



OUTLOOK PAKKETMARKT EN THUISLEVERINGEN

Colofon

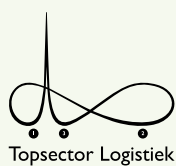
Outlook Pakketmarkt en Thuisleveringen

Geschreven in opdracht van de Topsector Logistiek
November 2020

Auteurs

Bram Kin
Hans Quak
Meike Hopman
Nina Nesterova
Janneke de Vries

TNO innovation
for life



Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	4
Afkortingen	6
1 Introductie	7
2 Pakketten en thuisleveringen; hoe gaat dat nu?	9
2.1 Introductie: ontwikkelingen in het pakketten- en thuisleversegment	9
2.2 Structuur van het pakketten- en thuisleversegment	9
2.3 Scope - van nu naar 2030	11
3 Ontwikkelingen in de pakket- en thuislevermarkt	13
3.1 Introductie	13
3.2 Groeiend aantal leveringen en voertuigbewegingen	13
3.3 Sterke groei elektrische voertuigen	14
3.4 Automatisering van bezorging, distributiecentra en autonome voertuigen	15
3.5 Toenemende diversificatie in distributienetwerken en afleverlocaties	16
4 Scenario's	18
4.1 Introductie	18
4.2 BAU	19
4.3 Elektrificatie	19
4.4 Consolidatie	20
4.5 Microhubs en afhaalpunten	20
5 Resultaten	22
5.1 Algemene resultaten	22
5.2 Discussie verzamelpunten	24
6 Hoe verder richting 2030..?	26
6.1 Pakketmarkt en thuisleveringen in 2030	26
6.2 Aanbevelingen	28
6.3 Korte reflectie: deze resultaten in een breder perspectief	29
Referenties	30
Bijlagen	31
Bijlage A Beschrijving case studies	31
Bijlage B Aannames scenario's 2030	32

Managementsamenvatting

In deze Outlook is het stadslogistieke segment 'Pakketmarkt en thuisleveringen' in 2030 bestudeerd. In dit segment staat er veel te gebeuren. De levering van pakketten (aan huishoudens en bedrijven), en recenter, thuisbezorgde boodschappen, groeit sterk en dit is versneld als gevolg van de COVID-19 crisis waarbij consumenten tijdens (gedeeltelijke) lockdowns meer online bestellen. Veel innovaties in dit segment in de (stads)logistiek vinden relatief vroeg plaats en zodoende ligt het in verschillende opzichten onder de loep. De focus in deze Outlook ligt op de impact van dit segment als gevolg van elektrificatie, welke zal worden versneld door het instellen van zero-emissiezones (ZE) én op hoe de veranderende logistieke structuur in distributienetwerken een impact hebben op CO₂-uitstoot, voertuigkilometers en de schaarse ruimte in verder groeiende en verdichtende steden. Deze ontwikkelingen zijn meegenomen in de volgende scenario's:

- elektrificatie, enkel voor leveringen in ZE zones (referentiescenario);
- elektrificatie voor alle leveringen;
- leveringen aan een netwerk van consolidatiepunten in steden van waaruit zero emissie aan ontvangers geleverd wordt;
- leveringen aan een dicht netwerk van microhubs van waaruit zero emissie aan de ontvangers geleverd wordt én aan afhaalpunten waar de ontvanger het ophaalt.

Resultaten laten zien dat de CO₂-uitstoot in 2030 toeneemt als gevolg van de hogere volumes boodschappen en pakketten die geleverd gaan worden. Gedeeltelijke elektrificatie van de voertuigvloot, waarbij enkel in de ZE zones elektrische voertuigen worden ingezet, compenseert hier niet voor. Het ligt echter in de lijn der verwachting dat de inzet van elektrische voertuigen in dit segment een vlucht gaat nemen. Emissieloze leveringen, ook buiten ZE zones, lijken haalbaar voor deze sector (dit staat ook in de plannen van de grote pakketvervoerders). Daarnaast komen sorteercentra door de stijgende volumes momenteel al vaker dichtbij steden te liggen. De beperktere actieradius van elektrische bestelbussen is hierdoor geen probleem.

Een fijnmazig netwerk van diverse verzamelpunten (zowel overslagpunten als afhaalpunten) binnen steden leidt tot een significante reductie van kilometers, en indien elektrisch, tot een nog hogere afname in CO₂-uitstoot. Ten opzichte van het referentiescenario neemt het aantal kilometers voor leveringen tot aan de consolidatiepunten met 93% af, terwijl dit voor leveringen aan microhubs/afhaalpunten om een afname van 76 tot 83% gaat. De beste oplossing voor overlastreductie is het maximaal inzetten op afhalen door ontvangers. Hierbij is het van belang dat er een dicht netwerk is zodat ontvangers op relatief korte afstand - en bij voorkeur zonder auto - pakketten kunnen ophalen. Een dicht netwerk faciliteert zero emissie ophalen door ontvangers zodat de efficiëntiewinst ten opzichte van direct aan huis leveren niet teniet wordt gedaan. Daarnaast leidt een netwerk van verzamelpunten dieper in steden waar een overslag plaatsvindt om vervolgens aan de consument te leveren (microhubs) wel tot extra kosten in voertuigen, ruimte en personeel.

In navolging van B2C, groeit locatiebezorging bij bedrijven hard door het aanhouden van steeds kleinere voorraden en de mogelijkheid tot goedkope 'just-in-time' leveringen. In aanvulling hierop zorgt de invoering van ZE zones tot extra rationalisatie. Voor een eigenaar van een klein bedrijf maakt een steeds autoluwere stad het lastig om de bevoorrading - vaak met een bestelwagen - deels zelf te regelen. In dit opzicht heeft dit segment zich ontwikkeld tot een zeer efficiënt, goedkoop en hoogfrequent alternatief wat we in steeds meer stromen binnen steden gaan zien (bouw afbouw, kleine horecazaken, kleine retailzaken, facilitair). Dit leidt ertoe dat grote pakketvervoerders prominenter aanwezig gaan zijn in steden. Hiermee worden inefficiënte leveringen in andere stadslogistieke segmenten deels naar de efficiëntenetwerken van pakketvervoerders geduwd. Als zodanig kan dit segment dus ook worden gezien als een ZE-alternatief voor sommige andere segmenten en kan het wellicht een alternatief zijn voor het gebruik van bestelwagens door sommige MKB ondernemingen.

De verwachting is dat dit segment in 2030 dominant aanwezig zal zijn in en rond steden doordat de logistieke structuren veranderen. Sorteercentra van pakketvervoerders en hubs van (online) supermarkten komen dichterbij steden te liggen (voor zo ver deze daar nu al niet liggen). De grootste verandering betreft echter het fijnmazige netwerk met diverse verzamelpunten dieper in steden, dichterbij de eindontvangers. Met betrekking tot dergelijke verzamelpunten ontstaan een aantal ruimtelijke vraagstukken. Lockers zijn een belangrijk type afhaalpunt, maar regulering is wellicht nodig om te voorkomen dat verschillende met elkaar concurrerende partijen deze naast elkaar gaan plaatsen. Lockers komen idealiter op belangrijke knooppunten voor personenverkeer - in het bijzonder OV-punten - en worden geplaatst om overlast door afhalen te minimaliseren. Daarnaast kunnen deze ook vaker in kantoren, onderwijsinstellingen en appartementen worden geplaatst. Voor grotere verzamelpunten in steden, zoals microhubs, is regulering ook belangrijk om een wildgroei van dergelijke punten door de hele stad te voorkomen. In het bijzonder is de locatie belangrijk omdat er een verhoogde verkeersintensiteit rond deze punten ontstaat, zelfs als het om lichte elektrische voertuigen en cargofietsen gaat.



Afkortingen

B2B	=	Business-to-business
B2C	=	Business-to-consumer
BAU	=	Business as usual
EV	=	Elektrisch voertuig
FTL	=	Full-truckload
GDZES	=	Green Deal Zero emissie stadslogistiek
LEV	=	Licht elektrisch voertuig
LTL	=	Less-than-truckload
MRDH	=	Metropoolregio Rotterdam Den Haag
TCO	=	Total cost of ownership
TTW	=	Tank-to-wheel
VRP	=	Vehicle Routing Problem
ZE	=	Zero emissie

Introductie

Logistiek is van groot belang voor het functioneren van steden. Door de aantrekkingskracht en groei van steden als centrum voor wonen, werken en ontspannen, is het van belang om te anticiperen op de toename van vervoerbewegingen, de competitie om ruimte en de negatieve impact op de leefbaarheid in steden. Daarnaast vraagt de afspraak uit het Klimaatakkoord om het reduceren van aan stadslogistiek gerelateerde CO₂-emissies met 1 Mton in 30-40 steden in Nederland. Deze verschillende ontwikkelingen zorgen voor een momentum om zowel de emissies van stadslogistiek als de structuur van logistieke ketens tegen het licht te houden en opnieuw in te richten.

De Outlook 'City Logistics 2017' heeft voor zes stedelijk logistieke marktsegmenten¹ laten zien dat het mogelijk is om de CO₂-emissies te verminderen met een factor 6 (zoals volgens de klimaatafspraken uit Parijs nodig is, Topsector Logistiek, 2017). Hierbij hebben we rekening gehouden met de huidige en de te verwachten ontwikkelingen in de verschillende marktsegmenten, waardoor voor alle (sub)segmenten eigen, haalbare decarbonisatie paden geschetst konden worden.

In 2020 kijken we verder naar de verschillende segmenten, en gaan we na wat er in het komend decennium gedaan kan en moet worden om de CO₂ te verminderen in lijn met het Parijs-akkoord en het nationale Klimaatakkoord. Het laatste gaat uit van zero-emissie (ZE) stadslogistiek in 2025.

Dit document gaat specifiek in op twee stedelijk logistieke (sub)segmenten; namelijk het segment 'Pakket en express' en het sub-segment 'Verse thuisleveringen van boodschappen'. Deze segmenten hebben we in dit document gezamenlijk bekeken als 'Pakketmarkt en thuisleveringen'. Dit betekent dat we vooral kijken naar pakketten (zowel B2C als B2B, inclusief collectie) en naar thuisleveringen van boodschappen (vooral B2C, maar deels ook B2B). De leveringen van bereide maaltijden zijn niet meegenomen omdat de structuur en tijdssensitiviteit van deze bewegingen verschillen van de bezorging van pakketten en (thuis) boodschappen. Ditzelfde geldt ook voor 'twee-mans thuisleveringen' (van bijvoorbeeld meubels en witgoed).

Verschiedende mogelijke innovaties worden in dit segment bekeken. Het WEF (2020) onderscheidt niet minder dan 24 interventies voor de 'last mile' leveringen in dit segment, waaronder:

- voertuig/aandrijving zoals elektrificatie, waterstof, en autonome voertuigen;
- veilige levering - zonder persoonlijk contact zoals pakketbrievenbus, achterbaklevering, en beveiligde opties om in huis te leveren;
- ontvanger-beweging levering op een andere locatie dan thuis, zoals pakketlockers, kantoorbelevering en (multi-brand) pakket-shops;
- consolidatie zoals stedelijke distributiecentra of het bundelen van lading (van verschillende aanbieders);
- veranderingen in de last mile variërend van de inzet van cargotrams, micro-hub en fietscombinaties, bezorgrobots, tot autonoom-rijdende lockerboxen;
- veranderingen in de bezorgomgevingen waarbij zaken als dynamische routing, nachtbelevering, maar ook betere handhaving op dubbel geparkeerde (of anders verkeerd geparkeerde) bestelbussen van bezorgers.

¹ Zes stadslogistieke segmenten (sub-segmenten tussen haakjes): Stukgoederen (retail niet-vers; specialisten; twee-mans thuisleveringen), Vers (retail vers; horeca en specialisten, verse thuisleveringen van boodschappen en maaltijden), Afval (consumenten, bedrijven), Pakketten en express (B2B en B2C), Facilitair/service (onderhoud en service, bevoorradings) en Bouw.

Bovenstaande opsomming van mogelijke interventies geeft wel aan dat er op het gebied van pakketleveringen en thuisbezorgingen veel gebeurt en staat te gebeuren. Deze Outlook gaat in op verschillende ontwikkelingen en bestudeert in het bijzonder wat de impact is van verschillende varianten van last mile leveringen waarin er vooral wordt gevarieerd in de afleverlocaties. In verschillende scenario's bestuderen we hoe deze last mile leveringen er in 2030 uit kunnen zien. Hiervoor maken we gebruik van verschillende ontwikkelingen die een aantal scenario's vormgeven waarvan de impact met betrekking tot CO₂-uitstoot en gereden kilometers wordt doorgerekend. In de uitwerking kijken we specifiek naar (gedeeltelijke) elektrificatie (zoals dat deels al gebeurt² en deels zal worden versneld door het instellen van ZE zones) en naar een andere manier van organisatie van deze last mile leveringen. Het is niet de bedoeling de toekomst te voorspellen, maar we willen door deze keuzes meer inzicht geven in de effecten van de bestaande ontwikkeling (gedeeltelijke elektrificatie) ten opzichte van een andere manier van de last mile levering in dit snel groeiende stedelijk logistiek segment, zonder in allerlei technologisch verhandelingen te komen rond de ontwikkeling van bijvoorbeeld autonome voertuigen (of andere technische interventies); hier zijn andere studies voor beschikbaar (zie bv. Joers et al., 2016; Kassai et al., 2020).

In deze verdieping analyseren we dit segment verder aan de hand van vier logistieke structuren en de implicaties die dat voor de ruimte in en rond steden gaat hebben. Als gevolg van ZE transport en toenemende verdichting van netwerken zullen leveringen anders georganiseerd gaan worden in de toekomst. Deze logistieke structuren leiden tot verschillende vraagstukken:

1. **Punt-punt leveringen:** een volle lading (full-truckload; FTL) van een vrachtwagen gaat frequent naar een specifieke locatie (of een beperkt aantal locaties) binnen de voorziene ZE zone. De logistiek is geoptimaliseerd en de locaties staan vast.
2. **Onregelmatige leveringen op verschillende locaties:** een volle vrachtwagen doet meerdere locaties in de stad aan (less than truckload; LTL). De routes van voertuigen zijn niet altijd optimaal omdat er sprake is van tijdsvensters en uiteenlopende openingstijden waardoor er in enkele gevallen onnodige kilometers worden gereden. Een belangrijk vraagstuk hier is of dit in de toekomst nog steeds op deze manier georganiseerd kan worden of dat er een ontkoppelpunt aan de rand van de stad nodig is waar de lading, dan wel het voertuig ontkoppeld wordt.
3. **Diverse kleine leveringen:** kleine tot zeer kleine leveringen die divers van aard en frequent zijn. Daarnaast kunnen deze op afroep op alle mogelijke locaties geleverd worden. Belangrijk kenmerk is het beperkte volume per levering; soms wordt veel gebundeld (denk aan pakketten naar woonwijken), maar soms gaat het vooral een hoog serviceniveau (snelheid en betrouwbaarheid), zoals bijvoorbeeld express (of 'local for local' transport diensten). Het belangrijkste vraagstuk bij dergelijke leveringen is hoe de ontkoppeling binnen de zone gefaciliteerd kan worden, hoe er meer op adresniveau gebundeld kan worden, of hoe het aantal bestelbussen per woonwijk verminderd kan worden.
4. Een vierde categorie betreft niet direct leveringen zoals de andere logistieke structuren, maar genereert wel commerciële vervoersbewegingen en valt hiermee ook onder stadslogistiek. Het gaat hierbij vooral om **diensten** waarvoor vaak een bestelwagen wordt gebruikt om werkzaamheden bij particulieren of bedrijven uit te voeren (bijvoorbeeld schilders, loodgieters, monteurs).

² Zie bv. 'PostNL: 'Post en pakketten emissievrij afleveren in 2030', in www.logistiek.nl/distributie/nieuws/2018/11/post-nl-post-en-pakketten-emissievrij-afleveren-in-2030-101165723' en de ambitie van DHL in Nederland 'De ambitie voor 'de last mile' gaat nog een stap verder. 'Daarvan moet 70 procent van alle bezorgingen aan klanten in 2025 emissievrij zijn', zie www.raivereniging.nl/nieuws/nieuwsberichten/gomobility/1013-dhl-zet-koers-naar-zero-emission-logistiek.html'.

Pakketten en thuisleveringen; hoe gaat dat nu?

2.1 Introductie: ontwikkelingen in het pakketten- en thuisleversegment

Binnen het logistieke segment pakketten en thuisleveringen wordt momenteel het merendeel van de distributie met bestelwagens uitgevoerd. Voor pakketten gebeurt dit met name door de grote pakketvervoerders zoals PostNL, DHL, DPD, UPS en GLS. PostNL is verantwoordelijk voor 60-65% van de pakketmarkt, gevolgd door DHL met 25-30% (ACM, 2019). Naar schatting worden tussen de 15.000 en 28.000 bestelwagens gebruikt voor pakketleveringen aan zowel B2C als B2B van e-commerce bestellingen (zie Topsector Logistiek, 2017). Naast de levering van pakketten, nemen we in deze Outlook ook de thuislevering van boodschappen mee.

De afgelopen jaren zijn deze sub-segmenten aan verschillende veranderingen onderhevig:

- Afname van brievenbuspost; in 2019 nam dit aan bedrijven en consumenten samen met 7% af ten opzichte van het jaar daarvoor.
- Groei van levering van pakketten, zowel B2B als B2C; in 2018 nam dit met 20% toe ten opzichte van 2017 (ACM, 2019). In 2019 nam B2C met 17% en B2B met 5% toe ten opzichte met het jaar ervoor (ACM, 2020). Mede door de lockdown als gevolg van COVID-19 en de vermindering van bezoeken aan fysieke winkels, steeg de online winkelomzet flink, en daarmee de te bezorgen pakketten ook³. De verwachting is dat dit deels een blijvend effect zal hebben, nu meer mensen vertrouwd zijn geraakt met online winkelen.
- Toename van thuisbezorgde boodschappen; begin 2020 is het aantal online bestelde boodschappen met 25% gestegen en daarmee komt 4,0% van de totale supermarkt omzet uit online bestelde boodschappen (Supermarkt en Ruimte, 2020).

De markt van pakket- en thuisleveringen is zeer dynamisch. Dit hebben we recent gezien met de COVID-19 crisis waarbij er een verdere versnelling van thuisleveringen is opgetreden. Door de situatie in verschillende landen, waaronder (gedeeltelijke) lockdowns en angst om naar winkels te gaan, bestelden consumenten meer pakketten en boodschappen online. Het sterk toegenomen volume kon relatief goed opgevangen worden door partijen in dit segment - al moest er flink gewerkt worden om de benodigde capaciteit aan sorteercentra, (lokale) distributiecentra, bestelbussen en chauffeurs omhoog te krijgen. Daarnaast werden nieuwe leverdiensten, zoals die van medicijnen, snel in netwerken opgenomen werden⁴.

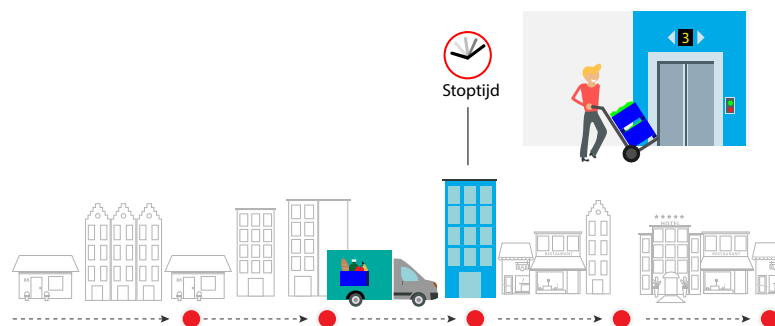
2.2 Structuur van het pakketten- en thuisleversegment

Om de mogelijkheden voor verduurzaming te kunnen bekijken, schetsen we eerst kort hoe de last mile (dat is de focus, zie ook City Logistics Outlook, 2017) van het pakketten en thuisleversegment er nu uit ziet. Figuur 1 geeft de levering van boodschappen weer. Hier zien we vooral grote bestelwagens en LEV's die worden ingezet voor de leveringen. Hubs van waaruit de voertuigen vertrekken liggen dichtbij of in steden. De gemiddelde stoptijd van deze leveringen is relatief hoog, vooral wanneer dit wordt vergeleken met pakketleveringen. Dit wordt veroorzaakt door de hogere volumes per adres en de aanwezigheid van appartementen waar een bezorger langer bezig is om de boodschappen tot de voordeur (of de keuken) te brengen. (Online) supermarkten organiseren het transport zelf en bieden tijdsvensters aan om routes te optimaliseren én te voorkomen dat de ontvanger niet thuis is.

³ Zie bijvoorbeeld www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/32/coronacrisis-jaagt-online-winkelen-aan-in-het-tweede-kwartaal

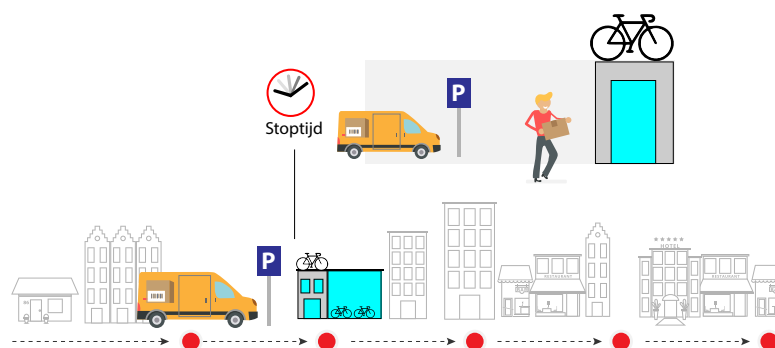
⁴ Op basis van een enquête die in maart-mei wekelijks is uitgevoerd in Parijs (www.lvmt.fr/en/chaieres/logistics-city/)

Figuur 1
Huidige manier
van leveren van
boodschappen



Pakketvervoerders leveren aan bedrijven en particulieren. Steeds vaker wordt de bevoorrading van bedrijven ook via dit segment gedaan, (B2B; Figuur 2). Dit wordt veroorzaakt doordat bedrijven een steeds kleinere voorraden aanhouden en vaker 'just in time' bestellen. Een fietsenmaker heeft bijvoorbeeld steeds minder onderdelen op voorraad en wanneer er een reparatie aan de fiets van een klant nodig is, wordt het ontbrekende onderdeel bij de leverancier besteld en de volgende dag door een pakketvervoerder geleverd. Leveringen aan bedrijven worden op deze manier steeds meer gemengd met leveringen aan consumenten (B2C). De gemiddelde stoptijd is echter wel wat langer. Dit wordt veroorzaakt omdat het vaak grotere hoeveelheden betreft en parkeren in een commercieel gebied vaak wat langer duurt dan in een woonwijk. Daarnaast is de consolidatiegraad laag omdat er nauwelijks aan afhaalpunten wordt geleverd. Leveringen zijn daarnaast ook meer tijdsgebonden omdat deze tijdens openingsuren moeten plaatsvinden.

Figuur 2
Huidige manier
van leveren B2B



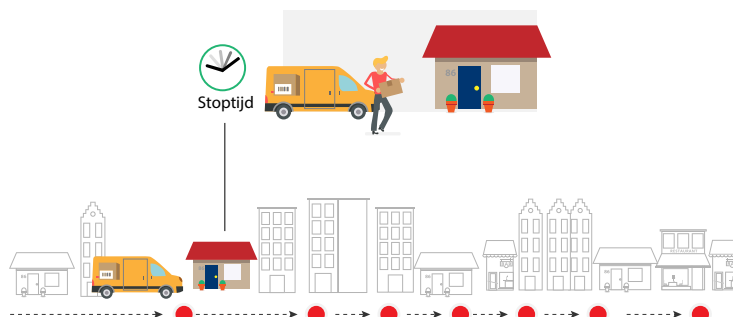
Het aantal B2C-leveringen blijft sterk groeien. Sorteercentra van pakketvervoerders liggen vaker bij steden in de buurt waardoor de aan- en afrijdafstanden relatief kort zijn. Binnen steden ligt de stopdichtheid erg hoog en bestelwagens zijn door heel de stad aanwezig, ook (soms meerdere malen per dag) in de woonwijken. De bestelwagens van pakketvervoerders zijn hierdoor erg zichtbaar terwijl het aandeel bestelwagens in dit segment als onderdeel van alle bestelwagens binnen steden relatief laag ligt; ca. 4-5% van alle bestelwagens⁵. Het aantal adressen (stops) per rit ligt hoog en de stoptijd (per adres) is laag. Netwerken van pakketvervoerders zijn over het algemeen efficiënt. Toch worden deze bussen vaak in verband gebracht met overlast in woonwijken, doordat er meerdere pakketvervoerders in woonwijken aanwezig zijn en omdat ze zo zichtbaar zijn in de wijk. Bussen staan vaak dubbel of op een andere manier hinderlijk geparkeerd als een bezorger even snel een pakketje op een adres afgeeft (omdat het gegeven het hoge aantal stops en de korte stoptijd ook nauwelijks de moeite loont een parkeer- of laad/los plaats te zoeken), waardoor de ervaren overlast voor het overig verkeer ook hoog is. Er wordt in dit sub-segment vaker aan afhaalpunten geleverd - doordat de klant dit aangeeft of in geval van een niet succesvolle (eerste) levering. Indien 50% van de pakketten op een bestelronde aan afhaalpunten wordt geleverd, bespaart dit 17% CO₂-uitstoot in het hele bezorgnetwerk en 33% op de last mile (wat ook de scope van deze studie is) (TNO, 2020*).

* Deze studie is gebaseerd op een toets van de carbon footprint methodiek voor het toewijzen van CO₂-uitstoot aan pakketten bij een mix van thuisleveringen en afhaalpunten. De genoemde cijfers komen voort uit een fictief rekenvoorbeeld. Voor de afbakening en onderliggende aannames, zie TNO (2020).

5 Inschatting gemaakt in de Outlook 'City Logistics 2017' (Topsector Logistiek, 2017)

Ook wordt er bij geen gehoor regelmatig bij de burens bezorgd, of een pakketje ergens achtergelaten (bij bijvoorbeeld 'neerzettoestemming'). Afhaalpunten kunnen white label zijn of verbonden aan een pakketbezorger. De focus ligt hier op de levering van pakketten. Er zijn echter vaker grotere leveringen die ook in pakketnetwerken worden opgenomen, maar niet onder twee-mans thuisleveringen vallen (bijv. trampolines).

Figuur 3
Huidige manier van
leveren B2C



2.3 Scope - van nu naar 2030

In deze Outlook kijken we naar verschillende manieren waarop het hogere volume in 2030 in deze drie sub-segmenten geleverd zou kunnen worden en wat hiervan de effecten zijn. Dit bestuderen we door middel van drie cases. Op basis van ontwikkelingen in dit segment (hoofdstuk 3), hebben we verschillende scenario's ontworpen (hoofdstuk 4). Het doel is om ten opzichte van een 'business as usual' (BAU) scenario, waarin min of meer alles hetzelfde gaat zoals nu, de effecten van de verschillende toekomstige scenario's te berekenen. We rekenen deze scenario's door voor de drie cases (één case per sub-segment). Op basis van de effecten uit deze scenario's, kijken we in deze Outlook ook naar de (ruimtelijke) implicaties van een variatie in afleverlocaties in dit segment.

Voor de drie sub-segmenten worden drie representatieve datasets uit 2018 gebruikt⁶. De gebruikte parameters zijn de herkomst- en bestemmingslocaties, aantal pakketten/kraten met boodschappen per adres en type voertuigen. Op basis hiervan wordt er voor 2030 een groei van volume van 10% per jaar verondersteld, wat neerkomt op een groeifactor van 2,85⁷. Voor het plannen van last leg routes in 2030, is gebruik gemaakt van een 'vehicle routing problem solver' in Matlab. De oplossingen uit deze solver komen overeen met de gerealiseerde routes in de dataset voor 2018, en beschouwen we als voldoende nauwkeurig voor ons onderzoeksdoel⁸.

In het basisscenario en de verschillende scenario's kijken we op een willekeurige dag naar het aantal voertuigkilometers in de metropoolregio Rotterdam Den Haag (totaal, per eenheid (pakket of krat met boodschappen) en per order (bestaande uit meerdere eenheden) en de CO₂-uitstoot (totaal, per order en per eenheid). Tabel 1 geeft de gebruikte emissiefactoren.

Tabel 1
Emissiefactoren (TNO,
2016)⁹

Modaliteit	Emissiefactor 2018 (g CO ₂ /km)	Emissiefactor 2030 (g CO ₂ /km)
Bestelwagen	212	189
Bakwagen	728	690
Trekker-oplegger	1540	1527

⁶ De datasets beslaan grote en middelgrote steden in de metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH) (incl. Schiedam, Delft en Zoetermeer).

⁷ Er zijn verschillende prognoses voor de ontwikkeling van de thuisleveringen en pakkettenmarkt; in deze Outlook hebben we gekozen voor een gemiddelde jaarlijkse groei van 10%.

⁸ Dit blijkt het geval; in het basis scenario kunnen we routes en kilometers uitrekenen die binnen 5% zitten van de werkelijke cases (qua planning); de realisatie blijkt dit niet altijd precies te vergelijken omdat bijvoorbeeld ad-hoc pickups, of operationele afwijkingen (bv. files) niet worden meegenomen.

⁹ Tank-to-wheel (TTW)

Hieronder beschrijven we per sub-segment de scope, de belangrijkste kenmerken en aannames die in het basisscenario zijn opgenomen (op basis van de data vanuit de cases).

- 1. Thuisleveringen van boodschappen:** deze worden gekenmerkt door relatief korte afstanden vanaf de hub tot aan de ontvanger. Hier worden over het algemeen grotere bestelwagens voor ingezet en de stoptijd is relatief lang (12 minuten). De capaciteit van een grote bestelwagen is 50 kratten. De drop-dichtheid is lager dan die van de andere twee sub-segmenten en de omvang van leveringen (in capaciteitsbeslag van het voertuig) is groter. Er wordt in het studiegebied vanuit twee hubs vertrokken.
- 2. Pakketleveringen aan bedrijven (B2B)¹⁰:** deze worden met bestelwagens uitgevoerd. De capaciteit van een bestelwagen is 200 pakketten en de stoptijd per levering is 4 minuten. Deze leveringen hebben relatief veel en korte tijdslots bij klanten, waardoor routes vaak tijd-beperkt zijn. Hierdoor wordt de laadcapaciteit van het voertuig niet altijd volledig benut. Leveringen vinden plaats vanuit één hub in het studiegebied.
- 3. Pakketleveringen aan consumenten (B2C)¹⁰:** deze worden ook met bestelwagens uitgevoerd. De capaciteit van een bestelwagen is 300 pakketten en de stoptijd per levering is 2 minuten. Vanuit logistiek oogpunt zijn deze leveringen het efficiëntst; de stopdichtheid is hoog en stoptijd is kort, ook zijn er maar zeer beperkt tijdvensters voor de leveringen. Er worden drie hubs gebruikt in het studiegebied.

Tabel 2 geeft inzicht in de leveringen bij de cases gedurende een dag in 2018 voor de drie sub-segmenten. Dit gebeurt met conventionele voertuigen (zie bijlage A voor een uitgebreide beschrijving van de opzet per sub-segment). Dit is gedaan om de representatie van het model te valideren.

Tabel 2
Belangrijkste aannames
en impact van het
basisscenario per dag
in 2030

	Boodschappen	B2B	B2C
Aantal orders (bestellingen)	2600	3000	30000
Aantal beschikbare voertuigen	210	110	340
Capaciteit per voertuig (in eenheden)	50	200	300
Gemiddelde stoptijd per stop (min)	12	4	2
Gemiddelde laadfactor	45%	30%	73%
Gemiddeld aantal eenheden per order	1,8	2,1	2,5
Voertuigkm totaal	17.000	13.000	44.000
Voertuigkm per order	6,4	4,2	1,5
Voertuigkm per eenheid	3,6	2,0	0,6
CO ₂ -uitstoot (kg)	3543	2769	9333
CO ₂ -uitstoot (kg) per order	1,36	0,90	0,31
CO ₂ -uitstoot (kg) per eenheid	0,75	0,42	0,13

¹⁰ In de praktijk zijn de B2C en B2B netwerken niet volledig B2C of B2B maar vinden er zowel B2C als B2B leveringen plaats; het verschil tussen 2 en 3 is dat het grootste deel in 2 B2B leveringen betreft en het grootste deel van de leveringen in 3 B2C leveringen zijn.

Ontwikkelingen in de pakket- en thuislevermarkt

3.1 Introductie

Voor deze Outlook is het zichtjaar 2030. In het bijzonder modelleren we in een aantal scenario's hoe leveringen in deze segmenten er in 2030 uit kunnen zien door huidige en toekomstige ontwikkelingen die we zien op zowel technologisch, maatschappelijk als beleidsmatig vlak. Deze ontwikkelingen worden in dit hoofdstuk toegelicht. De ontwikkelingen zijn geïdentificeerd door uitgebreid bureauonderzoek, interviews met partijen in dit segment en validatie van de ontwikkelingen door experts.

3.2 Groeiend aantal leveringen en voertuigbewegingen

Dit segment groeit sterk en is hierdoor de komende jaren dominant in steden aanwezig. Allereerst blijft het aantal online bestellingen (van pakketten en boodschappen) groeien zoals reeds beschreven. Dit wordt grotendeels opgevangen door de grote pakketvervoerders en online supermarkten. Andere producten dan pakketten en boodschappen worden ook steeds vaker online besteld en aan huis geleverd. Het gaat hierbij grofweg om twee groepen waarvan de logistiek verschillend is georganiseerd. Enerzijds zijn dit twee-mans leveringen die vaak gepland worden met een tijdsvenster. Deze worden over het algemeen met relatief grote voertuigen geleverd (bijv. meubels, witgoed, keukens). De verwachting is dat afleverlocaties hiervan zeer beperkt zullen veranderen. Anderzijds gaat het om de levering van verse maaltijden waarbij er een online platform wordt gebruikt om vraag en aanbod van transport te koppelen en de levering vaak per fiets plaatsvindt (bijv. Thuisbezorgd). Hiervan liggen herkomst en bestemming veelal binnen de stad. Naast meer 'reguliere' leveringen van professionele transportaanbieders zien we op lokaal niveau een sterke toename van aanbieders van nieuwe diensten, in het bijzonder 'local for local' netwerken. In dergelijke netwerken worden consumenten met lokale winkeliers en horeca verbonden (bijv. Warenhuis Groningen en Local Heroes). Hiermee zien we ook een toenemende diversificatie en versplintering in voertuigbewegingen binnen dit segment in steden. In het bijzonder functioneren winkels in dergelijke netwerken steeds meer als hub.

In het algemeen nemen de hierboven beschreven leveringen binnen steden verder toe door verstedelijking, meer eenpersoonshuishoudens en een (nog steeds) groeiende toegang tot het internet. Een absolute toename van het aantal leveringen zorgt ervoor dat er efficiënter geleverd kan worden omdat de stopdichtheid toeneemt. Andere ontwikkelingen duiden er echter op dat er een relatieve toename van het aantal voertuigbewegingen is. Winkels - zowel webshops als fysieke winkels met een webshop - concurreren om de consument (met name B2C) voor zich te winnen. Dit wordt onder andere veroorzaakt door steeds kortere levertijden (waaronder leveringen op dezelfde dag), specifieke tijdsvensters, 'gratis (vanaf)' leveringen en gratis retouren. Het onderscheid tussen webshops (en pure e-commerce) en fysieke winkels vervaagt steeds meer door de opkomst van omnichannel. Omnichannel¹¹ komt erop neer dat consumenten meerdere kanalen (online en offline) gebruiken om tot een koop en het bemachtigen van het product over te gaan (bijv. online een product uitzoeken, in de winkel passen en online kopen waarna het thuisbezorgd wordt of in een winkel opgehaald wordt, zie bijvoorbeeld Buldeo Rai, 2019; Topsector Logistiek, 2017). Daarnaast bieden platformwebshops producten van verschillende leveranciers aan, waardoor de consument producten uit een enkele bestelling op verschillende momenten ontvangt. Daarnaast is er een relatieve toename van voertuigen doordat er weinig tot geen samenwerking tussen logistieke dienstverleners is.

¹¹ Voor meer informatie over de opkomst van omnichannel en de implicaties hiervan zie Buldeo Rai (2019).

Grote pakketbezorgers hebben in principe het volume om efficiënt te leveren; dat wil zeggen met een hoge stopdichtheid. Dit leidt desalniettemin vaak tot ergernissen wanneer in een enkele straat op hetzelfde moment bestelwagens van verschillende bedrijven te vinden zijn. Het is echter van belang om hier niet enkel naar de last mile te kijken. Een studie in Duitsland (Bogdanski, 2019) laat zien dat samenwerking het aantal bestelwagens met 10% kan verminderen, maar dat de consolidatievoordelen deels verloren gaan door inter-depot verkeer tussen pakketbezorgers. Daarnaast is het bij samenwerking lastiger om aan service-eisen te voldoen doordat consolidatie extra tijd in de keten vraagt (Bogdanski, 2019). Ook in de andere leveringen, zoals in de B2B pakketten en de thuisleveringen van boodschappen zien we verschillende dienstverleners in hetzelfde gebied. Een toename van leveringen in de B2B-sector wordt onder andere veroorzaakt doordat winkels steeds kleinere voorraden aanhouden en vaker 'just in time' bestellen of geleverd krijgen (al dan niet op bestelling van een klant).

Een andere factor die kan bijdragen aan de groeiende aanwezigheid van partijen uit dit segment, is dat dit segment de ZE opgave van andere segmenten kan overnemen. De Outlook 'City Logistics 2017' gaat er vanuit dat in dit segment de elektrificatie van de last mile relatief snel kan verlopen; omdat het vooral om bestelwagens gaat (waarvan in tegenstelling tot vrachtwagens al meer elektrische varianten betaalbaar beschikbaar zijn) en omdat veel ritten relatief kort zijn (dichtbij de stad starten) en daarmee geen problemen met de beperktere actieradius zullen hebben. Daarnaast zijn pakket-netwerken efficiënt en hebben een hoge dichtheid van leveradressen. Kleine inefficiënte leveringen in andere segmenten zouden dus prima via deze netwerken uitgevoerd kunnen worden (en deels lijkt dit ook steeds meer te gebeuren in bijvoorbeeld B2B). Op een dergelijke manier kan deze sector, waarvan het wagenpark relatief goed elektrificeerbaar is, het voor andere sectoren mogelijk maken om een deel van de leveringen of collecties in steden ZE en met minder kilometers te verzorgen. Hierdoor kunnen andere sectoren (door een deel uit te besteden) gebruik maken van een overgang naar lichte elektrische voertuigen (LEV) in de pakkettenindustrie en hoeven zij dus zelf niet te (versneld) te investeren in ZE voertuigen voor alle grote steden in Nederland.

3.3 Sterke groei elektrische voertuigen

De huidige afspraken in het Klimaatakkoord, de Green Deal Zero Emissie Stadslogistiek (GDZES) en lokale luchtkwaliteitsdoelstellingen leiden ertoe dat de binnensteden van de grootste 30 tot 40 steden in Nederland in 2030 een ZE zone voor stadslogistiek hebben. Grote commerciële partijen in het segment pakket- en thuisleveringen hebben zich hieraan geconformeerd. De invoering van ZE zones voor stadslogistiek in 2025 raakt dit segment omdat het merendeel van de leveringen met bestelwagens wordt uitgevoerd. De groei van elektrische voertuigen neemt in dit segment een vlucht om twee redenen. Allereerst zijn er grotere logistieke dienstverleners (koeriersbedrijven en supermarkten) die hun vloot momenteel al vernieuwen door het voorgenomen beleid. Mede door de vraag uit dit segment neemt het aanbod van elektrische bestelwagens sterk toe. Naast bekende voertuigfabrikanten, investeren bedrijven als Amazon en Tesla ook vaker in elektrische bestelwagens. Vanaf 2022 worden deze steeds goedkoper ten opzichte van conventionele bestelwagens. In tegenstelling tot vrachtwagens is de 'total cost of ownership' (TCO) van elektrische bestelwagens zelfs voor relatief korte afstanden momenteel al hetzelfde als die van diesel equivalenten (€0,23/km), ook als er geen fiscale maatregelen worden getroffen. Naar verwachting ligt de kost per km in 2030 op €0,18/km. Ten tweede zijn licht elektrische voertuigen (LEV) al breder beschikbaar, en leent deze sector zich daarvoor door de relatief kleine volumes per stop en de korte afstanden. Zo zien we momenteel al meer kleinere voertuigen zoals de Goupil (Picnic), Streetscooter (DHL) en elektrisch aangedreven cargofietsen.

3.4 Automatisering van bezorging, distributiecentra en autonome voertuigen

Naast de ontwikkelingen in de aandrijflijnen van voertuigen, zoals de elektrificatie, zijn er ook technologische ontwikkelingen die ertoe leiden dat menselijke operaties in het logistieke proces teruggedrongen zullen worden. Verwacht wordt dat dit versterkt wordt door onder andere een tekort aan personeel in de logistieke sector in de komende jaren. Voor het logistiek proces spelen hier de volgende drie ontwikkelingen:

- Allereerst is er toenemende automatisering in distributiecentra. Door toenemend personeelstekort zullen verschillende partijen naar verwachting versneld investeren in technologieën om operaties te automatiseren, zeker als dit ook kostenbesparend kan zijn. Deze automatisering zien we al in distributiecentra om het interne sorteerproces te optimaliseren. Een bijeffect van de automatisering van het interne sorteerproces in distributie is de verlaging van de operationele kosten van hubs voor de last mile.
- Ten tweede treedt er automatisering tijdens het bezorgproces op. Tijdens leveringen is er automatisering die de chauffeur ondersteunt met parkeren, routeplanning en snelheden. Hierdoor vermindert de gemiddelde stoptijd, rijtijd en verbeteren de werkomstandigheden. Menselijke operaties beperken zich in deze technologische ontwikkeling steeds meer tot 'de laatste 50 meter'. Dat er überhaupt nog door mensen aan de deur of bij het bedrijf geleverd wordt, komt niet omdat dit technologisch onmogelijk is, maar omdat voor sommige leveringen klantgerichtheid en een persoonlijke benadering van toegevoegde waarde zijn ('customer intimacy').
- De meest zichtbare verandering in dit segment is de toenemende diversiteit van voertuigen die gebruikt worden voor de last mile. In het bijzonder laat technologie - wanneer dit gepaard gaat met aanpassingen in wetgeving en infrastructuur - toe dat autonome voertuigen in het straatbeeld verschijnen. De twee meest voorkomende types zijn kleine droids (welke vertrekken vanuit een bestelwagen die ook wel 'mothership' wordt genoemd) en autonoom rijdende lockers (zie Figuur 4). Autonoom rijdende lockers vertrekken vanuit microhubs die dicht bij het levergebied liggen. Deze kunnen op twee manieren worden ingezet. De ontvanger krijgt een melding als de locker in de buurt is en kan producten zelf uit de locker halen. Daarnaast is er een autonome locker die een bezorger als 'follow-me helper' volgt.

Figuur 4
Autonome locker
(bron: Kyburz)



12 www.euronews.com/living/2020/05/05/musk-and-bezos-feud-goes-electric-with-amazon-s-answer-to-tesla

13 Topsector Logistiek (2019). Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek.

14 Op basis van een kleine bestelwagen met een 30 kWh batterij met een dagelijks kilometrage van 70km. Voor alle aannames, zie Topsector Logistiek (2019).

Deze ontwikkelingen zouden niet alleen leiden tot afname van de stoptijd, maar ook tot minder niet-succesvolle leveringen. Tijdswinst voor de levering van boodschappen komt omdat steeds meer ontvangers een 'slim slot' installeren. Hoewel dit technologisch nu al mogelijk is, zijn consumenten vaak nog terughoudend (Buldeo Rai, 2019). De bezorger kan dan naar binnen als de klant niet thuis is. In aanvulling hierop kan een bezorger ook toegang krijgen tot de achterbak van een auto (dit wordt niet gedaan voor de levering van boodschappen, zie bijvoorbeeld Hepp, 2018).

3.5 Toenemende diversificatie in distributienetwerken en afleverlocaties

De verschillende geschetste ontwikkelingen, zoals de invoering van ZE Zones, de sterke groei in leveringen, kortere levertijden en technologische ontwikkelingen, zorgen er voor dat dienstverleners continu bezig zijn met het opnieuw inrichten van de distributienetwerken. Eén van de richtingen is meer gebruik te maken van meer diverse verzamelpunten binnen steden. Een verzamelpunt kan enerzijds een afhaalpunt zijn, wat hiermee het nieuwe eindpunt van de levering wordt. Anderzijds kan het om een ontkoppelpunt (bijv. microhub) gaan waar goederen worden overgeslagen en van waaruit naar de eindontvanger geleverd wordt. Er vindt in beide gevallen verandering plaats in het distributienetwerk zoals in deze paragraaf toegelicht¹⁵.

Er zijn verschillende soorten afhaalpunten, zoals servicepunten in winkels, lockers en buurthubs. Servicepunten zoals de verschillende pakketvervoerders deze nu al hebben zullen naar verwachting sterk groeien. Terwijl dit momenteel vaak nog exclusieve servicepunten zijn (waar enkel pakketten van één vervoerder geleverd worden), bieden 'white label' (of neutrale) servicepunten meer efficiëntie en gemak voor de consument (bijv. Parcls). Naast servicepunten, verschijnen lockers vaker op diverse plaatsen. Het gaat hier om nieuwbouwprojecten, in appartementen en kantoorgebouwen (zoals Bringme en MyPup), en met name op centrale locaties zoals stations en bij benzinstations. Bij lockers kunnen 24/7 leveringen worden gedaan, pakketten worden opgehaald, en retouren worden gebracht. Deze lockers zijn steeds vaker 'white label' waar meerdere logistieke dienstverleners toegang tot hebben.

Belangrijk bij afhaalpunten is dat de dichtheid hoog genoeg is; momenteel heeft 63% van de huishoudens een afhaalpunt of locker op loopafstand heeft (ACM, 2020). Specifiek voor lockers heeft slechts 4% van de huishoudens toegang op loopafstand (ACM, 2020). Naast dergelijke verzamelpunten zijn er ook andere vormen die ook als verzamelpunt beschouwd kunnen worden, zoals bijvoorbeeld sociale logistieke netwerken, waarbij thuisadressen als buurthub fungeren. Om gebruik te maken van dergelijke verzamelpunten, moet een ontvanger tijdens het bestelproces de mogelijkheid hebben om te kiezen voor pakketten ophalen in plaats van deze bij het huisadres of bedrijf te laten leveren.

Naast deze verzamelpunten dichtbij de ontvangers neemt - mede door de toename van het aantal te bezorgen pakketten - ook het aantal ontkoppelpunten dichtbij steden (bijvoorbeeld sorteer-/distributiecentra) toe (zowel bij pakketten als boodschappen). Op deze manier wordt er een ontkoppeling van transport naar en transport binnen de stad gemaakt. De last mile naar de consument kan vervolgens op verschillende manieren ZE worden uitgevoerd; naast batterij-elektrische bestelbussen en (cargo)fietsen, kan in de verdere toekomst ook gedacht worden bijvoorbeeld autonome lockers en bezorgers met follow-me helpers. Dit zal dan dus leiden tot een gevarieerder wagenpark: relatief grote en vooral efficiënt geladen voertuigen tot de ontkoppelpunten en verschillende kleine ZE transportmodi voor de last mile.

¹⁵ De term verzamelpunten wordt in dit rapport gebruikt om in het algemeen een verandering in de last mile in het distributienetwerk binnen de stad weer te geven. Indien eindconsumenten een bestelling gaan ophalen, wordt de term 'afhaalpunt' gebruikt. Als de dienstverlener een overslagpunt toevoegt, wordt de term 'ontkoppelpunt' gebruikt.

Naast de hier gerapporteerde ontwikkelingen wordt er in deze sector volop geëxperimenteerd. Een aantal voorbeelden zijn:

- Het zichtbaar maken van het effect van consumentenkeuzes (denk aan 'Bewust Bezorgd' van Thuiswinkel.org¹⁶);
- Het beïnvloeden van consumentengedrag, dat deels ook volgt uit het vorige punt, en het dynamisch prijzen van bezorgslots (bijvoorbeeld door mogelijkheden te geven voor levering in duurzame(re) tijdslots, zie bijvoorbeeld AHonline), zie ook Agatz et al. (2011).
- Allerlei vormen van crowd sourcing/crowd logistics en vormen van distributie in de gig-economy. Zie bijvoorbeeld Arslan et al. (2019) en Buldeo Rai et al. (2017).
- Het verminderen van de footprint van pakjes door minder lucht in de pakjes te hebben (beter passende dozen), zie bijvoorbeeld de geautomatiseerde verpakkingsmachine bij Wehkamp (en andere verladers): een dergelijke machine drukt de lucht uit een pakket en snijdt het op maat in, zodat er zo min mogelijk lucht vervoerd wordt; en de beladingsgraad in een vrachtwagen, busje of bezorgfiets hoger wordt.

¹⁶ www.thuiswinkel.org/kennis/thema-s/duurzaamheid/bewust-bezorgd

Scenario's

4.1 Introductie

Op basis van de beschreven ontwikkelingen zijn er vier scenario's ontwikkeld om inzicht te krijgen in de impact van leveringen in de drie sub-segmenten (die de drie sub-segmenten vertegenwoordigen: boodschappen, B2B en B2C) met betrekking tot CO₂-uitstoot en gereden kilometers. Dit wordt gedaan met een 'VRP-solver'¹⁷. Tabel 3 vat de scenario's samen.

Tabel 3
Scenario's voor
Pakketmarkt en
thuisleveringen in 2030

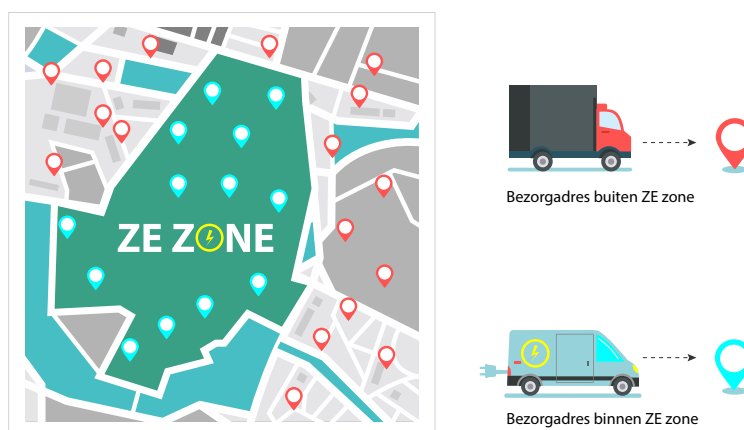
Scenario	Toelichting	Nadruk op trend
BAU	Het referentiescenario waarbij de groei in bestellingen toeneemt en ZE zones in binnensteden vanaf 2025 worden ingevoerd zoals voorgenomen. Enkel in voor ritten binnen de zones worden elektrische bestelwagens ingezet. Leveringen gaan direct naar de ontvanger.	<ul style="list-style-type: none"> • Groei in aantal leveringen. • Invoering ZE zones. • Beperkte automatisering.
Elektrificatie	Gelijk aan het referentiescenario met het verschil dat alle bestelwagens - ook buiten ZE zones - elektrisch zijn.	<ul style="list-style-type: none"> • Groei in aantal leveringen. • Invoering ZE zones. • Sterke groei elektrische voertuigen. • Beperkte automatisering.
Consolidatie	Leveringen worden vanuit depots buiten de stad met kleine bakwagens naar verzamelpunten binnen de stad gebracht. Deze zijn enkel elektrisch als het verzamelpunt binnen de ZE zone ligt. Vanuit de verzamelpunten wordt de last mile met een LEV of bezorger met autonoom voertuig uitgevoerd.	<ul style="list-style-type: none"> • Groei in aantal leveringen • Invoering ZE zones. • Sterke groei elektrische voertuigen. • Automatisering. • Diversificatie distributienetwerken.
Microhubs en afhaalpunten	Leveringen worden vanuit depots buiten de stad naar verzamelpunten in de stad gebracht. Het gaat hierbij om een dicht netwerk met diverse verzamelpunten; 50% van de leveringen wordt door de ontvanger opgehaald en 50% wordt vanuit een microhub door een LEV of bezorger met autonoom voertuig uitgevoerd.	<ul style="list-style-type: none"> • Groei in aantal leveringen. • Invoering ZE zones. • Sterke groei elektrische voertuigen. • Automatisering. • Diversificatie distributienetwerken. • Hoog aandeel ophalen door ontvanger.

¹⁷ De VRP-solver is gebaseerd op median clustering (zoals beschreven in Phillipson, 2013). Deze is vervolgens gebaseerd op een verbeteralgoritme (simulated annealing) in Matlab.

4.2 BAU

In dit scenario is er als gevolg van de afspraken in het Klimaatakkoord een ZE zone in de binnensteden¹⁸. Ten opzichte van vandaag de dag is er enige consolidatie voor de B2B en B2C-leveringen door het gebruik van verzamelpunten¹⁹. Het gaat hierbij om tenminste 10 pakketten per keer. Voor leveringen die nog steeds direct naar de ontvanger gaan, waaronder 100% van de boodschappen, vermindert de stoptijd met 20% door automatisering en slimme sloten. In dit scenario worden leveringen enkel in binnensteden door elektrische voertuigen uitgevoerd omdat hier ZE zones zijn ingevoerd. Leveringen hierbuiten gebeuren nog met een conventioneel voertuig (zie Figuur 5). Indien een route met een EV langer is dan 120 km, is er een uur extra nodig om op te laden.

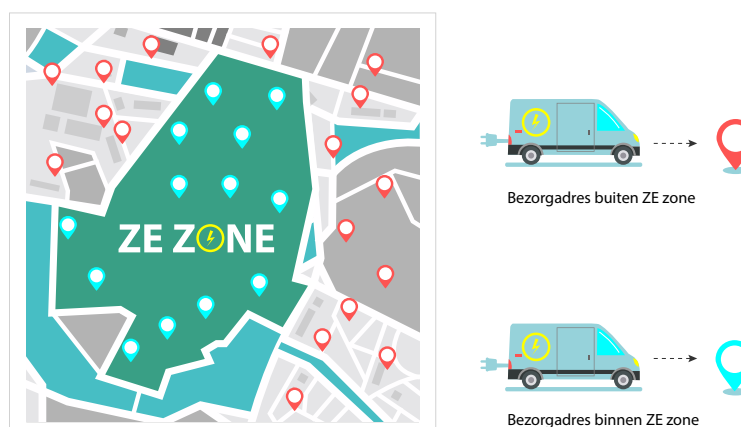
Figuur 5
Weergave BAU



4.3 Elektrificatie

Dit scenario is grotendeels hetzelfde als BAU, inclusief de voorgenomen ZE zones. Het verschil is echter dat alle voertuigvloeden elektrisch zijn en er ook buiten de ZE zones emissieloos wordt gereden. De omvang van de zone verschilt immers per stad en hierdoor hoeft er in de planning geen onderscheid te worden gemaakt tussen de inzet van conventionele en elektrische voertuigen (zie Figuur 6).

Figuur 6
Weergave scenario
Elektrificatie



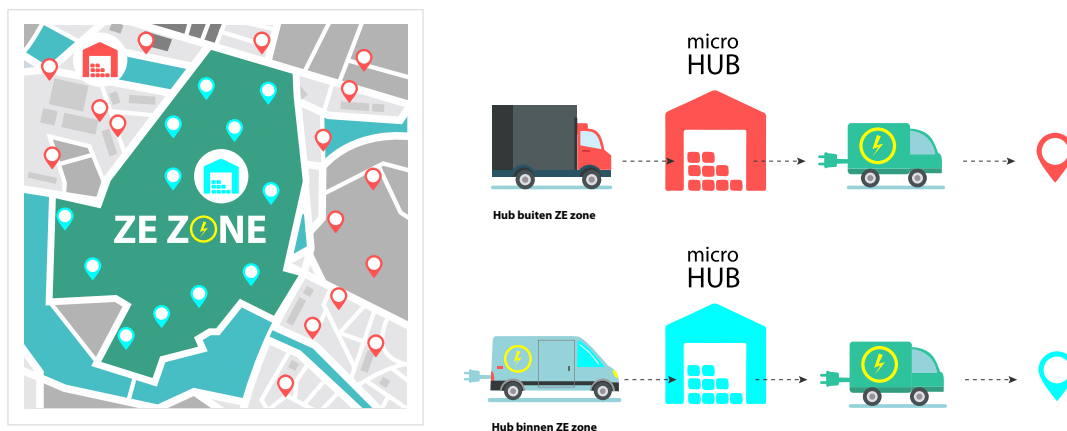
¹⁸ In deze case gaat dat om de stedelijke centra van Rotterdam, Den Haag, Zoetermeer, Delft en Schiedam.

¹⁹ Algemene term die gebruikt wordt; 'afhaalpunt' wordt gebruikt indien dit het eindpunt is en de ontvanger het zelf ophaalt en 'ontkoppelpunt' als dit een overslag betreft en er vanuit hier door de dienstverlener aan de eindontvanger geleverd wordt.

4.4 Consolidatie

In dit scenario worden alle leveringen naar ontkoppelpunten gebracht. Vanuit de diverse depots buiten de stad vertrekken kleine bakwagens, in plaats van bestelwagens zoals in het vorige scenario, naar de ontkoppelpunten. De capaciteit van de voertuigen neemt toe naar 1200 pakketten voor B2B en B2C, en 200 kratten voor boodschappen. Per ontkoppelpunt worden er gemiddeld 1000 pakketten/kratten per dag geleverd. Daarnaast wordt de capaciteit van de voertuigen op ritten niet meer, of in mindere mate, beperkt door de tijd dat een chauffeur mag rijden. Hierdoor en vooral door de sterke afname in leveradressen vermindert het aantal voertuigen. De levertijd per stop neemt wel toe. Net als in het Elektrificatie scenario, wordt er enkel aan ontkoppelpunten binnen de ZE zones, emissieloos geleverd. Vanuit de ontkoppelpunten worden de klanten bediend door bezorgers met diverse soorten LEV's en autonome lockers. Er wordt niet afgehaald door ontvangers. Onderstaande figuur illustreert dit scenario.

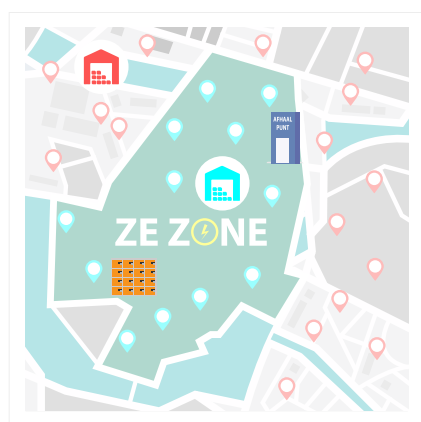
Figuur 7
Weergave scenario
Consolidatie



4.5 Microhubs en afhaalpunten

In dit scenario is er sprake van een dicht netwerk van diverse soorten verzamelpunten. Dit zijn er meer dan in het vorige scenario en er is ook meer variatie in het type verzamelpunt. Naast microhubs van waaruit geleverd wordt, zijn er ook verschillende afhaalpunten (servicepunten, buurthubs, lockers). In totaal wordt 50% van de leveringen door de klant bij het afhaalpunt opgehaald. De kilometers en potentiële CO₂-uitstoot als gevolg van autogebruik door de consument voor het ophalen wordt niet in de modellering meegenomen. Hier wordt in de discussie in paragraaf 5.2 wel op gereflecteerd. De andere helft wordt bij de microhubs bezorgd. Deze zijn kleiner dan in het vorige scenario. Per dag worden er gemiddeld 240 pakketten geleverd. De last mile wordt vervolgens weer uitgevoerd door een bezorger met LEV of een autonome locker. De afstand vanuit de microhub naar de klant is door het dichtere netwerk korter dan in het consolidatie scenario. Ten opzichte van dit scenario is de lostijd bij de afhaalpunten en de microhubs ook korter. Binnen dit scenario wordt er een onderscheid gemaakt tussen twee varianten: gebruik van vrachtwagens met een hogere capaciteit en het gebruik van bestelwagens met een lagere capaciteit tot aan de verzamelpunten. Indien een verzamelpunt binnen een ZE zone ligt, wordt er emissieloos geleverd. Figuur 8 schetst de opzet van dit scenario.

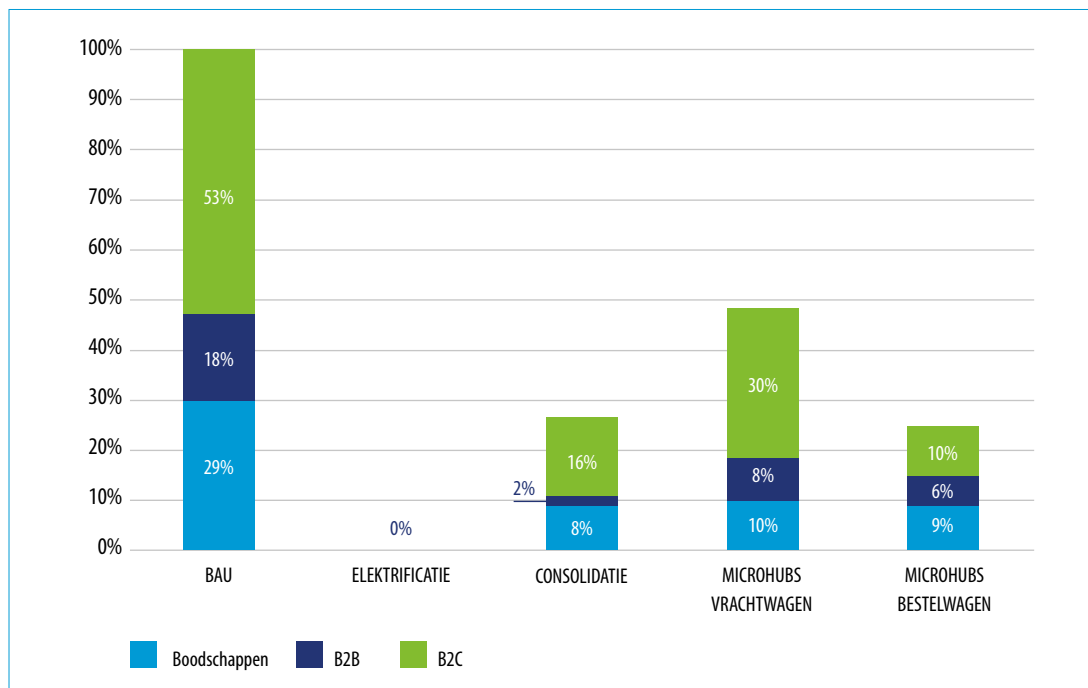
Figuur 8
Weergave scenario
Microhubs en afhaal-
punten



5.1 Algemene resultaten

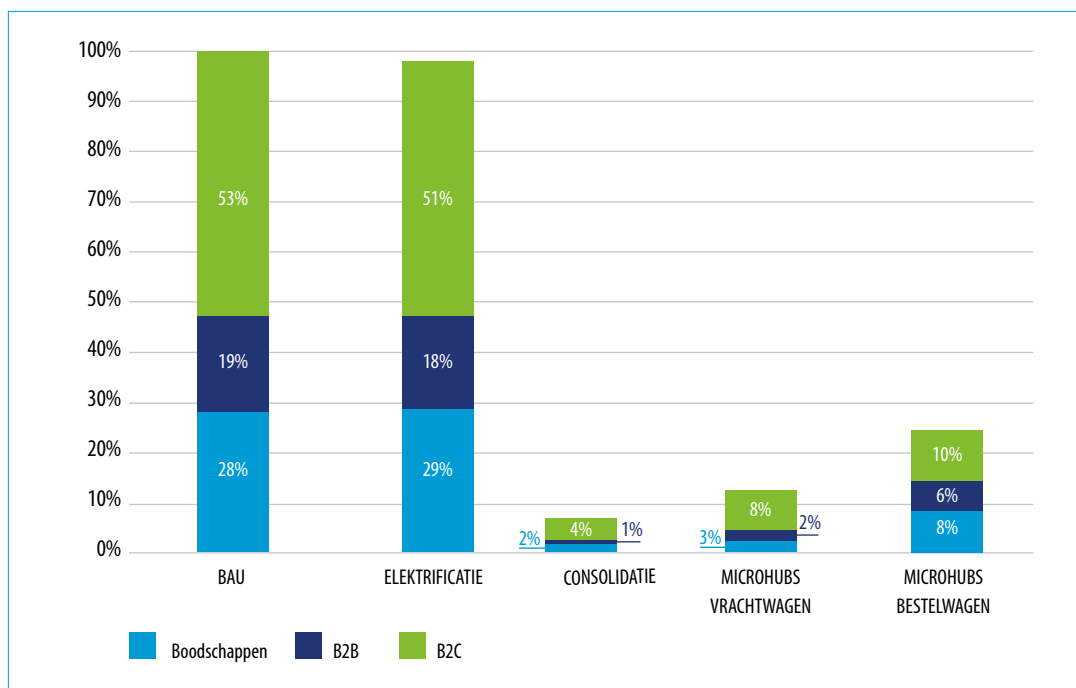
In 2030 neemt het volume in de drie sub-segmenten met factor 2,85 toe ten opzichte van 2018. De CO₂-uitstoot (TTW) neemt in het referentiescenario met 114% toe terwijl de gereden kilometers in de drie sub-segmenten met 168% toenemen. Indien het hogere volume dus wordt geleverd zoals vandaag de dag, compenseren enkel de inzet van elektrische voertuigen in ZE zones en het gebruik van schonere voertuigen (in CO₂/km) daarbuiten niet voor het hogere aantal kilometers. Het gaat hier immers om een beperkte elektrificatie en het sterk gestegen volume wordt buiten de zones niet emissieloos geleverd. In het elektrificatie scenario, waarbij alles met ZE voertuigen wordt geleverd is er geen CO₂-uitstoot meer. Het aantal kilometers neemt ten opzichte van de gedeeltelijke elektrificatie in BAU met 2% af omdat er efficiënter gereden kan worden; de ZE zones in binnensteden zijn geen belemmering in de routing. Ten opzichte van BAU neemt de CO₂-uitstoot in de overige scenario's sterk af (Figuur 9). In de consolidatie en microhub scenario's gaat dit om de CO₂-uitstoot voor de levering aan verzamelpunten indien deze niet binnen een ZE zone liggen (met ofwel een vrachtwagen of een bestelwagen in het microhub scenario). Indien er vanuit de verzamelpunten nog geleverd wordt is er in de scenario's geen sprake van CO₂-uitstoot omdat het met een ZE voertuig gebeurt.

Figuur 9
CO₂-emissies in de drie sub-segmenten ten opzichte van BAU (in 2030)



De CO₂-uitstootreductie wordt veroorzaakt doordat er gebundeld wordt geleverd aan verzamelpunten (in plaats van ritten direct naar de ontvangers). Deze neemt in het Consolidatie scenario het meeste af omdat het hier om een beperkt aantal verzamelpunten gaat waar veel orders worden geleverd. In het scenario met microhubs en afhaalpunten is er sprake van een dichter netwerk en een lager volume per verzamelpunt. De hogere uitstoot is het gevolg van een hoger aantal kilometers. In het Consolidatie scenario neemt het aantal kilometers ten opzichte van BAU met 93% af, terwijl dit in het scenario met microhubs en afhaalpunten 83% (vrachtwagens) en 76% (bestelwagens) is (Figuur 10). Deze afname is zo hoog omdat in de scenario's dit scenario het consolidatiepunt als eindpunt wordt beschouwd. De vrachtwagens stoten in dit laatste scenario wel meer uit dan de inzet van bestelwagens. Desalniettemin kan de CO₂-uitstoot ook in deze scenario's mogelijk nog lager uitvallen indien er ook buiten de voorziene ZE zones elektrische voertuigen worden ingezet. Deze zijn immers in 2030 al breder beschikbaar en inzetbaar in deze sub-segmenten.

Figuur 10
Kilometers in de drie sub-segmenten ten opzichte van BAU²⁰



Voor de drie sub-segmenten laten de resultaten in alle scenario's de effecten van ritten vanuit depots naar ontvanger of verzamelpunt zien. In het laatste geval is er echter in verschillende mate nog sprake van een extra overslag met een rit vanuit het verzamelpunt naar de ontvanger. Dit gebeurt door een bezorger met een LEV of autonoom voertuig waardoor er geen sprake van CO₂-uitstoot is. Hoewel het om een klein voertuig gaat, zorgt deze last mile nog steeds voor kilometers. Afhankelijk van de hoeveelheid voertuigen is er hierdoor nog steeds sprake van extra voertuigen die potentieel bijdragen aan congestie. Daarnaast zorgt dit ook voor extra kosten in het distributienetwerk. Indien ontvangers vaker zelf producten ophalen bij servicepunten, lockers of buurthubs, gebeurt dit niet in alle gevallen emissieloos. De dichtheid van het netwerk bepaalt de afstand van de ontvanger naar een servicepunt en hiermee de mogelijkheid om dit te voet of met de fiets op te halen.

Tabel 4
Relatieve reductie in kilometers per eenheid (krat/pakket) ten opzichte van BAU²¹

	Boodschappen	B2B	B2C
Elektrificatie	+4%	-6%	-4%
Consolidatie	-92%	-97%	-92%
Microhubs en afhaalpunten - vrachtwagen	-90%	-89%	-85%
Microhubs en afhaalpunten - bestelwagen	-70%	-70%	-81%

Door de afname van het aantal leveradressen en het hoge aantal producten per levering nemen de kilometers per eenheid (krat boodschappen/pakket) sterk af. Tabel 4 laat het relatieve verschil in km/eenheid ten opzichte van BAU zien. In het scenario met microhubs en afhaalpunten zien we dat het gebruik van vrachtwagens efficiënter is. Er kan per rit aan meerdere verzamelpunten worden geleverd, terwijl een bestelwagen maar iets meer dan één verzamelpunt kan bereiken met de bestaande capaciteit. Dit leidt tot inefficiënte door het relatief hoge aandeel aan- en afrijkilometers. Opnieuw zijn hier de kilometers van de bezorging vanuit het verzamelpunt niet in meegenomen. De totale afname ligt hoger naarmate er meer door ontvangers wordt opgehaald.

²⁰ Dit is exclusief de kilometers die mogelijkerwijs nog gereden worden vanuit het ontkoppelpunt.

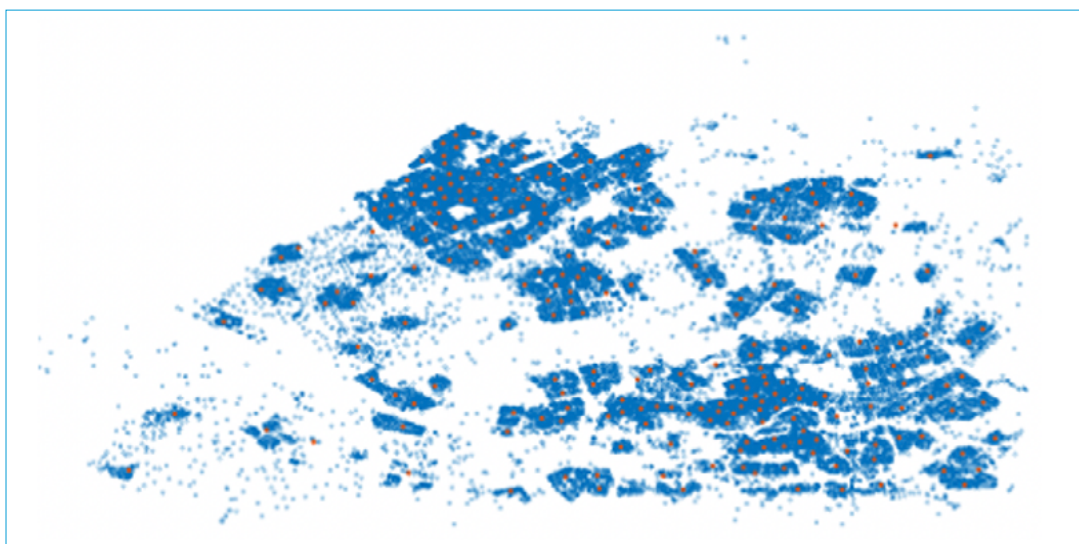
²¹ Exclusief de kilometers die vanuit een ontkoppelpunt worden gereden voor de scenario's 'Consolidatie' en 'Microhubs en afhaalpunten'. De kilometers van de consumenten worden in 5.2 meegenomen.

5.2 Discussie verzamelpunten

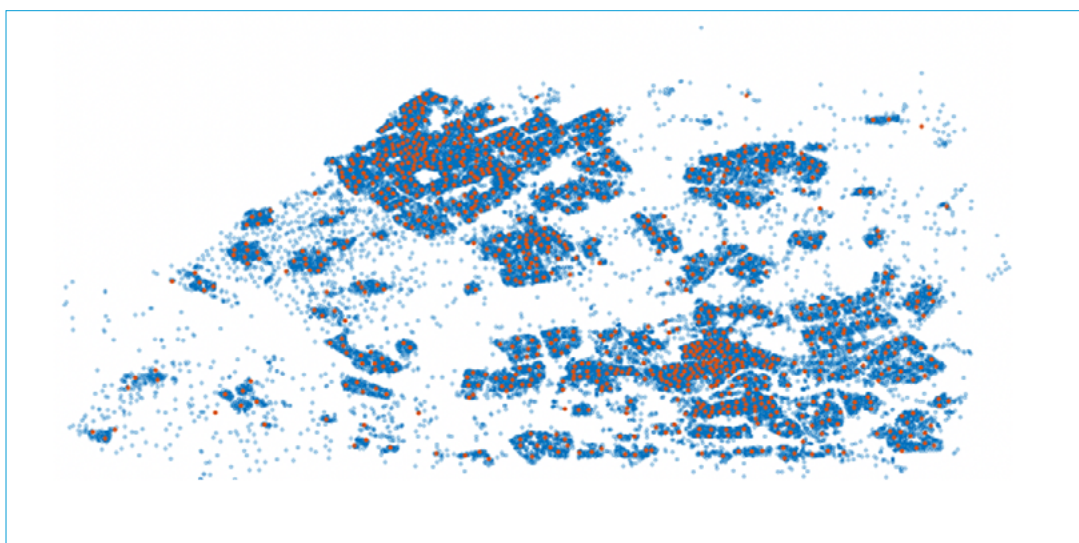
In zowel de consolidatie als microhub/afhaalpunt scenario's worden er verschillende verzamelpunten toegevoegd. In het consolidatie scenario gaat dit om ongeveer 250 grote verzamelpunten²² in de regio (Figuur 11), terwijl dit er in het scenario met microhubs en afhaalpunten meer dan 1000 zijn (Figuur 12). In de bovenstaande analyse is er vanuit gegaan dat een deel van deze leveringen vanuit het ontkoppelpunt met een ZE voertuig naar de eindontvanger wordt geleverd, terwijl een deel wordt opgehaald. Hoewel er door marktpartijen ingezet kan gaan worden op afhalen, is het onzeker welk percentage door consumenten opgehaald wordt. Dit wordt in zekere mate bepaald door de dichtheid van het netwerk. Op basis hiervan kan een tweetal extreme situaties in kaart worden gebracht waarmee de impact van een netwerk met verzamelpunten aangetoond kan worden:

1. Alle verzamelpunten zijn (een verzameling van dicht bij elkaar gelegen) afhaalpunten waarbij alle bestellingen door ontvangers worden afgehaald met een conventioneel voertuig wat voor CO₂-uitstoot zorgt.
2. Alle verzamelpunten zijn ontkoppelpunten waarbij alle bestellingen vanuit deze punten met een ZE voertuig aan de eindconsument bezorgd wordt.

Figuur 11
Visualisatie dun netwerk met verzamelpunten (Consolidatie scenario)²³



Figuur 12
Visualisatie dicht netwerk met verzamelpunten (Microhubs en afhaalpunten scenario)



²² Er is bewust gekozen voor de term 'verzamelpunt'; dit is niet verder gespecificeerd en de invulling kan verschillen. Wat onder verzamelpunt valt kan een gedeelde locker in een gebouw zijn (waar alle aanbieders dus toegang tot hebben), maar het kan ook een aantal dichtbij elkaar gelegen afhaalpunten zijn van verschillende aanbieders, denk aan parcelshops of pickup points voor supermarkten (die voor ontvangers gemakkelijk te combineren zijn in een ophaalrit als er van meerdere aanbieders iets opgehaald moet worden).

²³ Voor clustering is een Lloyd-clustering algoritme (dat een k-clustering opgeeft) uitgebreid door Bradley (naar een k-clustering met tenminste m items per cluster) aangepast, zie voor meer informatie: Phillipson (2013).

Alle verzamelpunten zijn afhaalpunten

De analyse toont aan dat in het minder dichte netwerk de gemiddelde afstand van een afhaalpunt naar een ontvanger ongeveer 690 meter bedraagt. In het scenario met meerdere kleine afhaalpunten is dit gemiddeld 330 meter (voor boodschappen, B2B en B2C gezamenlijk)²⁴. Tabel 5 geeft het verschil in CO₂-uitstoot weer indien alles met een conventionele auto wordt opgehaald bij het afhaalpunt²⁵. Dit is een extreem scenario omdat bestellingen - indien met een auto afgehaald - ook met een elektrische variant en/of tijdens een rit die al gepland was, afgehaald kunnen worden. Daarnaast wordt naar verwachting een deel met de fiets of te voet opgehaald. Het geeft echter aan dat de dichtheid van het netwerk bepaalt in hoeverre CO₂-uitstoot ook gereduceerd kan worden indien er afgehaald wordt. In dit extreme scenario leidt een minder dicht netwerk tot een toename in CO₂-uitstoot van 90% ten opzichte van alles zero emissie aan de eindontvanger leveren of emissieloos ophalen. Een dichter netwerk zorgt voor een toename van 24 tot 46% in CO₂-uitstoot²⁶. De besparing ten opzichte van alles met conventionele voertuigen aan de ontvanger leveren (BAU) neemt hiermee af van 92% naar 50% (dun netwerk) en van 85-81% naar 41-64% (dicht netwerk). Het kan echter gesteld worden dat bij afhalen de CO₂-uitstoot relatief meer reduceert bij een dichter netwerk omdat dit afhalen met de fiets of te voet faciliteert. Een andere kanttekening is dat afhalen van boodschappen lastiger is en dat hier waarschijnlijk sneller een auto voor wordt gebruikt.

Tabel 5
Extra CO₂-uitstoot indien alles bij verzamelpunten door ontvangers met een conventionele auto wordt opgehaald (komt dus bovenop de resultaten van figuur 9)

	Maximale toename CO ₂ -uitstoot door afhalen met conventionele auto	Besparing CO ₂ ten opzichte van BAU ²⁷
Consolidatie	+90%	-50%
Microhubs en afhaalpunten - vrachtwagen	+24%	-41%
Microhubs en afhaalpunten - bestelwagen	+46%	-64%

Alle verzamelpunten zijn ontkoppelpunten

Als in beide scenario's alle verzamelpunten ontkoppelpunten zijn van waaruit de dienstverlener aan de eindontvanger levert, moeten er extra voertuigen worden aangeschaft. Om vanuit de ontkoppelpunten aan de eindontvanger te leveren, worden LEV's ingezet. De voertuigen die aan de ontkoppelpunten leveren hebben een grotere capaciteit dan voertuigen voor de finale distributie vanaf de verzamelpunten. Hierdoor moeten er meerdere ritten worden gemaakt en/of meerdere voertuigen per ontkoppelpunt worden aangeschaft. Indien alle bestellingen vanuit alle ontkoppelpunten geleverd worden, leidt dit tot meer dan 5300 ritten. Dit zijn in het dunne en dichte netwerk respectievelijk 22 en iets meer dan 5 ritten per ontkoppelpunt. Als er vanuit wordt gegaan dat een voertuig twee ritten per dag maakt (ochtend en middag), gaat het per ontkoppelpunt dus om ongeveer 10 (consolidatie) en 3 (microhubs) voertuigen die aangeschaft moeten worden. Naast de investering in vastgoed vergt dit dus een aanzienlijke investering. Verder betekent dit dat er op de ontkoppelpunten ook rekening gehouden moet worden met ruimte om de voertuigen te stallen.

²⁴ Inclusief een omrijfactor van 1,3

²⁵ Gebaseerd op het afhalen van alle orders per etmaal (upperbound): gemiddelde retourafstand tot verzamelpunt vermenigvuldigd met het aantal orders en een uitstoot van 100 g CO₂/km. De CO₂-uitstoot is direct aan het aantal kilometer gerelateerd.

²⁶ De maximale absolute toename in CO₂-uitstoot voor afhalen is in het scenario microhubs en afhaalpunten gelijk voor de variant met bestelwagens en vrachtwagens. Relatief gezien neemt de totale CO₂-uitstoot in de variant met bestelwagens tot het verzamelpunt meer toe omdat deze lager is tot aan dit punt.

²⁷ Distributie naar afhaalpunten en ophalen door een ontvanger met een auto.

Hoe verder richting 2030..?

6.1 Pakketmarkt en thuisleveringen in 2030

In deze Outlook hebben we de 'Pakketmarkt en thuisleveringen' in 2030 bestudeerd. In dit segment staat er veel te gebeuren. Veel innovaties in dit segment in de (stads)logistiek vinden relatief vroeg plaats en zodoende ligt het in verschillende opzichten onder de loep. De haalbaarheid van technologische innovaties zoals autonome voertuigen en leveringen in de kofferbak van een auto wordt uitgebreid bestudeerd in verschillende trend rapporten. De focus in deze Outlook ligt op de impact van dit segment als gevolg van elektrificatie én variatie in afleverlocaties (waarbij de consument de bestelling in enkele gevallen moet afhalen). De impact is in verschillende scenario's met betrekking tot CO₂-uitstoot en gereden kilometers berekend. Daarnaast wordt er ingegaan op ruimtelijke implicaties van deze veranderingen. Op basis van de berekeningen worden er een viertal conclusies getrokken over de pakketmarkt en thuisleveringen in 2030.

Elektrificatie haalbaar

De CO₂-uitstoot neemt in 2030 toe door de hogere volumes boodschappen en pakketten die geleverd gaan worden. Gedeeltelijke elektrificatie van de voertuigvloot, waarbij enkel in de ZE zones elektrische voertuigen worden ingezet, compenseert hier niet voor. Het ligt echter in de lijn der verwachting dat de inzet van elektrische voertuigen in dit segment een vlucht gaat nemen. Emissieloze leveringen, ook buiten ZE zones, lijken haalbaar voor deze sector (dit staat ook in de plannen van de grote pakketvervoerders). Daarnaast komen sorteercentra door de stijgende volumes momenteel al vaker dichtbij steden komen te liggen. De beperktere actieradius van elektrische bestelbussen is hierdoor geen probleem. Prognoses laten zien dat elektrificatie in 2030 niet tot extra kosten hoeft te leiden. Bestelwagens die worden ingezet voor leveringen aan huis hebben naar verwachting binnen een paar jaar al eenzelfde kostprijs als conventionele bestelwagens. Naast elektrische bestelwagens zal het hier vaker om LEV's, inclusief cargofietsen, gaan. Deze zijn niet meegenomen in de analyse en hoewel het om kleinere voertuigen gaat dragen deze mogelijk wel bij aan congestie.

Fijnmazig netwerk van verzamelpunten

Los van de elektrificatiegraad van de voertuigvloot, leidt een netwerk van verzamelpunten dieper in de stad en voorziene ZE zones potentieel tot minder overlast als gevolg van voertuigbewegingen; in het bijzonder door een kleiner wagenpark, vollere voertuigen en minder kilometers tot aan de verzamelpunten. De beste oplossing voor overlastreductie is het maximaal inzetten op afhalen door ontvangers. Hierbij is het van belang dat er een dicht netwerk is zodat ontvangers op relatief korte afstand - en bij voorkeur zonder auto - pakketten kunnen ophalen. Afhaalpunten zullen in verschillende variaties binnen steden aanwezig gaan zijn. Het gaat hierbij om servicepunten (zoals deze vandaag de dag ook bestaan), maar ook om meer lockers en buurthubs. Door de toenemende groei van omnichannel zullen reguliere winkels ook meer als afhaalpunt gaan functioneren. Om afhaalpunten aantrekkelijker te maken moet er voor met name buurthubs en lockers worden ingezet op 'white label'. Dit om te voorkomen dat er een wildgroei aan lockers van verschillende pakketvervoerders ontstaat. Des te meer omdat webwinkels vaker zelf gaan leveren (bijv. Amazon en Coolblue). Het mededingingsaspect is hier van belang; er moet open toegang voor alle spelers en concurrenten zijn, inclusief non-discriminatoire beprijzing zijn voor het gebruik. In tegenstelling tot pakketten, zullen boodschappen nog grotendeels aan ontvangers (thuis of bij het bedrijf) worden geleverd. Desalniettemin kunnen supermarkten ook meer inzetten op online bestellen en afhalen in de winkel of pickup point. Voor levering aan huis kan efficiëntiewinst geboekt worden door automatisering in leveringen en het installeren van slimme sloten. Inzetten op afhaalpunten ten opzichte van microhubs in steden is ook vanuit een kostenperspectief haalbaarder. Het opereren van een extra ontkoppelpunt in een netwerk zorgt immers al voor kosten, welke nog meer toenemen indien er extra voertuigen bij dit punt moeten worden aangeschaft.

Diversificatie van logistieke stromen

In navolging van B2C, groeit locatiebezorging bij bedrijven hard door het aanhouden van steeds kleinere voorraden en de mogelijkheid tot goedkope 'just-in-time' leveringen. In aanvulling hierop zorgt de invoering van ZE zones tot extra rationalisatie. Voor een eigenaar van een klein bedrijf maakt een steeds autoluwere stad het lastig om de bevoorrading - vaak met een bestelwagen - deels zelf te regelen. In dit opzicht heeft e-commerce zich ontwikkeld tot een zeer efficiënt, goedkoop en hoogfrequent alternatief wat we in steeds meer stromen binnen steden gaan zien (bouw afbouw, kleine horecazaken, kleine retailzaken, facilitair). Dit leidt ertoe dat grote pakketvervoerders prominenter aanwezig gaan zijn in steden. Hiermee worden inefficiënte leveringen in andere stadslogistieke segmenten deels naar de efficiënte netwerken van pakketvervoerders geduwd.

Ruimtelijke implicaties

Door de sterk stijgende volumes in dit segment en de mogelijkheid dat inefficiënte stromen uit andere segmenten in netwerken van pakketvervoerders worden opgenomen, zal dit segment dominant aanwezig zijn in en rond steden. In het bijzonder gaat de logistieke structuur er anders uitzien wat ruimtelijk tot drie veranderingen leidt:

- Sorteercentra van pakketvervoerders en hubs van (online) supermarkten komen dichterbij steden te liggen (voor zo ver deze dat nu al niet liggen).
- In aanvulling hierop ontstaat er een fijnmaziger netwerk met diverse verzamelpunten dieper in steden, dichterbij de eindontvanger. De beste oplossing uit oogpunt van uitstoot- en overlast-reductie (voor non-food) zijn hubs, diep in de stad en de ZE zone, voor alle stromen. Als er een redelijk dicht netwerk van punten is, wordt afhalen of even laten brengen op afroep uiterst aantrekkelijk voor alle partijen en klanten. Deze verzamelpunten (van afhaalpunten tot microhubs) dragen potentieel bij aan een overlastreductie van voertuigen, maar zorgen wel voor ruimtelijke vraagstukken.
 - Lockers zijn een belangrijk type afhaalpunt; in de toekomst is regulering wellicht nodig om te voorkomen dat verschillende met elkaar concurrerende partijen deze naast elkaar gaan plaatsen. Lockers komen idealiter op belangrijke knooppunten voor personenverkeer - in het bijzonder OV-punten - en worden geplaatst om overlast door afhalen te minimaliseren. Lockers ('white label') kunnen ook vaker in kantoren, onderwijsinstellingen en appartementen worden geplaatst. Op deze manier kan er sneller bezorgd worden en blokkeert een voertuig de openbare ruimte minder lang. Hier ligt een belangrijke reguleringsvraag voor gemeenten.
 - Voor grotere ontkoppelpunten van waaruit de last mile nog geleverd wordt, is regulering ook belangrijk om een wildgroei van dergelijke punten door de hele stad te voorkomen. Idealiter zijn dit 'white label' hubs waar verschillende pakketvervoerders snel producten kunnen overslaan. Het lijkt er op dat grote pakketvervoerders hier op dit moment niet voor openstaan. Maar, zullen onder druk van consumenteneisen wellicht moeten op termijn. De locatie is belangrijk omdat er een verhoogde verkeersintensiteit ontstaat rond deze punten, zelfs als het LEV's en cargofietsen betreft. Het leveren aan deze hubs moet zoveel mogelijk buiten de spitsuren gebeuren. Dergelijke punten kunnen ook worden gebruikt om andere stromen in mee te nemen; bijvoorbeeld als hub voor omliggende bedrijven en voor de retourstroom van afval.
 - Door de toenemende diversiteit in dit segment zal er op een deel van de punten van waaruit geleverd dan wel opgehaald wordt, weinig zicht zijn. Dit komt door 'local for local' netwerken, winkels die gaan functioneren als hubs in het kader van omnichannel retail. Tegelijkertijd verdicht dit het netwerk wel wat afhalen faciliteert.
- Voertuigbewegingen in dit segment zullen nog nadrukkelijker in steden aanwezig gaan zijn als de huidige manier van leveren (veelal aan de eindontvanger) voortgezet wordt. In het bijzonder is er een hogere diversiteit aan voertuigtypen. In dit kader moet er goed worden gekeken naar de impact (ook al zijn deze voertuigen emissieloos) op weg- en fietsinfrastructuur. Hoewel deze voertuigen een stuk kleiner zijn dan bestelwagens, zorgen deze op den duur dus ook voor toenemende druk op de openbare ruimte en moeten hiervoor oplossingen worden gevonden.

6.2 Aanbevelingen

De analyse leidt tot verschillende aanbevelingen:

- De reductie van CO₂-uitstoot kan in dit segment grotendeels door de sector worden gerealiseerd omdat het vooral kleinere voertuigen betreft die relatief korte (voorspelbare) routes rijden. De invoering van ZE zones in binnensteden in 2025 geeft hier wel een belangrijke stimulans aan.
- De toenemende diversiteit aan ZE voertuigen verdient op drie belangrijke punten aandacht van regelgevers. Allereerst gaat dit om veiligheidseisen die aan nieuwe voertuigen gesteld worden. Des te meer als er inderdaad autonome voertuigen verschijnen. Ten tweede gaat dit om de impact op de openbare ruimte. Zo is bijvoorbeeld te zien dat cargofietsen steeds groter en vaak met aanhanger rondrijden. Dit draagt verder bij aan de toenemende drukte op fietspaden en vermindert de doorstroming. Het toestaan op de weg leidt tot uitdagingen door toenemende verschillen in snelheid. In dit opzicht kan er gekeken worden naar een algehele snelheidsreductie voor het verkeer in (binnen) steden en prioritering van fietsers (bijv. meer fietsstraten). Tot slot zijn deze voertuigen kleiner, maar bezetten deze ook steeds vaker de stoep en weg.
- Partijen in dit segment kunnen de ZE-opgave van andere segmenten deels overnemen doordat netwerken al efficiënt zijn. Kleinere stromen naar bedrijven zouden ook via deze netwerken kunnen lopen. Als zodanig kan dit segment dus ook worden gezien als een ZE-alternatief voor sommige andere segmenten en kan het wellicht een alternatief zijn voor het gebruik van bestelwagens door sommige MKB ondernemingen.
- Het minimaliseren van overlast met betrekking tot voertuigbewegingen kan beperkt worden door zoveel mogelijk in te zetten op afhaalpunten. Dit kunnen buurthubs, winkels of lockers zijn. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met mogelijke toename van overlast rond deze verzamelpunten. Gebruikers moeten gestimuleerd worden om het afleveradres een afhaalpunt te laten zijn. Kosten-differentiatie per levermethode is hiertoe een middel. Hier moet wel in overweging worden genomen dat de uiteindelijke impact met betrekking tot voertuigen, CO₂-uitstoot en emissies wordt bepaald door hoe klanten producten ophalen. Deze afhaalpunten, met name lockers, liggen bij voorkeur op knooppunten van personenvervoer. Een dicht netwerk faciliteert bovendien zero emissie ophalen door ontvangers zodat de efficiëntiewinst ten opzichte van direct aan huis leveren niet teniet wordt gedaan.
- Alle leveringen in dit segment vallen binnen het type 3 leveringen met een ontkoppeling binnen steden (zie hoofdstuk 1). Dit zal alleen maar verder toenemen. Hoewel voertuigen in grote mate emissieloos gaan zijn, is dit segment in de toekomst prominenter aanwezig in steden door de verschillende verzamelpunten. Het is belangrijk dat er wordt gekeken wat de impact van de verschillende soorten verzamelpunten op de directe omgeving gaat zijn. Regulering vanuit gemeenten om wildgroei van verzamelpunten te voorkomen is hierbij nodig. Het mededingingsaspect om te zorgen dat deze punten 'open' zijn voor verschillende gebruikers is aanbevolen.

6.3 Korte reflectie: deze resultaten in een breder perspectief

In deze Outlook is vooral gekeken naar het transport in de last mile; er zijn in dit segment nog andere richtingen die ook enorme impact kunnen hebben op de uitstoot. Eén van de punten is de relatief grote hoeveelheid lucht die nog wordt vervoerd (in pakjes); steeds vaker worden door slimme verpakkingsmachines de kartonnen dozen op maat gemaakt²⁸, of wordt er geëxperimenteerd (of gewoon in het echt gebruikt) met herbruikbare pakketten²⁹. Dit leidt ook tot een lagere CO₂-uitstoot, maar valt buiten de hier bekeken scenario's. Minder lucht in de pakketten zal bijdragen tot kleinere pakketten en zo zouden er dus meer pakketten meegenomen kunnen worden in routes. Juist de scenario's die we hier hebben bekeken, met consolidatie en microhubs lenen zich uitstekend voor een groter aantal pakketten per voertuig.

Een ander punt dat niet naar voren is gekomen, maar wat wel relevant is - is de steeds kortere tijd tussen bestellen en bezorgen; 'same day delivery' is op sommige plaatsen in Nederland al mogelijk. Hiervoor geldt wederom dat de geschetste scenario's (van consolidatie en microhub) hier ook in kunnen faciliteren - om zo ook deze heel snelle leveringen op een enigszins duurzame manier te kunnen uitvoeren. Ook andere ontwikkelingen, zoals meer 'local for local' zouden heel goed binnen de geschetste scenario's passen (waarbij de hubs ook een afleverpunt kunnen zijn voor verzendende partijen van 'local for local' leveringen - of deze in de routes vanaf de microhubs als pickups kunnen worden geïntegreerd).

²⁸ www.thuiswinkel.org/nieuws/4092/e-commercesector-werkt-aan-minder-lucht-in-pakketten

²⁹ www.trouw.nl/duurzaamheid-natuur/een-schoenendoos-met-statiegeld-hoe-groen-is-dat~bede0173/

Referenties

ACM (2018). Post- en Pakkettenmonitor 2018.

ACM (2020). Marktstudie last mile pakketbezorging.

ACM (2020). Post- en Pakkettenmonitor 2019.

Agatz, N. A. Campbell, M. Fleischmann, M. Savelsberg (2011). Time Slot Management in Attended Home Delivery. *Transportation Science* 45(3), 285-449

Arslan, A., N. Agatz, L. Kroon, R. Zuidwijk (2019). Crowdsourced Delivery - A Dynamic Pickup and Delivery Problem with Ad Hoc Drivers. *Transportation Science* 53(1), 1-31

Bogdanski, R. (2019). "Quantitative Untersuchung der Konsolidierten Zustellung auf der Letzten Meile". *Biek*.

Buldeo Rai, H. Environmental sustainability of the last mile in omnichannel retail. *Vrije Universiteit Brussel*.

Buldeo Rai, H., Cetinkaya, A., Verlinde, S., & Macharis, C. (2020). How are consumers using collection points? Evidence from Brussels. *Transportation Research Procedia*, 46, 53-60.

Buldeo Rai, H. S. Verlinde, J. Merckx, C. Macharis (2017). Crowd logistics: an opportunity for more sustainable urban freight transport? *Eur. Transp. Res. Rev.* 9, 39.e

Hepp, S. B. (2018). Innovation in last mile delivery: meeting evolving customer demands: the case of In-Car Delivery (Doctoral dissertation).

Joerss, M., Schröder, J., Neuhaus, F., Klink, C. & Mann, F. (2016). Parcel delivery. The future of the last mile. *McKinsey & Company*.

Kassai, E. T., Azmat, M., & Kummer, S. (2020). Scope of Using Autonomous Trucks and Lorries for Parcel Deliveries in Urban Settings. *Logistics*, 4(3), 17.

Lachapelle, U., Burke, M., Brotherton, A., & Leung, A. (2018). Parcel locker systems in a car dominant city: Location, characterisation and potential impacts on city planning and consumer travel access. *Journal of Transport Geography*, 71, 1-14.

Phillipson, F. (2013). Efficient clustering of cabinets at FttCab. In *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking* (pp. 201-213). Springer, Berlin, Heidelberg.

Supermarkt en Ruimte (2020). www.supermarktenruimte.nl/17598-2/

Topsector Logistiek (2017). *Outlook City Logistics 2017*.

Topsector Logistiek (2019). *Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek*.

TNO (2016). Dutch CO₂ emission factors for road vehicles. (TNO 2016 R10449).

TNO (2020). Effect of pick-up points and returns on CO₂ emissions in last mile parcel delivery networks. (TNO 2020 R10909).

WEF (2020). The future of the last mile ecosystem. Transition roadmaps for public- and private-sector players.

Bijlage A

Beschrijving case studies

Case 1: Boodschappen

In deze case gaan we uit van twee startlocaties van waaruit boodschappen aan huis worden geleverd; totaal zijn er vanuit de depots in het basisscenario iets meer dan 200 ritten. Per dag worden er 2600 orders geplaatst, bestaande uit bijna 5000 producten. Dat zijn in dit geval kratten. Per voertuig (grote bestelwagen) betreft de capaciteit 50 kratten. Dit betekent dat er meer capaciteit beschikbaar dan nodig is. De stoptijd voor dergelijke leveringen bedraagt 12 minuten per stop. Deze is hoog waardoor het nog lastiger is om de capaciteit van het voertuig optimaal te benutten. Het voertuig kan vaak niet worden gelegeerd voor de shift van de chauffeur eindigt. Ervan uitgaande dat er per klant twee kratten worden bezorgd, betekent dit dat een vol voertuig 25 klanten kan bedienen. Zonder rijtijd kost het echter al een uur om 5 klanten te bedienen. Sommige voertuigen worden voor meerdere rondes per dag gebruikt.

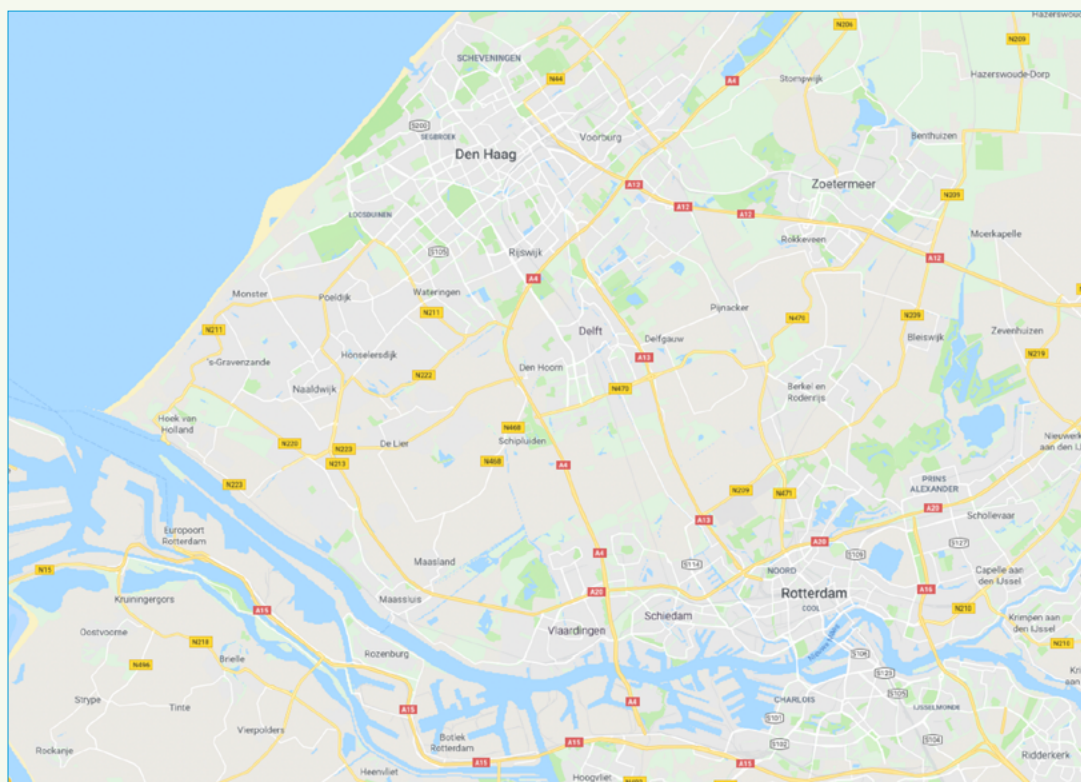
Case 2: B2B pakketleveringen

In de MRDH worden pakketleveringen aan bedrijven vanuit één depot geleverd. Per dag worden er ongeveer 3000 orders met gemiddeld iets meer dan twee pakketten per order aan bedrijven geleverd. Hiervoor worden 110 voertuigen gebruikt en de capaciteit per voertuig is 200 pakketten. In tegenstelling tot food bedraagt de gemiddelde stoptijd per levering 4 minuten. De capaciteit van de voertuigen wordt niet ten volle benut door tijdrestricties.

Case 3: B2C

Thuisleveringen van pakketten aan huis en in een aantal gevallen aan afhaalpunten, vormen het grootste aantal leveringen. Het gaat hier om bijna 75.000 pakketten per dag, verdeeld over 30.000 orders. Deze worden vanuit drie depots in de MRDH regio geleverd. In totaal worden hier 650 voertuigen voor gebruikt die een capaciteit hebben van 300 pakketten per voertuig. De gemiddelde stoptijd is met 2 minuten lager dan voor B2B leveringen. De dichtheid van het aantal leveringen is erg hoog.

Figuur 13
Scope studiegebied:
gebied rond de
Metropoolregio
Rotterdam Den
(MRDH)



Bijlage B

Aannames scenario's 2030

Onderstaande tabel laat de groei in orders (bestaande uit meerdere eenheden) en eenheden (kratten voor boodschappen en pakketten voor B2B en B2C) zien.

Tabel 6
Aannames over de
laadvermogens van
de voertuigtypes

	Groei orders in 2030	Groei eenheden in 2030
Food	165%	177%
B2B	186%	190%
B2C	39%	185%

Tabel 7
Aannames scenario's

Scenario	Aannames
BAU	<ul style="list-style-type: none"> Volume is in 2030 met factor 2,85 gegroeid. Leveringen in binnensteden ZE. Leveringen buiten binnensteden met conventionele voertuigen. 50% van de leveringen naar verzamelpunten (in centra van steden) met tenminste 10 pakketten per keer. 20% vermindering stoptijd bij afzonderlijke adressen.
Elektrificatie	<ul style="list-style-type: none"> Volume is in 2030 met factor 2,85 gegroeid. Alle leveringen met ZE bestelwagens. 50% van de leveringen naar verzamelpunten met tenminste 10 pakketten per keer. 20% vermindering stoptijd bij afzonderlijke adressen.
Consolidatie	<ul style="list-style-type: none"> Volume is in 2030 met factor 2,85 gegroeid. Leveringen aan verzamelpunten met gemiddeld 1000 eenheden (krat of pakket) p/dag. Leveringen aan verzamelpunten met vrachtwagens met een capaciteit van 200 kratten (boodschappen) en 1200 pakketten (B2B en B2C). Leveringen aan verzamelpunten binnen ZE zones met elektrische vrachtwagens. Stoptijd per verzamelpunt is 30 minuten voor boodschappen en 15 minuten voor B2B/B2C. Vanuit verzamelpunten rijden er autonome lockers en voertuigen met een bezorger.
Microhubs en afhaalpunten - vrachtwagens	<ul style="list-style-type: none"> Volume is in 2030 met factor 2,85 gegroeid. Leveringen aan verzamelpunten met gemiddeld 240 eenheden (krat of pakket) p/dag. Leveringen aan verzamelpunten met vrachtwagens met een capaciteit van 200 kratten (boodschappen) en 1200 pakketten (B2B en B2C). Leveringen aan verzamelpunten binnen ZE zones met elektrische vrachtwagens Stoptijd per verzamelpunt is 30 minuten voor boodschappen en 15 minuten voor B2B/B2C. 50% van de leveringen wordt door de klant bij het verzamelpunt opgehaald. Vanuit verzamelpunten rijden er autonome lockers en voertuigen met een bezorger.
Microhubs en afhaalpunten - bestelwagens	<ul style="list-style-type: none"> Volume is in 2030 met factor 2,85 gegroeid. Leveringen aan verzamelpunten met gemiddeld 240 eenheden (krat of pakket) p/dag. Leveringen aan verzamelpunten met bestelwagens met een capaciteit van 50 kratten (boodschappen), 200 (B2B) en 300 pakketten (B2C). Leveringen aan verzamelpunten binnen ZE zones met elektrische bestelwagens. Stoptijd per verzamelpunt is 30 minuten voor boodschappen en 15 minuten voor B2B/B2C. 50% van de leveringen wordt door de klant bij het verzamelpunt opgehaald. Vanuit verzamelpunten rijden er autonome lockers en voertuigen met een bezorger.

Connekt/Topsector Logistiek

Ezelsveldlaan 59

2611 RV Delft

+31 15 251 65 65

info@connekt.nl

www.connekt.nl

