

0,5 megaton CO2-emissie minder met netwerk van semi autonome voertuigen

Samenvatting

De CO2-emissie kan met 0,5 megaton omlaag door 9,5% van het goederenvervoer door bestelauto's te vervangen voor, met name in de landelijke gebieden, goederenvervoer door semi-autonome voertuigen.

In 2017 hebben de, gemiddeld 868.000, bestelauto's in Nederland samen 5,3 megaton CO2 uitgestoten (Bron naar Wiel). Het goederenvervoer door bestelauto's is 15 keer minder efficiënt dan dat door de grootste vrachtauto's. Hoewel de bestelauto's in de stedelijke gebieden een belangrijke bron zijn van verkeerscongestie en vervuiling vindt relatief de meeste CO2-emissie plaats in de landelijke gebieden. De CO2-emissie door verkeer en vervoer is in landelijke gebieden meer dan het dubbele per inwoner dan in stedelijke gebieden.

Waar stedelijke gebieden voor autonome voertuigen uitermate complex zijn, biedt juist de uitgestrektheid van de landelijke gebieden met een uitgebreid secundair wegennet mogelijkheden voor grotendeels autonome, op wandelsnelheid rijdende, voertuigen.

Om een bijdrage te leveren aan de klimaatdoelstellingen van de regering is een plan ontwikkeld om dit versneld in te voeren.

Financiële consequenties

De investering die vereist is voor de bouw van de voertuigen is rond de €825 mln. Slechts éénvijfde van de investering die nodig is om bestelauto's te vervangen voor hun elektrische varianten.

De investering biedt nieuwe kansen voor de Nederlandse maakindustrie welke geen elektrische bestelauto's levert maar wel andere voertuigen. De elektrische voertuigen beperken de kosten van de import van brandstoffen en vervangen deze door de mogelijkheid van het gebruik van zelf opgewekte elektriciteit uit duurzame bronnen. De voertuigen beschikken over batterijen en kunnen gebruik maken van de bestaande elektrische infrastructuur buiten de piekvraag.

Ook trekt Nederland het initiatief op het gebied van autonoom goederen vervoer naar zich toe in combinatie met gedistribueerde supercomputer technologie en gedistribueerde opslag van elektriciteit. De banen voor de chauffeurs worden vervangen door hoogwaardige banen in de buitengebieden als verkeersleider, operator of buitendienst.

Op basis van de verminderde investering en het vervallen van brandstofkosten wordt een rendement verwacht op de investering van 20%.

Veiligheid

De voertuigen zijn ontwikkeld met als uitgangspunt inherente veiligheid waarbij een passend businessmodel is gezocht. Ze rijden met de snelheid van een wandelaar tot maximaal een jogger(5-8km/uur), hebben het formaat van een wandelaar met kinderwagen(80-100 cm breed, tot 250cm lang), een maximaal gewicht van 750 kg en rijden strikt rechts op de weg. Het voertuig is voorzien van softwarematige veiligheidsvoorzieningen in combinatie met camera's en sensoren. De voertuigen worden uitgerust met bumpers met tactiele sensoren die bij een aanraking het voertuig stilzetten zonder blijvend letsel te veroorzaken.



Inhoud

CO2-emissie van bestelauto's	1
Emissie gegevens	1
Vereiste investering om bestelauto's te vervangen door elektrische varianten	2
Vervoer goederen door bestelauto's	3
Gebruik in de buitengebieden	4
Conclusies	5
Herinrichting goederen transport laatste kilometer	6
Semi Autonome voertuigen	6
Huidige situatie	7
Mogelijkheden	7
Conclusies	9
Medewerking overheid	10
Huidige regelgeving	10
De experimenteerwet	11
Stimulering gemeenten	11
Nationale belangen	12

CO2-emissie van bestelauto's

In Nederland reden op 1 januari 2018 883.000 bestelauto's.¹ Dit waren er 30.000 meer dan de 853.000 op 1 januari 2017.² Gemiddeld zouden er ongeveer 868.000 bestelauto's hebben gereden.

Bestelauto's hebben in 2017 17,7 miljard kilometer gereden en gemiddeld 18,1 duizend kilometer per bestelauto.³

Emissie gegevens

De bestelauto's hadden een gezamenlijke CO2-emissie van 4,24 megaton in 2017. 'Het betreft de emissies door het verbranden van (motor)brandstoffen en de emissies door verdamping van brandstof uit het brandstofsysteem van de voertuigen.'⁴

Voor iedere 2.606gr CO2-emissie door een dieselmotor wordt ongeveer 624gr CO2 geproduceerd om de brandstof in de tank van de bestelauto te krijgen.⁵ De door het voertuig uitgestoten CO2-emissie moet met 624 gedeeld door 2.606 maal 100% = 23,9% verhoogd worden.

Met deze gegevens kan berekend worden:

1. De gemiddelde CO2-emissie per bestelauto per jaar
2. De gemiddelde CO2-emissie per, door een bestelauto gereden, kilometer
3. Het aantal bestelauto's dat vervangen moet worden door elektrisch vervoer om de Nederlandse CO2-emissie met 0,5 Megaton te verminderen.

Aantal bestelauto's op 1-1-2017	853.000
Aantal bestelauto's op 1-1-2018	883.000
Gemiddeld aantal bestelauto's 2017	868.000
Aantal kilometers totaal in miljard km	17,7
Gemiddeld aantal km per bestelauto per jaar	18.100
CO2-emissie alle bestelauto's in megaton	4,24
Factor extra emissie om brandstof in tank te krijgen	23,9%
Totale CO2-emissie alle bestelauto's in megaton	5,26

1. Gegevens per bestelauto/jaar in kg	
CO2-emissie	4.885
Extra CO2-emissie om brandstof in tank te krijgen	1.170
Totale CO2-emissie	6.054

¹ Bron CBS, Jaarmonitor Wegvoertuigen: Aantallen, 1 januari 2018

² Bron CBS, Jaarmonitor Wegvoertuigen: Aantallen, 1 januari 2017

³ Bron CBS, Jaarmonitor Wegvoertuigen: kilometers, 2017

⁴ Bron: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7063/table?dl=131CD>

⁵ Bron: <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijs-temissiefactoren/>

BEPERK CO2-EMISSION MET NETWERK VAN SEMI AUTONOME VOERTUIGEN

2. Gegevens van bestelauto's per km in gr.

CO2-emissie	240
Extra CO2-emissie om brandstof in tank te krijgen	57
Totale CO2-emissie	297

nb. Cijfers op een witte achtergrond komen van bronnen, op gele achtergrond zijn berekend

Toelichting

De gemiddelde uitstoot per bestelauto per jaar kan berekend worden door de totale CO2-emissie van 4,24 megaton te delen door het gemiddelde aantal bestelauto's in 2017 van 868.000 = 4.885 kg/jaar CO2. Met de emissie om de brandstof te produceren en in de tank te krijgen wordt dat $4.885 \text{ kg} + 23,9\% = 6.054 \text{ kg/jaar}$.

De gemiddelde uitstoot van een bestelauto per km is 4,24 megaton gedeeld door 17,7 miljard km = 240 gr. CO2 / km. Met de emissie om de brandstof te produceren en in de tank te krijgen wordt dat $240 \text{ gr.} + 23,9\% = 297 \text{ gr./km}$.

Bestelauto's zijn de minst efficiënte manier van goederen vervoer.

Ter vergelijking: Lange zware voertuigen hebben een gemiddelde CO2-emissie van 61gr/ton per kilometer, slechts éénvijftiende van de uitstoot van bestelauto's. Vanuit het perspectief van CO2-emissie is er alle reden om goederentransport met bestelauto's te vermijden.

0,5 megaton CO2 staat voor 500.000 ton. De CO2-emissie per bestelauto is iets meer dan 6 ton. Uit de deling van de gewenste CO2-emissie beperking door de CO2-emissie per bestelauto's blijkt dat om dit te bereiken meer dan 80.000 bestelauto's vervangen moeten worden door een zero-emissie variant van het transport.



3. Te vervangen aantal bestelauto's om 0,5 megaton CO2-emissie te verminderen

Aantal te beperken ton CO2-emissie	500.000
Gemiddelde CO2-emissie per bestelauto	6,054
Te vervangen aantal bestelauto's om 0,5 megaton CO2-emissie te verminderen	82.584
Idem percentage van alle bestelauto's	9,5%

Vereiste investering om bestelauto's te vervangen door elektrische varianten

Vermindering van CO2-emissie door bestelauto's kan gebeuren door vervanging van de huidige bestelauto's door elektrische varianten. Een probleem hierbij is dat de overheid dit nauwelijks fiscaal kan stimuleren. Waar bij de vervanging van personenauto's een stimulans uitgaat van de verlaging van de BPM en de fiscale bijtelling bij privé gebruik, is dit bij bestelauto's op grijs kenteken lastig. Deze zijn al vrijgesteld van BPM en worden maar in beperkte mate privé gebruikt. Een stimulatie middels een belastingaftrek is nauwelijks mogelijk.

Daarnaast vereist de vervanging door elektrische varianten een extra investering.

Enkele voorbeelden:

BEPERK CO2-EMISSIE MET NETWERK VAN SEMI AUTONOME VOERTUIGEN

- De Nissan NV200 basis met brandstof motor €13.950⁶
De Nissan e-NV200 op elektriciteit €31.620⁷
Meer kosten 127%
- Volkswagen Crafter met brandstof motor €22.320⁸
Volkswagen Crafter op elektriciteit €69.110⁹
Meer kosten 209%

Als voorbeeld zijn de investeringen berekend die nodig zijn bij de vervanging van bestelauto's door de elektrische varianten. De totale investering om 9,5% van de bestelauto's te vervangen voor elektrische versies zal ergens tussen de tweeënhalf en zes miljard euro bedragen. Deze enorme investering nodigt uit tot het zoeken naar alternatieven.



Te vervangen aantal bestelauto's om 0,5 megaton CO2-emissie te verminderen	82.584
Kosten Nissan e-NV200	€ 31.620
Investering	€ 2.611.305.164
Kosten Volkswagen elektrische Crafter	€ 69.110
Investering	€ 5.707.378.238

Vervoer goederen door bestelauto's

Uit de gegevens kunnen met enkele aannames, ook gegevens over het gebruik worden afgeleid. Relevant zijn onder meer:

4. De gemiddelde belading van een bestelauto in kilogram
5. Op basis van aannames: de gemiddelde afstand welke per dag wordt afgelegd
6. Idem: De gemiddelde snelheden bij het gebruik

Toelichting

De CO2-emissie per vervoerde ton (1.000 kg) over één kilometer is bij bestelauto's 895gr.¹⁰ Als bestelauto's gemiddeld met een ton beladen zouden zijn zou 895gr. ook de gemiddelde CO2-emissie per kilometer moeten zijn. Omdat een bestelauto gemiddeld geen 895gr CO2 per kilometer maar slechts 240gr per kilometer uitstoot is de gemiddelde belading ook evenredig lager, $240/895 \text{ ton} = 0,268 \text{ ton}$ is 268kg.

⁶ <https://www.nissan.nl/voertuigen/nieuw/nv200/specificaties.html>

⁷ <https://www.nissan.nl/voertuigen/nieuw/e-nv200.html>

⁸ <https://offers.volkswagen-commercial-vehicles.be/nl/bedrijfsvoertuig/crafter>

⁹ <https://www.vwbedrijfswagens.nl/nl/modellen.html>

¹⁰ Bron: <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/>

BEPERK CO2-EMISSION MET NETWERK VAN SEMI AUTONOME VOERTUIGEN

4. Gemiddelde belading van een bestelauto

CO2-emissie per tonkilometer	895
CO2-emissie van een bestelauto per kilometer	240
Gemiddelde belading van een bestelauto in kg	268

Indien een bestelauto 5 dagen per week wordt gebruikt, 250 dagen per jaar is het gemiddelde wat een bestelauto per dag aflegt $18.100 \text{ km per jaar} = 18.100/5/50 = 72 \text{ km per dag}$.

Dit is bij 8 uur per dag 9 km per uur.

5. Gemiddelde afstand per dag

Gemiddeld aantal afgelegde kilometers per jaar per bestelauto	18.100
Aanname: Aantal dagen gebruik per week	5
Aanname: Aantal weken gebruik per jaar	50
Gemiddeld aantal kilometer per dag	72

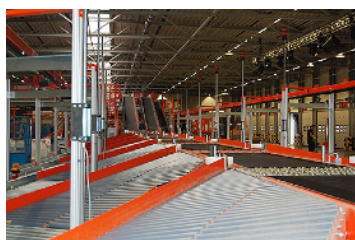
6. Gemiddelde snelheid per uur

Aanname: Aantal uur gebruik per dag	8
Gemiddeld aantal kilometer per uur	9

Indien de bestelauto gestald wordt op het distributiepunt en deze daar na afloop van de aflevering van de goederen ook weer terugkeert is de afstand tussen het distributiepunt en de eindgebruiker van de goederen maximaal 36 km. Slechts weinig bestelauto's worden gestald op het distributiepunt. Een deel van de bestel-auto's zal bij aanvang van de reis elders staan en eerst een rit naar het distributiepunt moeten rijden.

In het 'Laatste kilometer' vervoer rijden de bestelauto's vaak dezelfde route meerdere keren op één dag.

Een vervoerde lading of pakket zal gemiddeld netto, de kortste afstand van laadpunt naar eindbestemming, niet meer dan 20km afleggen.



Gebruik in de buitengebieden

Relatief veel bestelauto's zijn te vinden in de buitengebieden, waaronder de waddeneilanden¹¹. In de buitengebieden ligt het aantal bestelauto's als percentage van het totaal aantal auto's hoger dan in de stedelijke gebieden.

Sowieso ligt de transportbehoefte hoger in de landelijke gebieden. De noodzaak tot transport om gebruik te maken van de voorzieningen is duidelijk hoger. Volgens de kennisorganisatie CROW was in 2015 de CO2-emissie door ver-

¹¹ Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2017/19/waddeneilanden-grootste-aandeel-bestelauto-s>

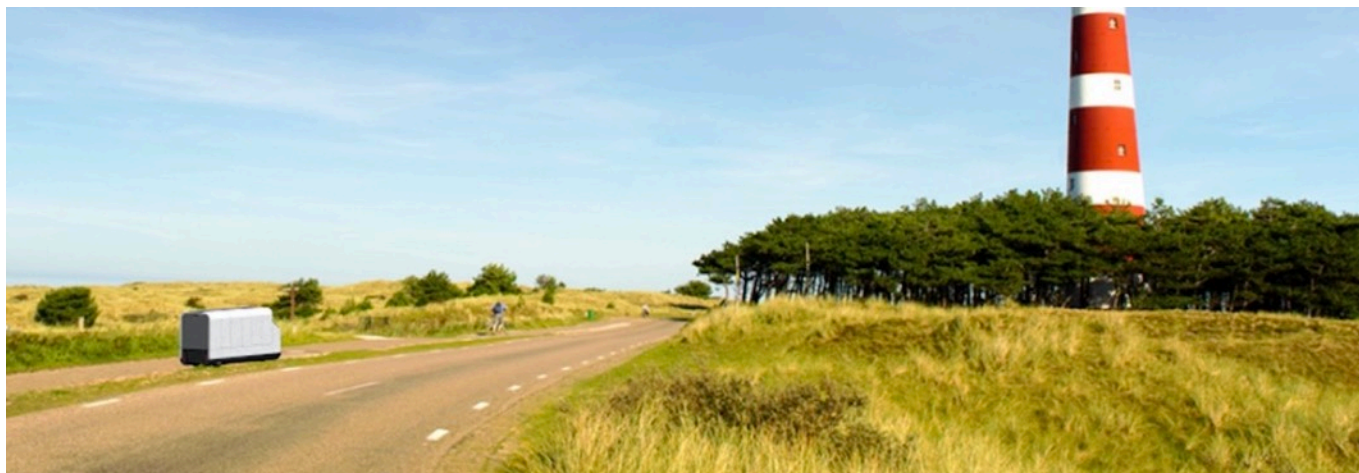
keer per hoofd van de bevolking in de landelijke gebieden ruim twee keer zo hoog als in de stedelijke gebieden. 3,45 ton voor de landelijke gebieden tegen 1,52 ton voor de stedelijke gebieden.¹²

Conclusies

In Nederland rijden bijna een 900.000 bestelauto's rond die onevenredig veel CO2 uitstoten bij het vervoer van gemiddeld 268 kg lading over beperkte afstanden. Veel gebruik vindt plaats in de buitengebieden. Het vervangen van 10% de bestelauto's door elektrische versies vereist een investering van €2,5 tot 6 miljard.

¹² <https://kpvdashboard-3.blogspot.com/2010/12/verkeer-grootste-bron-co2-uitstoot-in.html>

Herinrichting goederen transport laatste kilometer



De combinatie van hoge kosten en de CO2-emissie bieden kansen voor een alternatief dat schoner is en toch goedkoper. MWLC wil hier graag een project voor aandragen.

Semi Autonome voertuigen

MWLC heeft drie jaar gewerkt aan systemen voor netwerken van kleine semi autonome voertuigen. Het systeem heeft twee grote groepen componenten:

- Centrale operator-systemen welke een netwerken opzetten waarmee contact gelegd wordt met systemen in voertuigen
- Modules met computers, verbindingen, veiligheidssystemen, camera's en deep-learning software die ingebouwd worden in voertuigen en de noodzaak van besturing vanuit de centrale operator-systemen beperken.

Via de verbindingen worden de modules in de voertuigen onderdeel van een netwerk en kunnen de voertuigen op afstand bestuurd worden door een operator. Via het netwerk kan kennis tussen de voertuigen worden overgedragen.

MWLC heeft de modules ingebouwd in een chassis van een drive-by-wire voertuig. Met het voertuig zijn trainingen en testen uitgevoerd op Ameland. De concepten welke toegepast worden in de deep learning technologie zijn gepatenteerd.

In het buitenland werken talloze bedrijven en organisaties aan autonoom rijdende voertuigen voor de publieke ruimte. In Nederland zijn de ontwikkelingen voor goederen vervoer met autonome voertuigen beperkt tot de AGV-industrie die zich met name richt op de voor het publiek afgesloten terreinen. Dit betreft zowel grotere als kleinere voertuigen en kennis voor het assembleren van voertuigen is beschikbaar. De assemblage van het voertuig kost bij de Nederlandse maak-industrie ongeveer 40 uur. De materiaal kosten zijn ongeveer €8.000.

Het chassis is geschikt voor meerdere soorten opbouw zoals bagageruimen, pakketautomaten, koelruimen of andere toepassingen. Het voertuig weegt 250kg en heeft 500kg laadvermogen. Een voertuig kan zeven dagen per week 16 uur per dag operationeel zijn. Eén voertuig kan de goederen vervoeren van minimaal 1,25 bestelauto.

Via de centrale operator-systemen kunnen de verkeersleiding en operators de voertuigen aansturen en begeleiden bij manoeuvres of in situaties waarin de wegbeheerders en overheden autonoom rijden niet wenselijk achten. Daarnaast is een buitendienst nodig voor onderhoud en storingen. 66.000 voertuigen creëren 3.000 arbeidsplaatsen in de operatie en 2.500 mensjaar werk tijdens de bouw. De arbeidsplaatsen zullen veelal gecreëerd worden in de buitengebieden waar de voertuigen opereren. De verkeersleiding heeft kennis nodig van de lokale situatie en de buitendienst voor training en onderhoud is vanzelfsprekend nodig op de plek waar het voertuig zich bevindt.

Huidige situatie

Dagelijks worden in opdracht van bedrijven honderdduizenden ritten gemaakt om kleine goederen te transporteren. Dit kunnen pakketjes of boodschappen zijn, leveringen aan winkels en hotels of retourstromen zoals kiko's en emballage. Uit overleg met mogelijk opdrachtgevers blijkt dat een groot deel van deze transportbewegingen gebeurt middels vaste schema's op basis van pendeldiensten. De locaties waar de goederen worden opgehaald en afgeleverd, de tijdstippen en de belading zijn routinematig.

De verplaatsingssnelheid van de verplaatste goederen van de locatie op moment van besluit tot bestellen of bij aanvang van de verplaatsing, naar de eindbestemming is slechts één of enkele kilometers per uur. Dit heeft verschillende oorzaken:

- De goederen liggen doorgaans stil in een distributie- of sorteercentrum in afwachting van kosteneffectief transport, bijvoorbeeld door groepering
- De chauffeur moet eerst naar het distributie- of transportcentrum en kan het goed pas meenemen in de retourrit
- De goederen worden bezorgd middels een route waarin vele afleveringen moeten gebeuren

Er zijn ook veel goederen die weliswaar geen haast hebben maar toch met hoge snelheid verplaatst worden uit kostenoverwegingen. Daarnaast zijn er goederen die planmatig verwerkt worden en waarvan bekend is dat ze getransporteerd moeten worden. Een combinatie van factoren wordt gevonden bij retourstromen zoals afval en emballage maar ook niet bederfelijke goederen zoals linnengoed en voedingswaren.

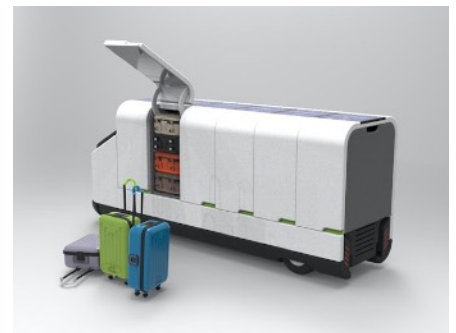
Mogelijkheden

Voor de invoer van nieuwe logistieke systemen met behulp van netwerken van autonome voertuigen is de beperkende factor de veiligheid. De eisen voor de veiligheid zijn voor autonome systemen hoger dan voor voertuigen met een bestuurder. Menselijke fouten zijn dragelijk zolang onachtzaamheid en opzet niet aan de orde zijn. Falende systemen zijn slechts acceptabel indien ze overduidelijk compenserende voordelen bieden. Het is onduidelijk waar de grenzen liggen. Het uitgangspunt is dat een ongeval met een autonoom voertuig niet mag leiden tot blijvend letsel en dat het niet alleen in de actieve status veilig moet zijn maar ook als het niet beweegt.

Er zijn vele voorbeelden van autonome systemen die veilig zijn maar niet autonoom bewegen, zoals computers, huishoudelijk apparaten waar steeds meer slimme technologie inzit, telefoons enz. Er zijn ook systemen die wel autonoom bewegen maar niet veilig zijn. Deze vind je terug in gesloten gecontroleerde omgevingen waar robots en automated guided vehicles (AGV's) allerlei activiteiten uitvoeren maar de mens geen toegang heeft.

Gebruikmakend van fundamenteel onderzoek uit het eerste decennium van deze eeuw en aangevuld met nieuwe ontwikkelingen op het gebied van micro-processoren vanaf 2015 heeft MWLC de techniek ontwikkeld om autonome systemen veilig te laten bewegen in variabele omgevingen met aanwezigheid van weggebruikers. Met de veiligheid als uitgangspunt zullen de voertuigen alleen bewegen voorzover de directe omgeving van het voertuig als ongevaarlijk voor andere weggebruikers wordt ingeschat en er geen eisen worden gesteld aan het gedrag van de weggebruikers. Het voertuig mag geen gevaar opleveren voor schaduw zoekende huisdieren, kruipende peuters, knikkerende en voetballende kinderen of ongecontroleerd bewegende personen. Om de beweging veilig te laten verlopen kunnen de voertuigen slechts bewegen bij ontbreken van weggebruikers in de baan van het voertuig en op lage snelheden om de impact bij mogelijk contact zoveel mogelijk te beperken.

MWLC gebruikt AI-technologie die zelf beoordeelt of er ruimte is om te rijden. In drukke gebieden zal de software niet snel ruimte zien om te rijden en de gemiddelde snelheid zal zeer laag worden mocht het voertuig al bewegen. Deze situatie zal niet snel leiden tot toegevoegde waarde voor de gebruikers van de voertuigen. Met als uitgangspunt dit factoren veiliger te doen dan menselijke bestuurders kan dit alleen rendabel zijn onder specifieke omstandigheden in



de buitengebieden op wandelsnelheid (5-8km per uur). Naar gelang er meer ervaringsdata verzameld worden zullen er meer situaties komen waar de voertuigen veilig kunnen rijden.

De veiligheidseisen en de stand van de techniek maken dat op korte termijn niet meer dan enkele tientallen procenten van de bestelauto's vervangen kunnen worden door de netwerken van autonome voertuigen. Wat dat betreft verschilt het niet van de begindagen van het internet dat destijds alleen kleine databestanden kon verwerken.

De mogelijkheden voor rendabel vervoer zijn te vinden in:

- Het vervangen van bestelauto's door langzamere zuinige voertuigen die toch sneller bij de eindbestemming aankomen door:
 - Onmiddellijk te vertrekken met het goed en niet te wachten op groepsvervoer om de kosten te drukken.
 - Direct naar de eindgebruiker te gaan zonder tussenstop.
 - Rechtstreeks naar de eindgebruiker te gaan zonder omwegen om andere goederen af te leveren.
 - Het te vervoeren goed direct met een autonoom voertuig gebracht kan worden en niet opgehaald hoeft te worden door de eindgebruiker zelf.
- Het inzetten van de voertuigen op vaste geplande routes die routinematig worden gereden.
- Het inzetten van de voertuigen voor goederen die geen haast hebben zoals emballage, non-food en niet bederfelijk goederen maar ook de inzameling van afval via containers of klike's is een optie.

De grootste beperking van CO2-emissie middels transportbewegingen is te bereiken in de landelijke gebieden. De noodzaak van of vraag naar het vervoer in het landelijk gebied is niet of slecht weg te nemen gezien de spreiding van voorzieningen.

De ruimte in landelijke gebieden biedt ook kansen. Er zijn voldoende mogelijkheden die zich lenen voor een alternatief transportsysteem dat zowel minder CO2-emissie geeft als een goed rendement.

Daar waar de hoge dichtheid van mensen en drukke straten in de steden een lastige hobbel is, zijn voor autonome voertuigen juist de lange lege buitenwegen ideaal terrein. Het gebruik van deze wegen bespaart tijd, creëert ruimte op andere drukke doorgaande routes en het lost een steeds groter wordend personeelsprobleem op in piektijden.

Innovatie en toegevoegde waarde

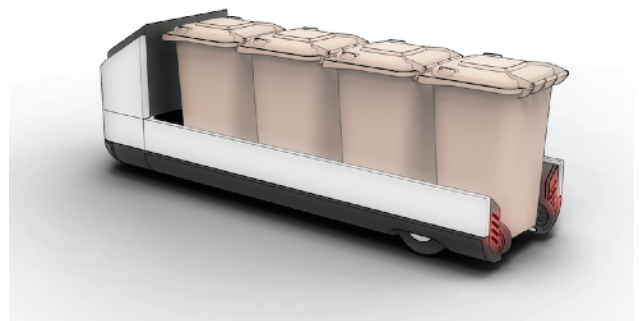
Vanuit vele locaties is interesse voor de praktische inzetbaarheid van semi-autonome voertuigen, zeker daar waar de autonomie is gebaseerd op kunstmatige intelligentie en deep-learning. Tot nu toe is de inzet van semi-autonome voertuigen alleen gelukt in afgesloten omgevingen met AGV's en mobiele robots, gebruikt in fabrieken en magazijnen in niet kritische bedrijfsprocessen. Momenteel worden autonome voertuigen en mobiele robots voornamelijk ingezet als marketing instrument of gimmick.

Het opzetten van een geïntegreerd systeem in de openbare ruimte is nieuw. De ontwikkeling wordt technologisch gedreven door nieuwe processoren en nieuwe AI-modellen. Het inzetten van semi-autonoom goederenvervoer op lage snelheid is pas sinds kort mogelijk door de voortgaande ontwikkelingen. Ook maken de recente kostendaling bij de productie van processoren en camera's en de lagere kosten van draadloze netwerken het mogelijk om een netwerk van voertuigen op te zetten met de bijbehorende verkeersleiding dat een positieve ROI heeft.

Semi-autonome voertuigen zijn de stuwende kracht achter nieuwe gewenste ontwikkelingen, zowel maatschappelijk als technisch.

Voor de buitengebieden heeft de inzet van semi-autonome voertuigen grote voordelen.

- Een groot deel van de nieuwe arbeidsplaatsen wordt daar gecreëerd.
- De voertuigen verbeteren de basis van de voorzieningen in de landelijk gebieden. Door de netwerken met de voertuigen vanuit ongeveer honderd goed gekozen locaties uit te rollen, kunnen inwoners van de landelijk gebieden dagelijks



voorzien worden van boodschappen, medicijnen en alle andere primaire levensbehoeftes maar bijvoorbeeld ook bibliotheekboeken.

- De voertuigen zullen een nieuwe innovatieve dienstverlening creëren.
- Vanuit de buitengebieden zullen de oplossingen zich ook meer richting de binnensteden bewegen naar gelang de ervaring met de techniek een betere toepassing creëert.

De ontwikkeling stimuleert een combinatie van innovaties.

- De voertuigen creëren een extra vraag naar de nieuwe 5G standaard met hoge verbindingssnelheid.
- De voertuigen geven een impuls aan de supercomputer-technologie. Ieder voertuig is voorzien van processoren met een rekenvermogen van 0,5 tot 1,5 teraflops. Met de verbindingen kunnen de computers in de voertuigen opereren als een gedistribueerde supercomputer van 65 petaflops, geschikt voor het ontwikkelen van nieuwe toepassingen op het gebied van AI, deep-learning en neurale netwerken. Door het energieverbruik van de gebruikte chips zou het wel de zuinigste supercomputer in NL zijn, ruweg 13W per teraflop.
- De voertuigen zijn voorzien van batterijen van 8 kWh. Deze gecombineerde opslag capaciteit is 500MWh. Dit creëert de veruit grootste batterij van Nederland. De voertuigen kunnen daarbij optimaal gebruik maken van de elektriciteit overschotten en daarmee zowel de frequentie als de vraag stabiliseren.



Conclusies

De beperking van de CO2-emissie met 0,5 Megaton vereist een investering. De investering voor de bouw van 66.000 voertuigen, €12.000 per stuk, is rond €792 mln, met aanvullende software komt de totale investering op rond de €825 mln. Slechts éénderde tot éénzevende van de investering die nodig is om bestelauto's te vervangen door hun elektrische varianten.

De investering biedt nieuwe kansen voor de Nederlands maakindustrie welke geen elektrische bestelauto's levert maar wel andere voertuigen. De elektrische voertuigen beperken de kosten van de import van brandstoffen en vervangen deze door de mogelijkheid van het gebruik van zelf opgewekte elektriciteit uit duurzame bronnen. De voertuigen beschikken over batterijen en kunnen gebruik maken van de bestaande elektrische infrastructuur buiten de piekvraag. Ook trekt Nederland het initiatief op het gebied van autonoom goederen vervoer naar zich toe in combinatie met gedistribueerde supercomputer technologie en gedistribueerde opslag van elektriciteit. Ook worden de banen voor de chauffeurs vervangen door hoogwaardige banen in de buiten gebieden als verkeersleider, operator of buitendienst. De investering heeft ook nominaal een positieve ROI.

Medewerking overheid

De herinrichting van het goederentransport is een rendabele investering met een hoge ROI. De investeringen kunnen niet gerealiseerd worden zonder, eventueel passieve, ondersteuning van zowel de landelijke overheid als de provinciale en lokale overheden.

Het realiseren van de CO2-emissie beperking van 0,5 megaton is mogelijk als de overheden actief mee-werken en/of investeren.

Huidige regelgeving

De politie heeft aangegeven een op afstand bestuurbaar voertuig, zonder personen of de mogelijkheid om personen te vervoeren, dat niet harder gaat dan 5 km uur niet als een rijtuig te beschouwen waar eisen aan gesteld worden. Zij zal de situatie slechts beoordelen op basis van artikel 5: 'Het is een ieder verboden zich zodanig te gedragen dat gevaar op de weg wordt veroorzaakt of kan worden veroorzaakt of dat het verkeer op de weg wordt gehinderd of kan worden gehinderd.' Het is een object op de weg dat geen gevaar mag opleveren.

Noch de RDW, noch de ILT of andere overheidsorganen hebben aangegeven welke extra eisen er gesteld kunnen worden.

MWLC heeft aangegeven bij de mogelijke afnemers dat zij alleen met een inherent veilig voertuig gaat werken. Toepassingen kunnen alleen binnen deze randvoorwaarden ontwikkeld worden. Voor de veiligheid zijn eisen geformuleerd. Dit betreft onder andere:

- De omvang is beperkt tot een wandelaar met kinderwagen zodat dit geen nieuwe belemmeringen geeft voor weggebruikers.
- De snelheid is beperkt tot die van een wandelaar met kinderwagen, wandelsnelheid zodat de impact van contact niet meer is dan met een andere voetganger. Wandelsnelheid is 5km per uur. Bij een vertraging van tien meter per seconde is de remweg minder dan 10 cm.
- Een beperking is dat de routes zoveel mogelijk over vlakke paden en wegen moeten gaan zodat naast lidars, radars, ultrasoon sensoren ook tactiele sensoren objecten kunnen herkennen zonder dat dit leidt tot ondoelmatig veel onjuiste meldingen.
- Het gewicht is beperkt tot enkele honderden kilo's om de remweg te beperken tot de afstand van de sensoren tot de wielen.



De veiligheid van passieve en actieve menselijke weggebruikers is het uitgangspunt. Dit betekent dat alle toepassingen die niet in het veiligheidskader passen afvallen. Door de veiligheidseisen vallen in eerste instantie ook de stedelijke gebieden af. Er zijn te veel obstakels en te veel weggebruikers waardoor er niet snel een rendabele dienstverlening ontwikkeld kan worden. Echter in de buitengebieden met de vele lange weinig gebruikte secundaire wegen en lange afstanden, is rendabele dienstverlening wel mogelijk.

De meeste regelgeving legt grenzen bij 25 of 45 km/uur. Hoewel er relatief weinig kans is op ongelukken kan bij deze snelheden toch een grote impact ontstaan. Een categorie in de wetgeving voor voertuigen met een fundamenteel lager snelheidsmaximum, 5-8 km/uur, zou helpen. Ook zullen er regels moeten komen waarbij het duidelijk moet worden dat onbemande voertuigen nooit voorrang kunnen hebben op andere weggebruikers. Het uitgangspunt zou moeten zijn dat deze categorie van voertuigen, als bewegende objecten, de infrastructuur mogen gebruiken zolang daar geen andere weggebruikers zijn.

Zonder duidelijkheid over de regelgeving voor langzaam bewegende voertuigen is de verdere ontwikkeling lastig. De bevestiging door het ministerie van het standpunt van de politie is voldoende voor de voortgang van de ontwikkeling. In overleg met lokale wegbeheerders kan hier dan verder invulling aan gegeven worden.

Conclusie: Het standpunt van de politie is werkbaar mits erkend en in overleg met de wegbeheerder in te vullen.

De experimenteerwet

Vanuit de overheid wordt ingespeeld op de behoefte aan de implementatie van nieuwe dienstverlening op basis van semi-autonome voertuigen met de experimenteerwet (https://www.eerstekamer.nl/behandeling/20181012/publicatie_wet_3/document3/f=/vksi2rzptvx8.pdf). Het is afhankelijk van de uitvoering of de wet mogelijkheden gaat creëren. Het is niet duidelijk of in de wet rekening gehouden wordt met de categorie voertuigen zoals besproken. Mocht er alleen ruimte zijn voor autonoom personen vervoer op hoge snelheden, 10km/uur en sneller, dan wordt het lastig om een rendabel project te maken.

Wensen voor de invulling

De grootste toegevoegde waarde is te behalen in het vervoer van het laatste distributiepunt naar de eindgebruiker, de 'Laatste kilometer'. Dit is fijnmazig lokaal vervoer. Om dit in te vullen met semi-autonoom vervoer zijn, behalve de eisen vanuit het ministerie, ook afspraken nodig met de lokale wegbeheerders. Hoewel in de wet de verplichting is opgenomen de vergunning te verzenden aan de wegbeheerders is vooraf overleg niet opgenomen noch als betrockene bij de vergunningsverlening.

De vergunning vereist de volgende informatie over de uitvoering van een experiment:

- Welke wegen of weggedeelten
- Welke periode
- De weersomstandigheden
- De tijdstippen van de dag

Daarnaast zijn er nog globaal geformuleerde eisen.

Een nadere invulling is wenselijk. Denk hierbij aan:

- Welke regels op het voertuig van toepassing zouden zijn en waarvoor ontheffing wordt verleend
- De richting van de voertuigen op een weg of weggedeelte gedurende een tijdstip
- De maximale snelheid
- Het maximale gewicht
- Omvang, lengte, breedte, hoogte
- Verlichting
- Op welke weggedeelte de autonomie van het voertuig beperkt is en de bestuurder daadwerkelijk de richting- en snelheid-instructies moet geven
- De minimale afstand tussen het voertuig en de as van het pad of weg, zodat er ruimte is voor het passeren
- De aanpassingen in de infrastructuur zoals aanpassingen in het wegdek, extra verkeersborden en exclusieve paden

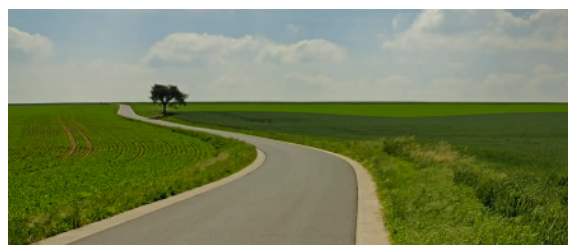
Deze eisen zouden moeten worden bepaald door de lokale wegbeheerders.

Voor een snelle invoer van netwerken van autonome voertuigen is een concessiesysteem waarin vooraf de eisen genoemd worden effectiever. Dit kan worden uitgevoerd door de gemeenten.

Stimulering gemeenten

Om zoveel mogelijk voertuigen voor eind 2020 te laten rijden zouden gemeenten gestimuleerd kunnen worden de concessies te tenderen en zoveel mogelijk aanpassingen door te voeren in hun lokale infrastructuur.

Hier kan Nederland het initiatief naar zich toe trekken. Op vele plekken in de wereld zijn bedrijven op zoek naar experimenteeruimte voor autonome voertuigen. Groot probleem hierbij is consistente samenhangende regelgeving van nationaal tot lokaal niveau. Met name de veiligheidseisen zijn opportunistisch, inconsistent of onwerkbaar. De impact van een ongeluk bij hoge snelheid personenvervoer kan onacceptabel hoog zijn voor de inzittende maar ook voor andere weggebruikers en vereist hoge veiligheidsnormen. De impact van een licht goederen transport voertuig dat een aanrijding veroorzaakt met een snelheid van enkele kilometers per uur is uiterst beperkt maar moet vooral bekeken worden op risico's bij stilstand. Regelgeving die hiermee rekening houdt creëert zekerheid en investeringsruimte.



Nationale belangen

Maar er zijn ook gemeenten overstijgende belangen. Met een heldere regelgeving voor autonome, langzaam rijdende voertuigen trekt Nederland bedrijven aan. Dit stimuleert de deep-learning technologie, de invoering van 5G, arbeidsplaatsen in landelijke gebieden, nieuwe technieken voor distribueerde supercomputer technologie en batterijtechnologie.

De investering die de overheid anders moet doen in alternatieve programma's voor reductie van CO2-emissie kan beter gestoken worden in innovatie.

Een voorstel voor investeren zou kunnen bevatten:

- Dat er een fonds is waaruit gemeenten kunnen putten indien zij één of meer routes zo snel in concessie geven dat de concessiehouder voor 31 december 2020 voertuigen kan laten rijden op de route.
- Dat deze stimulering alleen geldt voor de eerste 200 gemeenten
- Dat per gemeente de stimulering zou kunnen zijn; Voor de eerste in concessie gegeven route conform een tender, dus op vooraf gegeven concessie voorwaarden, een bijdrage van €200.000, voor de tweede route, €100.000, voor de derde tot/met de tiende €50.000.
- Dat elke extra route tot 30.000 in totaal over alle gemeenten, gestimuleerd wordt met €2.000.
- Dat in de bij de concessie afgegeven voorwaarden bepaald moet worden dat de route ook daadwerkelijk leidt tot een significante beperking van de CO2-emissie. Bij voorbeeld dat er op de route gedurende 4 jaar, 200 keer per jaar met een semi-autonoom elektrisch voertuig gereden wordt.
- Dat de route een minimum lengte moet hebben.

De voorwaarden moeten ertoe bijdragen dat de CO2-emissie daadwerkelijk beperkt wordt.

Kleine uitgestrekte landelijke gemeenten zouden extra gestimuleerd kunnen worden. Iedere gemeente die routes realiseert draagt bij aan de gegevens verzameling voor de leercurve waar grote stedelijke gemeenten van profiteren.

Zodra er 30.000 routes zijn zullen de overige door de marktwerking ontstaan en is verdere stimulering overbodig.

In ogenschouw nemend dat het project veel innovaties stimuleert is de investering van €200 mln één van de meest rendabele investeringen voor reductie van CO2-emissie.

