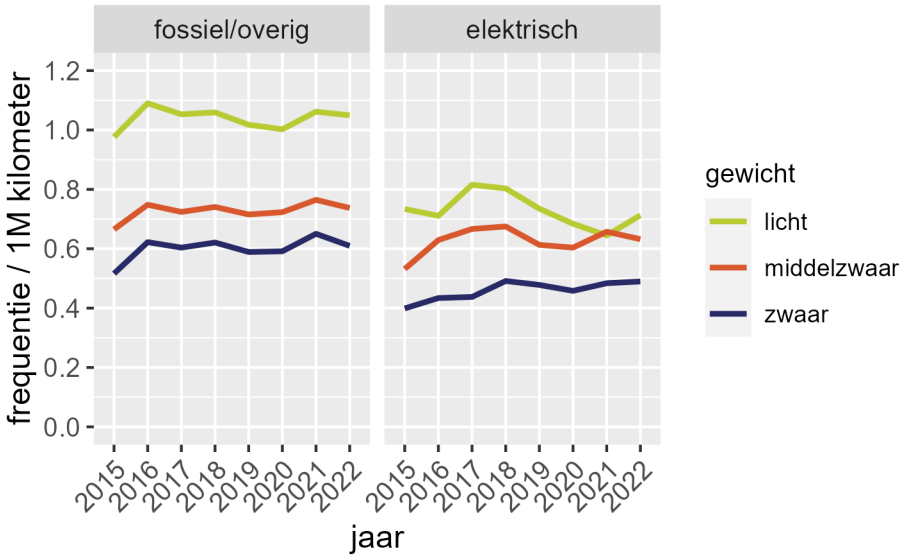
Afbeelding 3.9. Ongevalsfrequentie gecorrigeerd voor verkeersprestatie (periode 2015-2022) uitgesplitst naar aandrijflijn.



De diagrammen hierboven tonen dat elektrisch aangedreven voertuigen ook per afgelegde kilometer minder vaak betrokken waren bij ongevallen dan fossiel/overig aangedreven voertuigen, en dat dit het geval was voor iedere gewichtsklasse.

Wanneer we geen onderscheid maken naar ernst, kan ook het verloop van de gecorrigeerde ongevalsfrequentie over de jaren 2015-2022 getoond worden (*Afbeelding 3.10*). Hier zien we dat voor de verschillende subgroepen de ontwikkeling in ongevalsfrequentie vergelijkbaar was met die in de totale groep (*Afbeelding 3.6*).

Afbeelding 3.10. Aantal ongevallen per gewichtsklasse, uitgesplitst naar aandrijflijn, voor de jaren 2015-2022.



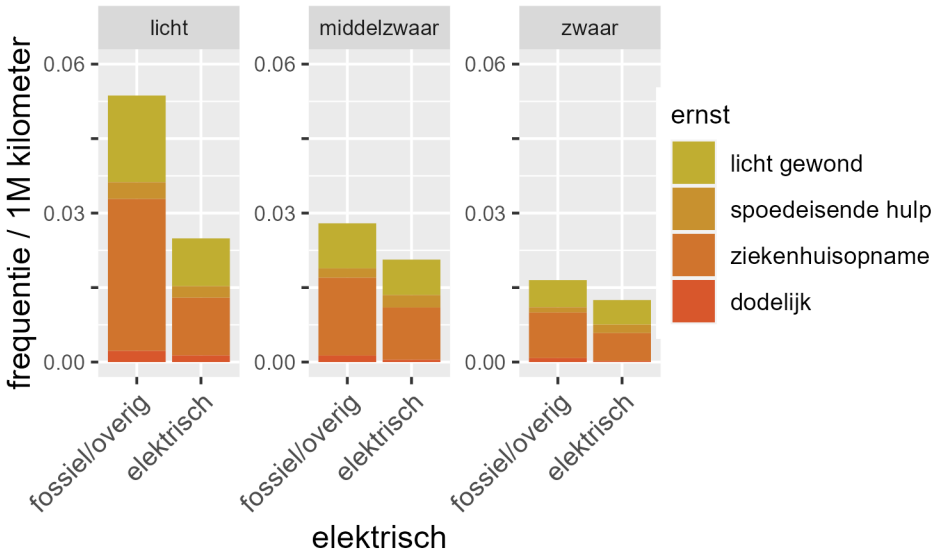
3.4 Ongevalsernst naar voertuiggewicht en aandrijflijn

We bekijken in deze paragraaf afzonderlijk de effecten van voertuiggewicht en aandrijflijn op de ernst van het ongeval voor de inzittenden van het M1/N1-voertuig (*Paragraaf 3.4.1*) en op de ernst voor (inzittenden van) de tegenpartij in tweezijdige botsingen (*Paragraaf 3.4.2*).

3.4.1 Ernst voor inzittenden, naar voertuiggewicht en aandrijflijn

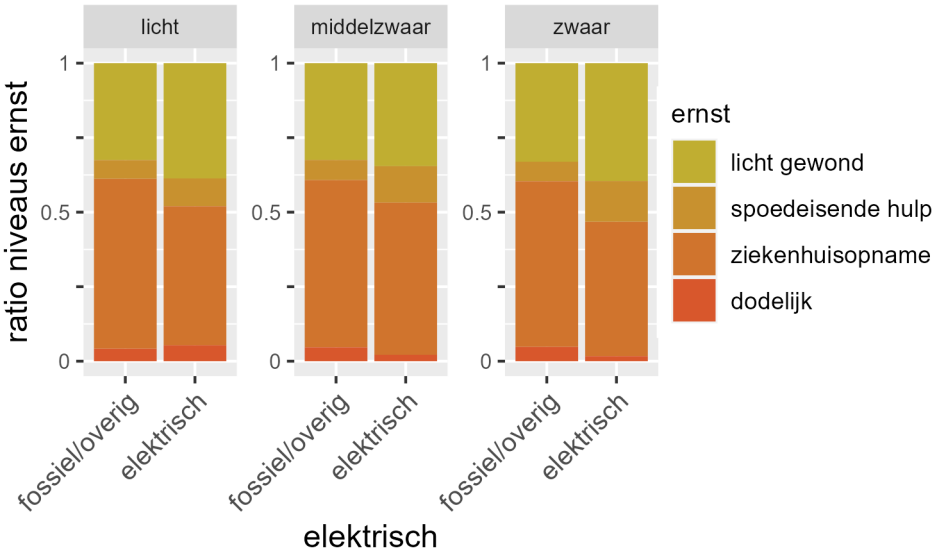
In de ongevalsfrequenties die zijn getoond in *Afbeeldingen 3.7* t/m *3.9* uit de vorige paragraaf is ook al een onderscheid aangebracht naar verschillende niveaus van ongevalsernst. Daarin is een groot aandeel ongevallen met uitsluitend materiële schade te zien, waardoor de ernst voor inzittenden als functie van voertuiggewicht niet goed af te lezen is. In deze paragraaf kijken we daarom specifiek naar ongevallen met een ernstiger afloop dan uitsluitend materiële schade. In *Afbeelding 3.11* worden deze cijfers inzichtelijk gemaakt.

Afbeelding 3.11. Frequentie waarin ongevallen resulterend in verschillende niveaus van ernst voorkomen (periode 2015-2022), uitgesplitst naar gewichtsklasse en aandrijflijn. In deze figuren zijn ongevallen met uitsluitend materiële schade niet meegenomen.



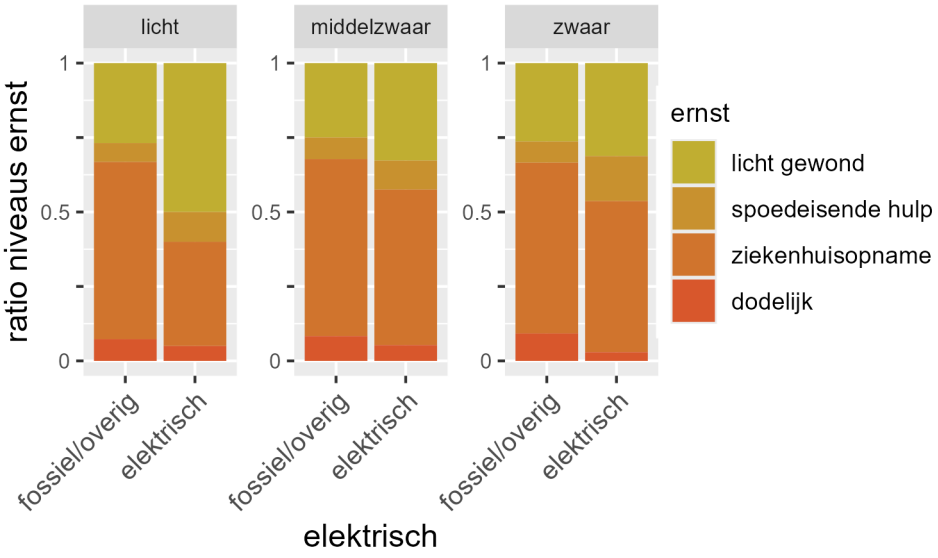
Om de frequenties van verschillende ongevalsernst tussen verschillende groepen te kunnen vergelijken, zijn ze in de volgende afbeeldingen relatief weergegeven, namelijk ten opzichte van de totale frequentie in de betreffende groep. De totale (gecorrigeerde) frequentie in elke groep is daarbij op 1 gesteld. *Afbeelding 3.12* laat geen noemenswaardige verschillen zien in de ernst voor inzittenden van de primaire partij, afhankelijk van voertuiggewicht. Wel lijken voor voertuigen met een elektrische aandrijflijn de ongevallen naar verhouding iets minder ernstig te zijn afgelopen dan bij voertuigen met uitsluitend een fossiele/overige aandrijving.

Afbeelding 3.12. Ratio van verschillende ernstniveaus binnen elke groep (periode 2015-2022). Het gewicht van het voertuig heeft geen noemenswaardige invloed op deze ratio. Echter, voor elektrisch aangedreven voertuigen lijkt de ratio meer in het voordeel van lichtere ernst te liggen dan voor fossiel/overig aangedreven voertuigen.



Of zwaardere voertuigen inzittenden meer bescherming bieden, zou specifiek kunnen blijken uit ongevallen waar geen andere voertuigen bij betrokken zijn. Daarom bekijken we ook de verdeling van ernst binnen de ca. 157 duizend eenzijdige ongevallen (*Tabel 3.1*). Net als in de figuur hierboven, zien we in *Afbeelding 3.13* voor voertuigen met een fossiele/overige aandrijflijn geen wezenlijke verschillen tussen gewichtsklassen. Voor voertuigen met een elektrische aandrijflijn waren er wel verschillen zichtbaar. Hier dient te worden opgemerkt dat voor de groep elektrische voertuigen zeer weinig eenzijdige ongevallen bekend zijn waarvan de ernst hoger is dan uitsluitend materiële schade (gewichtsklasse licht: 20 ongevallen, waarvan 1 dodelijk; middelzwaar: 113, waarvan 6 dodelijk; zwaar: 205, eveneens 6 dodelijk).

Afbeelding 3.13. Ratio van verschillende ernstniveaus binnen elke groep, specifiek voor eenzijdige ongevallen (periode 2015-2022). De resultaten verschillen niet wezenlijk van die van analyse van het geheel: gewicht van heeft geen noemenswaardige invloed op deze ratio, maar voor elektrisch aangedreven voertuigen is vaker sprake van lichtere ernst.



3.4.2 Ernst voor de tegenpartij, naar voertuiggewicht en aandrijflijn

De ernst van ongevallen voor de tegenpartijen van lichte, middelzware en zware voertuigen (M1/N1) is geanalyseerd voor de ruim 428 duizend tweezijdige ongevallen (*Tabel 3.1*). Bij iets meer dan de helft daarvan is de tegenpartij een ander licht, middelzwaar of zwaar voertuig uit diezelfde categorie. Bij de andere tweezijdige ongevallen is de tegenpartij een andersoortige weggebruiker, waarbij we onderscheid maken tussen kwetsbare weggebruikers (voetgangers, fietsers, brom-/snorfietser), middelgrote weggebruikers (brommobielen, motorenrijders) en

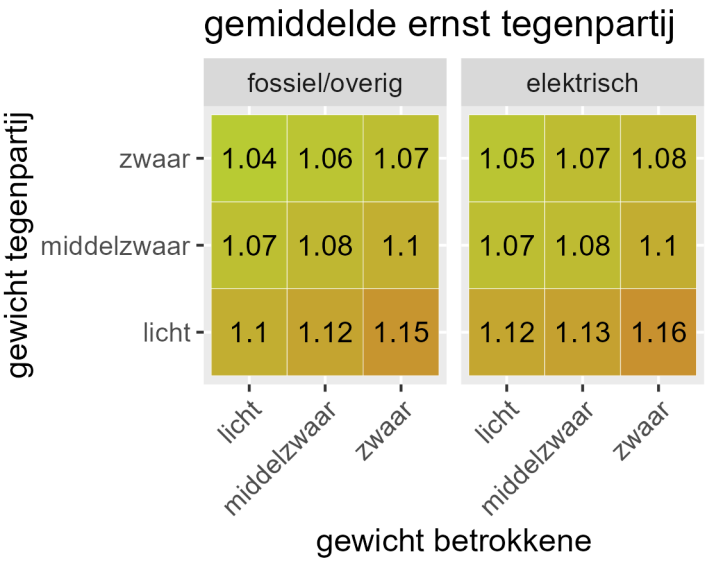
grote weggebruikers (vrachtauto, bus). In deze paragraaf beschouwen we de ernst voor deze typen tegenpartij – voertuig uit dezelfde categorie en andersoortige weggebruiker – apart omdat er tussen deze twee groepen grote verschillen in ongevalsernst werden gevonden.

De ernst van elk ongeval is uitgedrukt in één van vijf discrete niveaus: 1 - uitsluitend materiële schade, 2 t/m 4 - letselklassen met toenemende ernst, en 5 - dodelijke afloop (*Paragraaf 2.2*). De nummers 1 t/m 5 zijn dus ernstklassen en geen waarden. Om de ongevalsernst van een bepaalde subgroep te kunnen illustreren, zijn ze hier echter toch als waarden gebruikt: voor elke combinatie van categorieën (drie van de betrokkene en drie van de tegenpartij) is op basis van deze scores de 'gemiddelde ernst' gepresenteerd. De waarde van deze 'gemiddelde ernst' heeft op zichzelf geen betekenis, maar reflecteert de frequentie waarmee scores 1 t/m 5 voorkomen: hogere waarden wijzen op vaker een hogere ernst. Een verdere toelichting is gegeven in *Paragraaf 2.4.3*, en een meer gedetailleerde uitsplitsing van cijfers is beschikbaar in *Bijlage A*: aantallen gewonden en doden onder verschillende soorten tegenpartijen, afhankelijk van de gewichtsklasse van de betrokkene.

Voertuig M1/N1 als tegenpartij

Wanneer twee voertuigen uit de onderzochte M1/N1-categorie met elkaar in botsing komen, blijkt de ernst voor de tegenpartij in verreweg de meeste gevallen 'uitsluitend materiële schade' of 'lichtgewond' te zijn (*Afbeelding 3.14*). Er is echter wel een verschuiving naar hogere niveaus van ernst voor de tegenpartij te zien met een toenemend voertuiggewicht van de betrokkene.

Afbeelding 3.14. Gemiddelde ernst voor tegenpartijen uit de gewichtsklassen licht, middelzwaar en zwaar; uitgezet tegen de gewichtsklasse van het voertuig van de betrokkene. De twee panelen tonen afzonderlijk de resultaten voor fossiel/overig aangedreven voertuigen en voertuigen met een elektrische aandrijflijn.



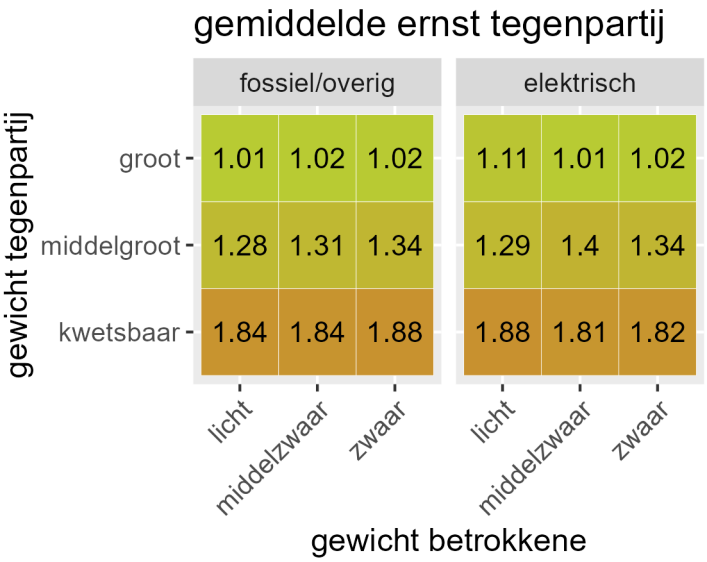
Overige tegenpartijen

Wanneer een betrokkene uit de M1/N1-categorie in botsing komt met een ander type weggebruiker, blijkt de afloop voor de tegenpartij ernstiger te zijn geweest voor kwetsbare en middelgrote weggebruikers (*Afbeelding 3.15*). Dit resultaat ligt in de lijn der verwachting, gezien het verschil in massa tussen deze tegenpartijen en een personen- of bestelauto. Voor fossiel/overig aangedreven voertuigen zien we hier mogelijk ook een toename van ernst met de gewichtsklasse van de betrokkene; voor voertuigen met een elektrische aandrijflijn is dit niet zichtbaar. Bij botsingen tussen een voertuig uit de M1/N1-categorie en grote weggebruikers als tegenpartij was de ernst bij de tegenpartij juist lager dan bij botsingen tussen voertuigen uit categorie M1/N1-onderling.

De resultaten voor elektrisch aangedreven voertuigen lijken wat minder consistent dan die voor fossiel/overig aangedreven voertuigen. Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat het aantal ongevallen bij sommige combinaties van categorieën erg laag was: voor elektrische voertuigen

waren er bijvoorbeeld 1.517 ongevallen met ‘middelgrote’, en 1.098 ongevallen met ‘grote weggebruikers' bekend, tegenover respectievelijk 35.390 en 24.373 ongevallen tussen deze soorten weggebruikers en fossiel/overig aangedreven voertuigen.

Afbeelding 3.15. Gemiddelde ernst voor andersoortige tegenpartijen, uitgezet tegen de gewichtsklasse van het voertuig van de betrokkene. De twee panelen tonen afzonderlijk de resultaten voor fossiel/overig aangedreven voertuigen en voertuigen met een elektrische aandrijflijn.



4 Discussie

Dit hoofdstuk presenteert en bediscussieert de antwoorden op de vraag of zwaardere voertuigen vaker betrokken zijn bij ongevallen dan lichtere voertuigen (*Paragraaf 4.1*), en of dit onderscheid (ook) van invloed is op de ernst van ongevallen (*Paragraaf 4.2*). Aangezien in het commissiedebat dat aanleiding gaf voor dit onderzoek niet alleen zwaardere voertuigen, maar vooral ook *Sports Utility Vehicles* (SUV's) werden genoemd, gaan we tot slot kort in op wat er in dit verband wel en niet bekend is over de rol van SUV's (*Paragraaf 4.3*).

4.1 Zijn zwaardere voertuigen vaker betrokken bij ongevallen dan lichtere voertuigen?

De gepresenteerde ongevallenstatistieken geven geen aanwijzingen dat zwaardere personen- en bestelvoertuigen vaker betrokken zouden zijn bij ongevallen. Het tegendeel lijkt het geval: in deze steekproef waren lichtere voertuigen vaker betrokken bij ongevallen dan zwaardere. De minste ongevallen gebeurden met zware voertuigen. Dit gold zowel voor de absolute aantallen ongevallen als relatief gezien: na correctie voor de verkeersprestatie. Deze analyse kan geen informatie geven over *waardoor* dit verschil er is.
Een genuanceerder beeld ontstond door de ongevallenstatistieken behalve naar gewichtsklasse ook uit te splitsten naar type aandrijving: voertuigen met een fossiele/overige aandrijflijn versus voertuigen met een elektrische aandrijflijn. Hier was te zien dat elektrisch aangedreven voertuigen per afgelegde afstand minder vaak betrokken waren bij ongevallen dan voertuigen met een fossiele/overige aandrijflijn. Dit effect was zichtbaar in elke gewichtsklasse. Ook hier is met het huidige onderzoek niet te bepalen *waardoor* dit verschil er is.

Voor de oververtegenwoordiging van lichte voertuigen in de ongevallenstatistieken hypothetiseren we dat dit mogelijk toe te schrijven is aan het typische gebruiksdomein van voertuigen. Hoewel ons geen studies bekend zijn die dit vermoeden ook statistisch bevestigen, maken kleine, lichte voertuigen waarschijnlijk een groter deel van hun kilometers binnen de bebouwde kom, terwijl zware voertuigen waarschijnlijk meer buiten de bebouwde kom rijden. Ter illustratie, het kleinste segment auto (A) is ook bekend onder de naam *stadsauto's*. Omdat binnen de bebouwde kom meer kruisingen voorkomen, en het risico op conflictsituaties daar het grootst is (SWOV, 2022), is het aannemelijk dat lichte voertuigen meer worden blootgesteld aan conflictsituaties, die dan ook relatief vaker materialiseren in ongevallen. In principe zijn gegevens over de locatie van ongevallen ook beschikbaar in BRON, en zou een vervolgstudie deze vraag kunnen adresseren. Evaluatie van de hypothese vergt echter een modelmatige aanpak: vanwege mogelijke interacties tussen gewichtsklasse, aandrijflijn en locatie zijn er dusdanig veel vergelijkingen te maken dat de in dit onderzoek gehanteerde methode te onoverzichtelijk wordt, en daarmee te gevoelig voor fouten.
Een alternatieve verklaring voor de hogere ongevalsfrequentie van lichte (en voor de lagere van zware) voertuigen, zou kunnen zijn dat zware voertuigen vaak ook groter en hoger zijn. Voor de bestuurder betekent dit mogelijk een beter (over)zicht, en voor de andere weggebruikers vallen grote voertuigen mogelijk ook eerder op.

Voor de lagere ongevalsfrequentie van elektrisch aangedreven voertuigen (per afgelegde afstand en in elke gewichtsklasse) zou een mogelijke verklaring kunnen zijn dat elektrisch aangedreven voertuigen over het algemeen ook nieuwere voertuigen zijn, die vaker geavanceerde rijhulp-systemen bevatten die ongelukken kunnen helpen voorkomen (SWOV, 2019). Denk hierbij aan systemen zoals adaptieve cruisecontrol, systemen voor rijbaanassistentie en automatische noodremsystemen. Met gegevens over het bouwjaar en opties van voertuigen, en informatie over hun verkeersprestatie, is ook deze hypothese mogelijk te toetsen.

4.2 Is voertuiggewicht van invloed op de ernst van ongevallen?

Voor het beantwoorden van deze vraag hebben we – in lijn met inzichten uit de literatuur – een onderscheid gemaakt tussen a) de ernst voor de (inzittenden van) de *direct betrokken partij* bij verschillende gewichtsklassen van het gereden voertuig, en b) de ernst voor de *tegenpartij* bij verschillende combinaties van gewichtsklassen van beide partijen.

In de onderzochte ongevallenstatistieken zagen we voor de *direct betrokkene* dat de verdeling van ongevallen over de verschillende niveaus van ernst niet wezenlijk verschilde tussen de gewichtsklassen. Er was wel een verschil te zien tussen elektrisch en niet-elektrisch aangedreven voertuigen: elektrische voertuigen hadden relatief gezien meer ongevallen met lagere niveaus van ernst dan fossiel/overig aangedreven voertuigen. Dit gold zowel voor eenzijdige ongevallen als voor alle een- en tweezijdige ongevallen samen.
Net als bij de eerdere analyse van ongevalsfrequenties kunnen we hier alleen vaststellen *dát* er een verschil was, maar niet *waardoor* dit kwam. Ook hier kunnen we echter weer speculeren dat het te maken heeft met de aanwezigheid van geavanceerde veiligheidssystemen in nieuwere (elektrische) voertuigen: zelfs wanneer deze systemen een ongeval niet geheel kunnen voorkomen, kunnen ze mogelijk nog wel bijdragen aan veiligheid door sneller/adequater in te grijpen dan een mens dat kan. Dit kan de impuls bij een botsing, en daaruit resulterend letsel, mogelijk beperken.

Voor de *tegenpartij in tweezijdige voertuigongevallen* zien we in de onderzochte ongevallendata dat ernstiger letsel vaker voorkwam naarmate deze tegenpartij een lichter voertuig reed of botste met een zwaarder voertuig van de direct betrokken partij. Dat effect is het sterkst bij de combinatie van een lichte tegenpartij in botsing met een zwaar voertuig.
De richting van deze effecten is in lijn met bevindingen uit de literatuur die uitwijzen dat heterogeniteit van voertuigmassa's in het park een nadelig effect heeft op de verkeersveiligheid.

Onder *andersoortige tegenpartijen* zagen we voor kwetsbare en middelgrote weggebruikers gemiddeld veel vaker ernstiger letsel dan bij ongevallen tussen twee voertuigen hierboven. Mogelijk was dit letsel bij de tegenpartij ook ernstiger bij toenemende gewichtsklasse van het betrokken voertuig.
De gemiddeld hogere ernst in de onderzochte steekproef onder andersoortige tegenpartijen dan personen- en bestelwagens is, net als hierboven, grotendeels te verklaren doordat heterogeniteit in massa ongunstig is voor de ongevalsafloop. Zo is bijvoorbeeld bekend dat voetgangers en fietsers een grote kans hebben op ernstig of dodelijk letsel wanneer zij in botsing komen met een voertuig dat 30 km/uur of meer rijdt (SWOV, 2020a). Mogelijk worden de verschillen daarbij nog vergroot/vertekend door het feit dat ernstiger ongevallen beter worden geregistreerd in BRON. Wanneer een voertuig in botsing komt met een kwetsbare weggebruiker zoals voetganger of fietser en er géén letsel is, is de kans kleiner dat het ongeval gemeld en geregistreerd wordt bij de politie en terechtkomt in BRON.
Voor ongevallen tussen de onderzochte personen-/bestelvoertuigen en grote weggebruikers (i.e., bussen en vrachtwagens), waar de tegenpartij qua massa in het voordeel zou moeten zijn, zien we ook een gemiddeld lagere ernst. Dit ligt daarom in de lijn der verwachting, en is ook consistent met eerdere bevindingen (SWOV, 2020b).

4.3 De rol van SUV's

In het commissiedebat dat aanleiding gaf voor het huidige onderzoek werd gesproken over impact op verkeersveiligheid van verschillende fysieke voertuigeigenschappen, namelijk *afmetingen* ('groter') en *massa* ('zwaarder'), maar ook in termen van een specifieke classificatie van voertuigen, namelijk voertuigen van het type *Sports Utility Vehicle* (SUV). In het algemeen zijn SUV's voertuigen die eigenschappen van een typisch passagiersvoertuig combineren met eigenschappen van trucks en/of terreinvoertuigen. SUV's hebben gemiddeld genomen een groter gewicht en grotere motor dan niet-SUV's (VIAS, 2022), zijn hoger dan gemiddeld, en hebben een grotere bodemvrijheid.

In een aantal recente internationale publicaties is het beeld geschetst dat grote voertuigen, en specifiek SUV's, een negatieve impact hebben op de verkeersveiligheid, en in het bijzonder op de veiligheid van kwetsbare weggebruikers[5]. Zo is gebleken dat de kans op overlijden groter is voor inzittenden van een gewone personenauto wanneer zij botsen met een SUV, terwijl die kans voor inzittenden van een SUV juist kleiner is (Fredette et al., 2008; Monfort & Nolan, 2019). Vanwege de hogere bodemvrijheid van SUV's bestaat ook een risico op onderschuiving voor kwetsbare weggebruikers (Hoogvelt et al., 2004). Diepteonderzoek heeft uitgewezen dat fietsers ernstiger gewond raakten als ze door een SUV waren aangereden dan door een normale personenauto, en vooral hoofdletsel kwam vaker voor (Monfort & Mueller, 2023). De grotere letselernst bij aanrijdingen met SUV's leek vooral te komen doordat slachtoffers na een botsing met een SUV op de grond werden geslingerd en daarna ook nogal eens werden overreden. De studie toonde daarnaast aan dat niet alleen de grootte maar ook de vormgeving van het voertuig (m.n. van het voertuigfront) relevant is voor het ontstaan van bepaalde typen letsel en letselernst. Dit bevestigt eerder onderzoek naar dit onderwerp dat gericht was op voetgangers (Desapriya et al., 2010).

In het licht van bovengenoemde bevindingen, zou het interessant zijn geweest om te onderzoeken of SUV's vaker zijn betrokken bij ongevallen dan niet-SUV's, en of de classificatie 'SUV' of 'niet-SUV' van invloed is op de ernst van ongevallen. Aanbrengen van een classificatie van voertuigen als SUV of niet-SUV in ongevallendata (en in het voertuigbestand; door CBS) bleek in de praktijk echter niet doenlijk. De kern van het probleem zit erin, dat SUV een term is die gebruikt wordt voor marketing van voertuigen, maar niet in officiële registratie. Zoals eerder genoemd is er een aantal eigenschappen die in het algemeen gelden voor SUV's, maar deze eigenschappen zijn niet absoluut, noch universeel en uniform toegepast bij het aanduiden van voertuigen als zodanig, al dan niet door fabrikanten. Het voertuigbestand van de RDW bevat dan ook geen classificatie van voertuigen als SUV. Om deze reden heeft het ministerie SWOV voor het onderhavige onderzoek gevraagd om te kijken naar voertuiggewicht: de effecten van *zwaardere* voertuigen op de verkeersveiligheid. Het resultaat staat beschreven in dit rapport.

5. https://www.politico.eu/article/us-monster-trucks-pickup-bring-american-death-rates-europe-roads-campaigners-warn/

Literatuur

Berends, E. (2009). *De invloed van automassa op het letselrisico bij botsingen tussen twee personenauto's; Een kwantitatieve analyse.* R-2009-5. SWOV, Den Haag.

Decae, R.J., Bos, N.M & Aarts, L.T. (2023). *Verkeersongevallen buiten zicht; Door de politie geregistreerde verkeersongevallen die (nog) niet in BRON terechtkomen*. R-2023-8. SWOV, Den Haag.

Desapriya, E., Subzwari, S., Sasges, D., Basic, A., et al. (2010). *Do light truck vehicles (LTV) impose greater risk of pedestrian injury than passenger cars? A meta-analysis and systematic review.* In: Traffic Injury Prevention, vol. 11, nr. 1, p. 48-56.

Fredette, M., Mambu, L.S., Chouinard, A. & Bellavance, F. (2008). *Safety impacts due to the incompatibility of SUVs, minivans, and pickup trucks in two-vehicle collisions.* In: Accident Analysis & Prevention, vol. 40, nr. 6, p. 1987-1995.

Hoogvelt, R., Vries, Y. de, Margarites, D., Van den Tillaart, E., et al. (2004). *Impact of sport utility vehicles on traffic safety and the environment in The Netherlands.* TNO Automotive report, Delft, The Netherlands.

Monfort, S.S. & Mueller, B.C. (2023). *Bicyclist crashes with cars and SUVs: Injury severity and risk factors.* In: Traffic Injury Prevention, vol. 24, nr. 7, p. 645-651.

Monfort, S.S. & Nolan, J.M. (2019). *Trends in aggressivity and driver risk for cars, SUVs, and pickups: Vehicle incompatibility from 1989 to 2016.* In: Traffic Injury Prevention, vol. 20, nr. sup1, p. S92-S96.

Nuyttens, N. & Messaoud, Y.B. (2023). *Impact van voertuigkenmerken op de letselernst van auto inzittenden en hun botsingspartner*. R-2023-R-17-NL. Vias Institute, Brussel.

SWOV (2019). *Intelligente transport- en rijhulpsystemen (ITS en ADAS)*. SWOV-factsheet, april 2019. SWOV, Den Haag.

SWOV (2020a). *Infrastructuur voor voetgangers en fietsers*. SWOV-factsheet, november 2020. SWOV, Den Haag.

SWOV (2020b). *Vracht- en bestelauto's*. SWOV-Factsheet, april 2020. SWOV, Den Haag.

SWOV (2022). *Elektrische fietsen en speed-pedelecs*. SWOV-factsheet, mei 2022. SWOV, Den Haag.

SWOV (2023). *Veilige bermen*. SWOV-factsheet, februari 2023. SWOV Den Haag.

Kampen, L.T.B. van (2004). *Het ledig gewicht van motorvoertuigen; Ontwikkelingen sinds 1985*. R-2003-35. SWOV, Leidschendam.

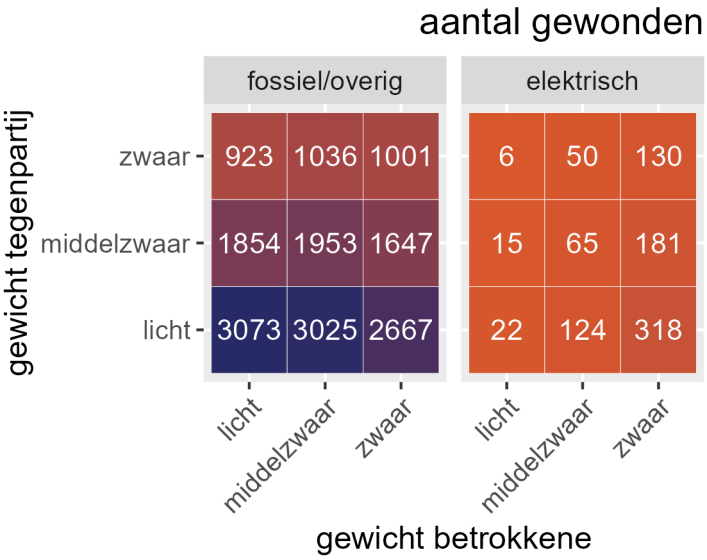
VIAS (2022). *Briefing 'SUV's en verkeersveiligheid'*. Briefing. Vias Institute, Brussel.

Bijlage A Ernst onder tegenpartijen

A.1 Gewonden bij M1/N1-voertuigen als tegenpartij

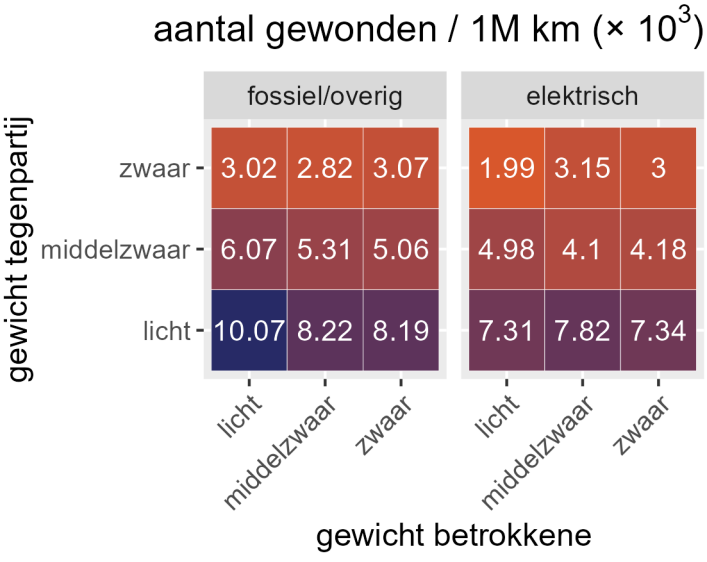
A.1.1 Absolute aantallen

Afbeelding 4.1. Aantal tegenpartijen met letsel (gecombineerd uit de categorieën , 'lichtgewond', 'spoedeisende hulp' en 'ziekenhuisopname'), uitgesplitst naar gewichtsklasse van de tegenpartij, en uitgezet tegen de aandrijflijn en gewichtsklasse betrokkene.



A.1.2 Aantal gecorrigeerd voor verkeersprestatie

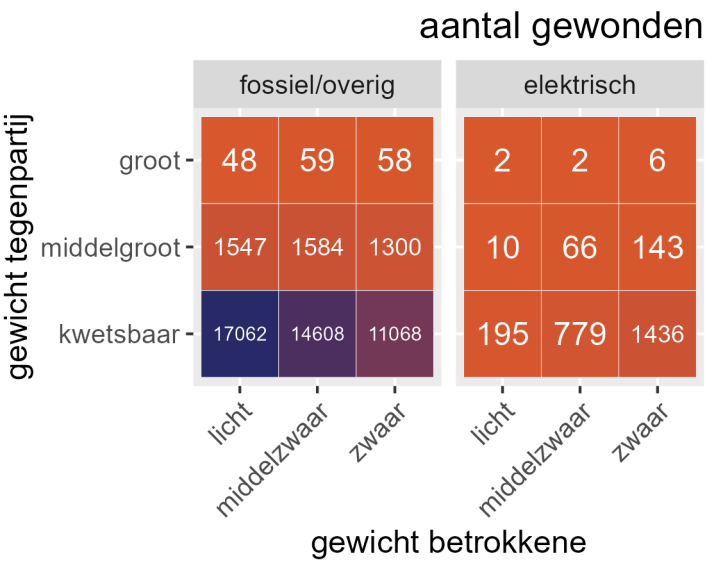
Afbeelding 4.2. Aantal tegenpartijen met letsel (gecombineerd uit de categorieën , 'lichtgewond', 'spoedeisende hulp' en 'ziekenhuisopname') gecorrigeerd voor de verkeersprestatie van de voertuigklasse van betrokkene, uitgesplitst naar gewichtsklasse van de tegenpartij, en uitgezet tegen de aandrijflijn en gewichtsklasse betrokkene.



A.2 Gewonden bij overige partijen als tegenpartij

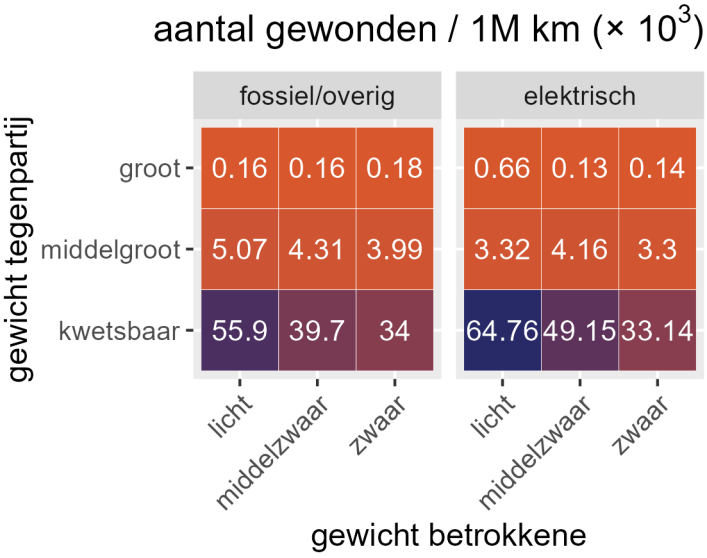
A.2.1 Absolute aantallen

Afbeelding 4.3. Aantal tegenpartijen met letsel (gecombineerd uit de categorieën , 'lichtgewond', 'spoedeisende hulp' en 'ziekenhuisopname'), uitgesplitst naar klasse van andersoortige tegenpartijen, en uitgezet tegen de aandrijflijn en gewichtsklasse betrokkene.



A.2.2 Aantal gecorrigeerd voor verkeersprestatie

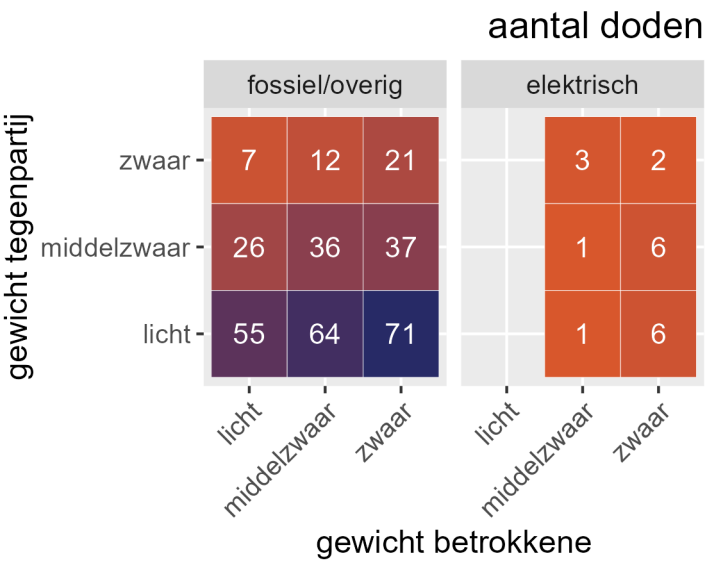
Afbeelding 4.4. Aantal tegenpartijen met letsel (gecombineerd uit de categorieën , 'lichtgewond', 'spoedeisende hulp' en 'ziekenhuisopname') gecorrigeerd voor de verkeersprestatie van de voertuigklasse van betrokkene, uitgesplitst naar klasse van andersoortige tegenpartijen, en uitgezet tegen de aandrijflijn en gewichtsklasse betrokkene.



A.3 Doden bij M1/N1-voertuigen als tegenpartij

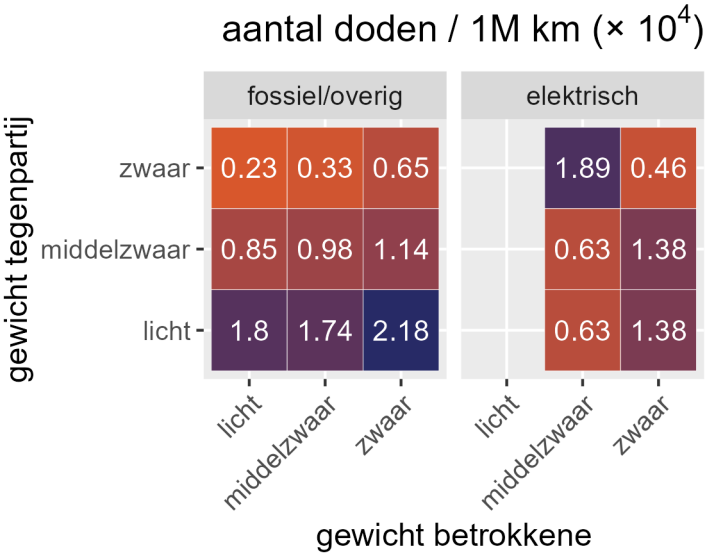
A.3.1 Absolute aantallen

Afbeelding 4.5. Aantal tegenpartijen met dodelijke afloop, uitgesplitst naar gewichtsklasse van de tegenpartij, en uitgezet tegen de aandrijflijn en gewichtsklasse betrokkene



A.3.2 Aantal gecorrigeerd voor verkeersprestatie

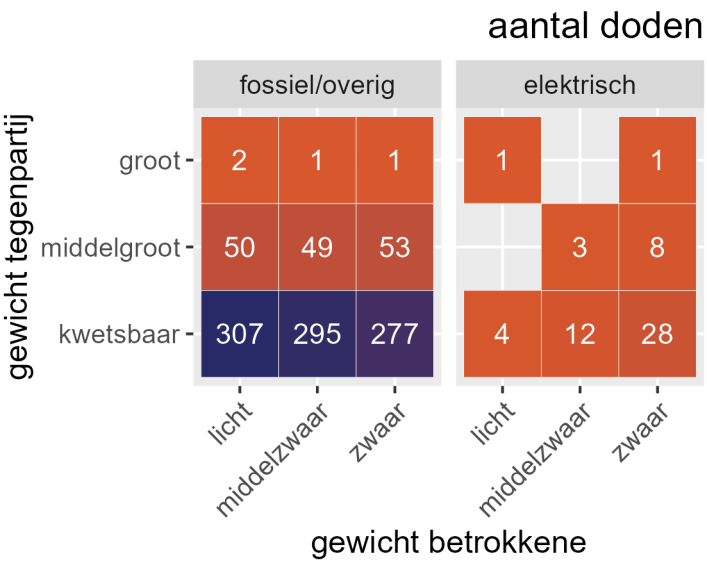
Afbeelding 4.6. Aantal tegenpartijen met dodelijke afloop, gecorrigeerd voor de verkeersprestatie van de voertuigklasse van betrokkene, uitgesplitst naar gewichtsklasse van de tegenpartij, en uitgezet tegen de aandrijflijn en gewichtsklasse betrokkene.



A.4 Doden bij overige partijen als tegenpartij

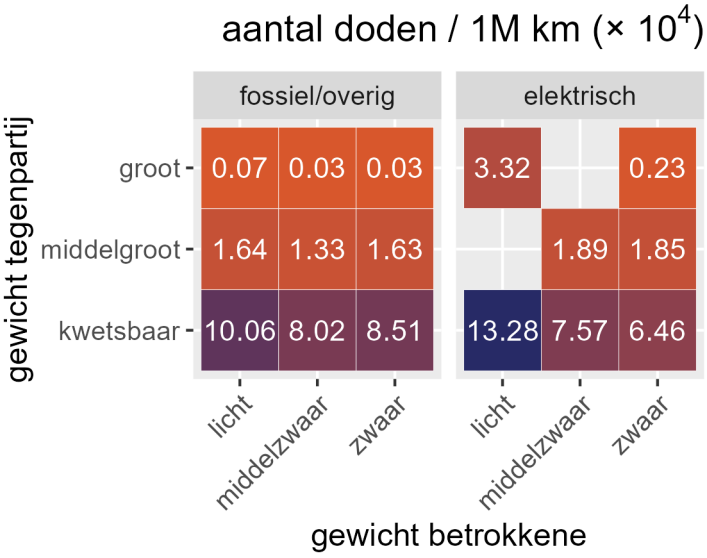
A.4.1 Absolute aantallen

Afbeelding 4.7. Aantal tegenpartijen met dodelijke afloop, uitgesplitst naar klasse van andersoortige tegenpartijen, en uitgezet tegen de aandrijflijn en gewichtsklasse betrokkene.



A.4.2 Aantal gecorrigeerd voor verkeersprestatie

Afbeelding 4.8. Aantal tegenpartijen met dodelijke afloop, gecorrigeerd voor de verkeersprestatie van de voertuigklasse van betrokkene, uitgesplitst naar klasse van andersoortige tegenpartijen, en uitgezet tegen de aandrijflijn en gewichtsklasse betrokkene.



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

SWOV
Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag
070 – 317 33 33
info@swov.nl
www.swov.nl

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