

## Mobiliteitsgedrag in OV en auto tijdens de Covid-19 pandemie

**Xiao Yu**

Afdeling Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam<sup>1</sup>

**Jasper Knockaert**

Afdeling Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam<sup>2</sup>

**Erik Verhoef**

Afdeling Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam<sup>3</sup>

---

Om de verspreiding van COVID-19 te beperken nam de overheid in 2020 en 2021 ingrijpende maatregelen. Tijdens verschillende verspreidingsgolven werd een harde of gedeeltelijke lockdown ingevoerd. Deze maatregelen hadden een belangrijke invloed op het verplaatsingsgedrag van individuen. In dit artikel bestuderen we in welke mate en op welke wijze het verplaatsingsgedrag wijzigde voor de belangrijkste verplaatsingswijzen (auto en openbaar vervoer) en dit naar aanleiding van de door de overheid opgelegde beperkingen. We onderzoeken hoe de significante afname van het gebruik van auto en openbaar vervoer zich vertaalde in veranderingen van reistijden in deze vervoerswijzen, onder meer door ook rekening te houden met de verandering in reisafstanden en met de verandering van snelheden ten gevolge van veranderingen in congestie of dienstregelingen.

*Trefwoorden:* Corona, Covid-19, mobiliteitsgedrag, pandemie vervoerswijze.

---

---

<sup>1</sup> Afdeling Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam; email: x2.yu@vu.nl

<sup>2</sup> Afdeling Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam; email: jasper.knockaert@vu.nl

<sup>3</sup> Afdeling Ruimtelijke Economie, VU Amsterdam; email: e.t.verhoef@vu.nl

## 1. Inleiding

Met COVID-19 en de bijbehorende lockdown-maatregelen zijn we getuige geweest van ongekende gedragsschokken op vrijwel alle terreinen van het leven. Het beroepsleven veranderde drastisch door thuiswerkregelingen; het sociale gedrag werd ingrijpend beïnvloed door soms een volledig en soms verregaand bezoekverbod; scholen en andere vormen van onderwijs werkten grotendeels of volledig online; fysiek winkelen werd praktisch volledig verplaatst naar de online wereld; culturele live-evenementen werden verboden; en zo verder. Het is niet erg verrassend dat dit heeft geleid tot aanzienlijke veranderingen in het mobiliteitsgedrag. Deels kwam dit direct voort uit het feit dat de genoemde veranderingen rechtstreeks van invloed zijn op het mobiliteitsgedrag voor zover verplaatsingen dienen voor doeleinden als woon-werkverkeer, persoonlijk bezoek, onderwijs, winkelen of recreatieve activiteiten. Voor een deel ook waren de beperkingen rechtstreeks gericht op mobiliteit, met name toen de luchtvaart en het openbaar vervoer sterk werden beperkt om de infectierisico's te beheersen.

Schokken van deze omvang en reikwijdte zijn gelukkig zeldzaam. Zij verstoren het leven van mensen op allerlei manieren en worden over het algemeen als dramatisch en pijnlijk ervaren. Toch zitten er ook positieve kanten aan dergelijke schokken, al zullen die voor de meeste mensen niet opwegen tegen het ervaren ongemak: de schokken geven een concrete prikkel om het mobiliteitsgedrag te heroverwegen, wat in de nabije toekomst kan helpen wanneer om andere redenen drastische veranderingen nodig zullen zijn; met name voor de energietransitie in het licht van de klimaatdoelstellingen. Op langere termijn kan het experimenteren dat veel mensen hebben gedaan bij het vervangen van fysieke mobiliteit door virtuele mobiliteit, minder mobiliteit, andere mobiliteit, of met nog andere opties, helpen bij het bijstellen van het gedrag wanneer de duurzaamheidsbeperkingen dwingender worden dan nu al het geval is. Naast een dergelijk individueel leerproces leveren de schokken onderzoekers ook unieke empirische gegevens op over de reacties van reizigers op mobiliteitsgedrag. In dit artikel richten we ons met name op feedbackeffecten die het voorspellen van veranderingen in mobiliteitsgedrag vaak zo moeilijk maakt. Het ontmoedigen van mobiliteit leidt tot veranderingen in snelheid; naar verwachting positief in het autoverkeer door de vermindering van congestie en negatief in het openbaar vervoer door de verlaging van frequenties en daarmee vermindering van aansluiting. Daarnaast leidt een afname van reisafstand tot een verandering van snelheid doordat langere verplaatsingen vaak hogere snelheid kennen; denk aan het gebruik van snelwegen voor de auto en van intercity treinen in het OV. We laten zien hoe uiteindelijke mobiliteitseffecten zijn te verklaren uit het samenspel tussen dit soort factoren. Deze inzichten, en analysebenaderingen, helpen niet alleen om veranderingen in mobiliteitsgedrag in een pandemie te begrijpen, maar ook veranderingen wanneer duurzaamheidsdoelstellingen zich in toenemende mate gaan vertalen in noodzakelijke beperkingen in mobiliteit. Juist omdat bijvoorbeeld hogere energieprijzen, net als lockdownmaatregelen, zowel aantallen verplaatsingen als de lengte daarvan zullen beïnvloeden, zal de analyse en voorspelling van de effecten soortgelijke technieken vereisen.

In dit artikel verkennen we enkele van dit soort inzichten, zoals die kunnen worden verkregen uit de Nederlandse ODIN-paneldata. Meer specifiek onderzoeken we veranderingen in verplaatsingskenmerken die in de periode 2019-2021 zijn waargenomen voor OV en auto, dus in de twee "COVID-19" jaren ten opzichte van het meest recente pre-corona jaar. Om meer greep te krijgen op de manieren waarop mobiliteitsgedrag voor de twee belangrijkste gemotoriseerde

vervoerswijzen - auto en openbaar vervoer - is veranderd, splitsen wij de veranderingen in de totale reistijd uit in veranderingen in de gemiddelde snelheden van de vervoerswijzen als functie van ritlengtes, en veranderingen in de dagelijkse lengte van de verplaatsingen. Het is niet verrassend dat ook uit de ODIN-gegevens blijkt dat de totale hoeveelheid reistijd drastisch is veranderd in het licht van COVID-19 en lockdowns, en onze analyse is dan ook niet bedoeld om dit voor de hand liggende feit te bevestigen, maar om de belangrijkste gedragsmarges achter deze veranderingen vast te stellen. In die zin trachten wij na te gaan in welke mate het reisgedrag reageerde op discontinue schokken in de lockdown-maatregelen, die reflecteren dat reizigers gehoor geven aan beperkingen of verzoeken van de overheid, versus op veranderingen in de meer continu veranderende hospitalisatiecijfers. Dit laatste zou kunnen wijzen op zelf-regulering, in een poging om de kwetsbaarheid voor of de bijdrage aan infectierisico's te beperken.

Ons paper sluit aan bij een omvangrijke internationale literatuur over de mobiliteitseffecten van lockdown maatregelen. We noemen een aantal zonder de pretentie een volledig overzicht te geven. Kishore et al (2021) en Venkatesh et al (2022) richten zich bijvoorbeeld op de feedback effecten van mobiliteitsgedrag op de verdere verspreiding van het virus. Voorbeelden van studies die zich richten op verschillen tussen sociale groepen in gedragsreacties zijn Borkowskie et al (2021) en Hintermann et al (2020). Joshi en Musalem (2021) onderzoeken de dynamiek en het verloop van de gedragsreacties. Barbieri et al (2021) vergelijken gedragsreacties over een groot aantal landen. Specifieke cijfers voor gedragsreacties in Nederland worden onder meer gegeven door het CBS (2023) en Taale et al (2022). Ons paper onderscheidt zich van deze, en vele andere, publicaties door de reeds genoemde focus op de decompositie van gedragseffecten.

## 2. Tijdslijn van COVID-19 lockdown maatregelen in Nederland

We zullen veranderingen in het Nederlandse mobiliteitsgedrag die we in de ODIN-gegevens waarnemen, in verband brengen met de dynamische patronen van variabelen die het verloop van de COVID-19-pandemie in Nederland kenmerken. De onderstaande kalender vat dit samen door de belangrijkste keerpunten van de COVID-19 lockdown-maatregelen in Nederland aan te geven.

*Tabel Fout! Geen reeks opgegeven.: "COVID-lockdownkalender" voor Nederland*

2020 12 maart: Eerste landelijke lockdown. Alle evenementen en bijeenkomsten met meer dan 100 personen zijn verboden. Thuiswerken. Universiteiten schorten fysiek onderwijs op. Scholen blijven open.
2020 15 maart: Harde lockdown. Scholen en kinderopvangcentra zijn gesloten. Horeca (cafés, restaurants, sportclubs, sauna's, seksclubs en coffeeshops) zijn gesloten.
2020 6 mei: Versoepeling naar gedeeltelijke lockdown. Contactberoepen, zoals kappers, mogen weer werken. Van "thuisblijven" naar "thuisblijven bij symptomen". Verplicht mondkapje in openbaar vervoer.
2020 1 juni: Verdere versoepeling. Bars en restaurants mogen open, met maximaal 30 gasten binnen en geen beperkingen op buitenterras.
2020 14 oktober: Gedeeltelijke lockdown. Sluiting horeca. Verbod op verkoop van alcohol 's avonds. Beperking aantal thuis ontvangen gasten tot 2.

2020 15 december: Harde lockdown. Alle niet-essentiële winkels zijn gesloten.

2021 januari 23: Nog hardere lockdown. De avondklok (21.00 tot 04.30 uur) wordt toegevoegd aan de harde afsluiting.

2021 maart 31: Winkelen op afspraak is toegestaan.

2021 28 april: Gedeeltelijke versoepeling (na Koningsdag). De avondklok wordt opgeheven. Huisbezoeken zijn toegestaan voor twee personen (in plaats van één). Terras gaat weer open. Winkels kunnen klanten ontvangen zonder voorafgaande afspraak. Contactberoepen zijn weer aan het werk.

2021 juni 5: Versoepeling. Culturele en recreatieve gelegenheden gaan weer open. Cafés en restaurants mogen binnen eten.

2021 juli 10: Beperkingen. Alle restaurants en bars moeten gesloten zijn van middernacht tot 06.00 uur.

2021 November 12: 2G regel. Alleen gevaccineerde en herstelde personen mogen hotels, restaurants, cafés, culturele en artistieke plaatsen en evenementen betreden en gebruik maken van niet-essentiële diensten.

2021 19 december: Harde lockdown. Alle niet-essentiële winkels zijn gesloten.

In dit artikel onderscheiden we drie soorten veranderingen in lockdown-maatregelen. Bij de eerste ging de maatschappij van geen of gedeeltelijke lockdown naar een harde lockdown. Dit gebeurde in 2020 op 12 maart en 15 december; en in 2021 op 19 december. De tweede is wanneer de maatschappij van een harde lockdown naar een gedeeltelijke lockdown ging, wat gebeurde op 6 mei 2020 en op 28 april 2021. De laatste verandering is die van gedeeltelijke lockdown naar ontspanning, op 1 juni 2020 en 5 juni 2021. In figuur 1 en 2 zijn deze overgangen gemarkeerd als grijze lijnen op de tijdlijn.

### 3. Mobiliteits- en hospitalisatiecijfers

Als indicator voor het COVID-19 infectierisico gebruiken we infectie- en ziekenhuisopnamecijfers van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (<https://data.rivm.nl/covid-19/>). In onze analyse gebruiken we het aantal nieuwe opnames als indicator voor de momentane ernst van infectierisico's (dus; niet het totaal aantal opgenomen patiënten op een bepaald moment).

Voor mobiliteitsgedrag gebruiken we Onderzoek Onderweg in Nederland (ODiN) enquêtegegevens, verzameld door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). ODiN is een grootschalige bevolkings-representatieve cross-sectie reisdagboek dataset voor Nederland (N=66.588 in 2021; N=63.757 in 2020; N=53.058 in 2019), waarin reizen van individuen worden gerapporteerd met gedetailleerde informatie over tijd, locatie, vervoerswijzen, overstap en reisdoel; samen met een rijke set individuele en huishoudelijke kenmerken. In het ODiN onderzoek worden deelnemers - personen van 6 jaar of ouder in particuliere huishoudens in Nederland - gevraagd hun reisdagboek te rapporteren voor een op voorhand bepaalde specifieke weekdag. De

online vragenlijst toont automatisch de meest recente datum behorende bij die invuldag. Alleen reizen binnen het Nederlandse grondgebied worden geregistreerd, en professionele vrachtritten worden niet meegenomen. Voor dit onderzoek gebruiken we datasets van 2019 tot en met 2021; dus één jaar vóór en twee jaar tijdens de Covid-19 pandemie. In onze analyse kijken we naar het hoofdvervoermiddel van een verplaatsing.

De steekproefselectie van ODiN is nationaal. Bij de steekproeftrekking is een stratificatiebenadering toegepast, gebaseerd op variabelen als gemeente, leeftijd, immigratieachtergrond en inkomensniveau. Ter compensatie is oversampling toegepast voor strata met een lage respons. In de uiteindelijke dataset is een aantal grote stedelijke gebieden oververtegenwoordigd. De deelnemers aan de enquête zijn gemiddeld 45 jaar oud, 50% vrouw, 30% woont in een zeer sterk stedelijk gebied en 37% heeft een hogere beroeps- of universitaire opleiding genoten. De volledige samenvattende statistieken staan in tabel A.1 in de bijlage.

## 4. Empirische analyse en resultaten

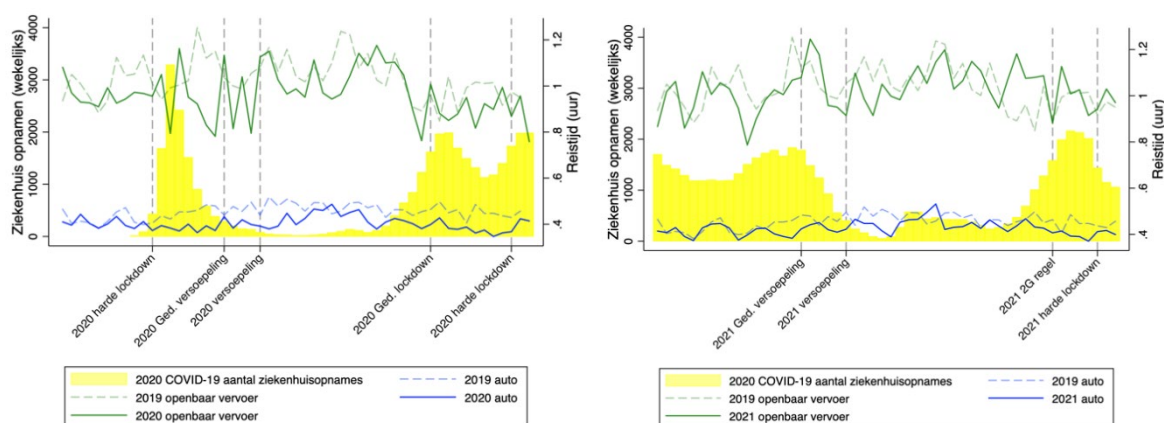
Een belangrijk aandachtspunt in ons paper zal zijn de vergelijking van het openbaar vervoer met de particuliere auto. Eerst vergelijken we het verband tussen COVID-19-infecties/hospitalisaties en verplaatsingen met respectievelijk het openbaar vervoer en de auto. Vervolgens gebruiken we Regression Discontinuity Design (RDD)<sup>4</sup> om het oorzakelijke effect van de eerste lockdown op de dagelijkse reisafstand te identificeren, waarbij we controleren voor het aantal dagelijkse ziekenhuisopnames. Vervolgens onderzoeken we verder het effect van lockdowns op de verhouding tussen reisafstand en reistijd (d.w.z. de gemiddelde reissnelheid voor verplaatsingen van een individu op een bepaalde dag), respectievelijk voor reizigers met het openbaar vervoer of met de auto.

### 4.1 Covid en mobiliteit per auto en OV

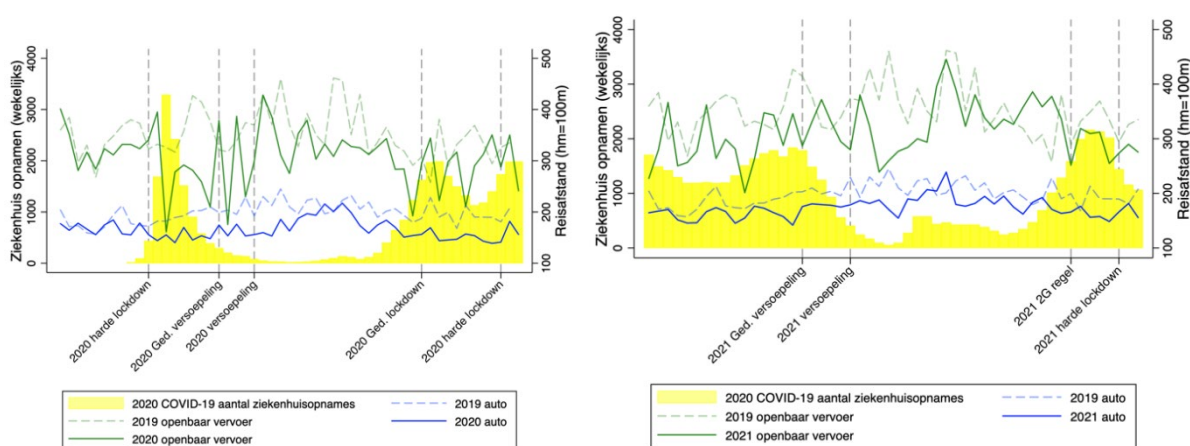
Een nuttige, zij het onvolmaakte, geaggregeerde maat voor de totale mobiliteit is de totale reistijd. Een onvolkomenheid van deze maatstaf is dat veranderingen in de reistijd van degenen die blijven reizen ondanks een strikte lockdown, worden samengevoegd met het gemiddelde van degenen die helemaal niet reizen. Beide maten, dus de verandering van de reistijd voor degenen die blijven reizen, en de verandering van reistijd rekening houdend met ook diegenen die helemaal niet meer reizen, zijn interessant en vertellen een ander deel van het totale verhaal, en daarom bekijken we ze allebei. Het helpt te begrijpen of geaggregeerde veranderingen het gevolg zijn van veel individuen die per persoon vergelijkbare gedragsveranderingen maken, versus een groep personen die grote veranderingen aanbrengt terwijl een andere groep relatief dicht bij het oorspronkelijke gedrag blijft.

---

<sup>4</sup> RDD is een experimenteel ontwerp dat toelaat om de oorzakelijke effecten van een ingreep vast te stellen door de trend voorafgaand en volgend op de ingreep te vergelijken.



Figuur 1a: Reistijd (uur) en COVID-19 Ziekenhuisopname: wekelijks gemiddelde op verplaatsniveau in 2020 en 2021 (met referentie 2019)

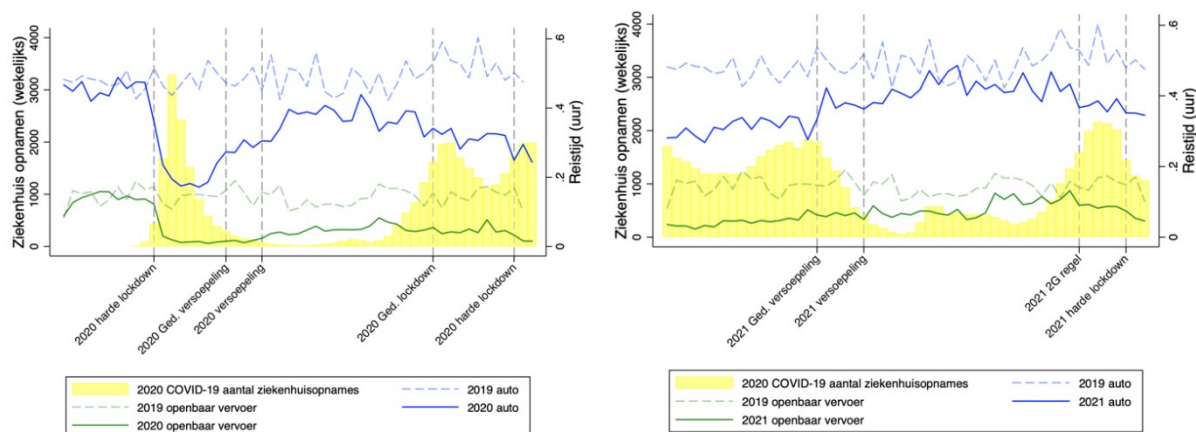


Figuur 1b: Reisafstand (hm) en COVID-19 Ziekenhuisopname: wekelijks gemiddelde op verplaatsingsniveau in 2020 en 2021 (met referentie 2019)

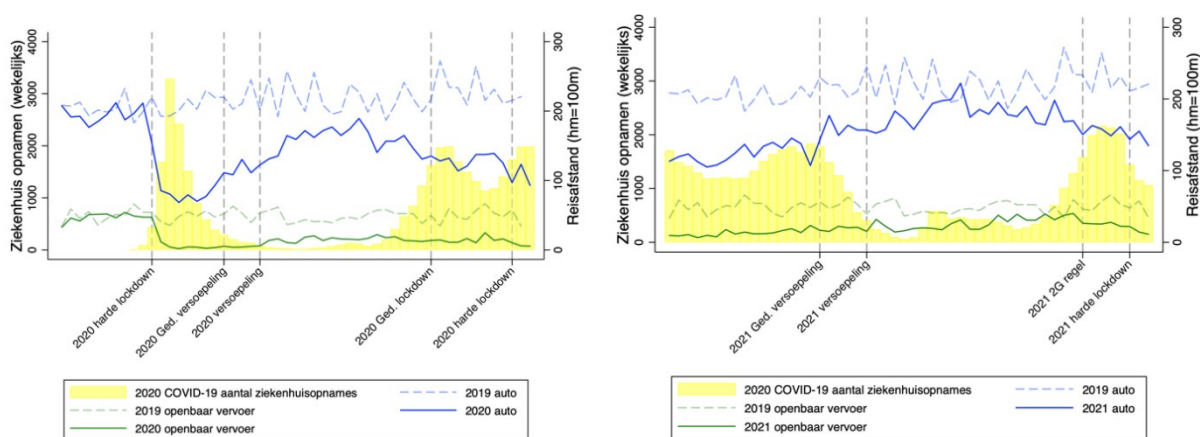
Ten eerste, voor zover personen mobiel blijven, worden de trends van het aantal uren dat per dag wordt gereisd en de afstand die per dag wordt afgelegd, getoond in respectievelijk figuur 1a en figuur 1b. De cijfers vergelijken de jaren 2020 en 2021 met 2019, voor openbaar vervoer en auto.

De grootste verrassing in deze cijfers is misschien wel dat ze veel minder systematisch lijken te variëren met veranderingen in aantallen ziekenhuisopnames en lockdownmaatregelen dan wat men had kunnen verwachten. Dit verandert echter wanneer we in figuur 2 aggregeren op individueel niveau, en de personen opnemen die niet reisden (d.w.z. de dagelijkse reistijd en afstand als nul registreren voor niet-reizigers). Niet alleen komt dan de verwachte dominantie van de auto naar voren in de weergegeven cijfers, we zien ook duidelijk hoe de eerste lockdown in 2020 uiterst effectief was, terwijl de reacties later minder drastisch werden.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> We spreken ons hier enkel uit over de mate waarin de lockdown de mobiliteit beperkte. Of en in welke mate de beperktere mobiliteit een invloed had op de verspreiding van het coronavirus hebben we niet onderzocht.



Figuur 2a: Reistijd (uur) en COVID-19 Ziekenhuisopname: wekelijks gemiddelde op individueel niveau in 2020 en 2021 (met referentie 2019)



Figuur 2b: Reisafstand (hm) en COVID-19 Ziekenhuisopname: wekelijks gemiddelde op individueel niveau in 2020 en 2021 (met referentie 2019)

Eerst onderzoeken we of het verloop van COVID-19 zoals alleen uitgedrukt in aantallen ziekenhuisopnames het reisgedrag significant beïnvloedt. Omdat we een (gecorrleerde) maat voor lockdowns nog niet opnemen, gaat het niet om een causaal effect van hospitalisatiecijfers alleen, omdat een belangrijke variabele in de analyse ontbreekt. De analyse geeft echter wel inzicht in de sterkte van het verband tussen de variatie in ernst van COVID-19 en mobiliteitstrends.

Voor waarnemingen op tripniveau, waarbij het effect op de dagelijkse reistijd en afstand wordt bekeken voor zover het individu méér dan nul kilometers reist, blijkt uit Ordinary Least Squares (OLS) regressieanalyse<sup>6</sup> dat COVID-19 hospitalisatie negatief samenhangt met de reisafstand en de reistijd van de resterende trips die nog worden gemaakt, met auto of openbaar vervoer als

<sup>6</sup> De gebruikte specificatie luidt:

$$y_i = \alpha + \beta \text{hospitalisation}_i + \gamma \text{year} \cdot \text{dummy2020} + \delta \text{year} \cdot \text{dummy2021} + \varepsilon_i,$$

waar  $y_i$  de gereisde afstand of tijd is en  $\beta$  de correlatie die onderzocht wordt.  $y_i$  is op ritniveau geaggregeerd naar weekgemiddelde en  $\text{hospitalisation}_i$  is het wekelijkse totaal.



hoofdvervoerswijze.<sup>7</sup> Het effect is sterker voor verplaatsingen met het openbaar vervoer als hoofdvervoerswijze. Voor verplaatsingen met de auto als belangrijkste vervoerswijze gaat een marginale toename van de COVID-19-ziekenhuisopname door één persoon gepaard met een marginale afname van de reisafstand met 0,0127 hm (d.w.z. iets meer dan 1 meter); voor verplaatsingen met openbaar vervoer als belangrijkste vervoerswijze is de negatieve coëfficiënt sterker: -0,0242 hm. Ook hangt de COVID-19 ziekenhuisopname negatief samen met reistijd, met wederom een sterkere negatieve coëfficiënt voor openbaar vervoer dan voor auto's (tabel 2).

Tabel 2: Ziekenhuisopname vs. Mobiliteit: Auto's & Openbaar Vervoer

	(Auto's) Reisafstand (hm=100m)	(Auto's) Reistijd (uur)	(OV) Reisafstand (hm=100m)	(OV) Reistijd (uur)
Ziekenhuisopname	-0.0127*** (-0.00233)	-0.0000184*** (-0.0000039)	-0.0242*** (-0.00664)	-0.0000401** (-0.0000129)

Opmerking: Eenheid van waarneming: verplaatsing. Afhankelijke variabele: reisafstand en reistijd. Kolom 1 en 2 hebben betrekking op verplaatsingen met de auto als hoofdvervoermiddel; kolom 3 en 4 hebben betrekking op verplaatsingen met openbaar vervoer als hoofdvervoermiddel. Verplaatsingen zijn wekelijks gemiddeld. COVID-19 ziekenhuisopname betreffen wekelijkse aantallen. Standaardfouten tussen haakjes. \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001

Om meer inzicht te krijgen in de vraag of het mobiliteitsgedrag sterker varieerde met discontinue veranderingen in lockdownregimes versus de meer continue verandering in het aantal ziekenhuisopnames, voeren we een Regression Discontinuity Design (RDD)<sup>8</sup> uit om de impact van de eerste COVID-19 lockdown in maart 2020<sup>9</sup> op de dagelijkse reisafstand voor respectievelijk auto- en openbaarvervoerreizigers te bestuderen, nog steeds onder de voorwaarde dat ze überhaupt met deze modi reizen. Uit de analyse blijkt dat de vermindering van de mobiliteit door twee verschillende maar overlappende kanalen beïnvloed kan zijn: het ene kanaal is de door de overheid uitgevoerde lockdown-maatregelen, waardoor reizigers zouden gehoorzamen aan voorschriften of verzoeken van de overheid; het andere kanaal is het gedragseffect van de COVID-19-infectie en het aantal ziekenhuisopnames. In het laatste geval kan zelfbeperking het gevolg zijn van de wens om het risico om besmet te raken, of om anderen te besmetten, of beiden, te minimaliseren. De effecten van deze twee kanalen (d.w.z. het zuivere lockdown-effect vs. het zuivere gepercipieerde infectie-effect) kunnen niet gemakkelijk worden gescheiden omdat er een wisselwerking is tussen beide: (1) de overheidsmaatregelen werden genomen op basis van het risico en de ernst van de pandemie; (2) de COVID-19-infectiegraad werd gewijzigd door de overheidsmaatregelen, zoals afstand houden, tijdelijke sluiting van restaurants, cafés en bars. Bovendien veranderen overheidsmaatregelen de sociale norm en de zichtbaarheid van het virus, waardoor ook de publieke perceptie van de pandemie verandert. Maar we kunnen verschillen in associaties vaststellen omdat de lockdown-regeling in discrete stappen verandert, terwijl het aantal

<sup>7</sup> Een verplaatsing wordt in zijn geheel toegekend aan het hoofdvervoermiddel (het vervoermiddel met de grootste totale ritafstand binnen de verplaatsing).

<sup>8</sup> De specificatie luidt:  $Y_i = \alpha + \delta \text{lockdown} + f(Y; t) + \beta \text{hospitalisation}_t + \varepsilon_i$ , waar  $Y_i$  de reisafstand is voor  $i$ ,  $\delta$  een dummy die aangeeft of de lockdown tot een discontinuïteit heeft geleid.  $f(Y; t)$  is een continue en niet geknikte functie van het aantal dagen  $t$  vanaf de lockdown datum, met parameter vector  $Y$ .  $\text{hospitalisation}_t$  is het dagelijks aantal COVID-19 ziekenhuispatiënten.

<sup>9</sup> Voor de RDD analyse nemen we de periode van 50 dagen voor en na 15 maart 2020. Deze periode van 50 dagen is zo gekozen zodat de "na" periode binnen de eerste harde-lockdownperiode valt.



ziekenhuisopnames zich in de loop van de tijd voortdurend ontwikkelt. Daarom richten we ons op het vaststellen van het causale effect van de lockdown voor verschillende vervoerswijzen, terwijl we controleren voor het aantal ziekenhuisopnames.

Tabel 3: Schokeffect van de Lockdown: Auto's & Openbaar Vervoer

	Openbaar Vervoer			Auto's		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>Lockdown</b>	-31.139*** (8.815)	-30.413** (11.754)	-32.621** (10.863)	-82.025*** (17.400)	-66.659*** (20.133)	-67.140*** (18.447)
<b>Ziekenhuisopname</b>	-0.083 (0.043)	-0.055 (0.045)		-0.191 (0.128)	-0.012 (0.150)	
<b>Aantal waarnemingen</b>	17388	17388	17388	17388	17388	17388
<b>Determinatiecoëfficiënt</b>	0.014	0.014	0.014	0.024	0.024	0.024

Opmerking: Eenheid van waarneming: individu. Afhankelijke variabele: reisafstand (hm). Kolom 1 en 4 gebruiken een lineaire specificatie voor de veeltermfunctie; kolom 2, 3, 5, en 6 gebruiken een kwadratische specificatie voor de veeltermfunctie; kolom 3 en 6 bevatten niet de ziekenhuisopname als controlevariabele. Standaardfouten tussen haakjes. \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Zoals blijkt uit tabel 3, leidde de invoering van de lockdownmaatregel tot een neerwaartse verschuiving van de reisafstand van mensen die nog steeds met het openbaar vervoer (30-31hm) en met de auto (67-82hm) reizen, terwijl de negatieve correlatie tussen hospitalisatie en reisafstand het verwachte teken heeft, maar niet statistisch significant van nul verschilt. Hoewel we dus niet kunnen concluderen dat dit laatstgenoemde effect statistisch afwijkt van nul, moeten we de lezer er tegelijkertijd op wijzen dat de puntschattingen voor de effectgrootte voor ziekenhuisopname groot zijn: de waarde van 3000 zou, bovenop het effect van de lockdown dummy, een effect hebben van 165-250hm voor openbaar vervoer, en 36-573hm voor auto's; dus typisch gedragsmatig omvangrijker dan het pure lockdown dummy effect, ook al ligt - zoals gezegd - de statistische significantie onder de drempel.

Omdat het waarschijnlijk is dat er een correlatie bestaat tussen hospitalisatie en lockdown maatregelen, is het ook inzichtelijk in hoeverre de geschatte lockdown dummy zou veranderen als we de statistische controle voor hospitalisatie weglaten. Het resterende geschatte lockdown-effect vertegenwoordigt dan het discontinuïteitseffect van de lockdownmaatregel in combinatie met de bijbehorende ziekenhuisopnames. De kolommen (3) en (6) in tabel 2 laten zien dat het effect op de geschatte discontinuïteit bescheiden is.

We concluderen dat het discontinuïteitseffect van de eerste lockdownmaatregel op de lengte van de nog gemaakte verplaatsingen statistisch significant was en merkbaar in omvang: gemiddeld ongeveer 3 OV-kilometers per dag en 6-8 autokilometers per dag. Er is enige suggestie dat het maximale effect van het percentage ziekenhuisopnames deze aantallen zelfs kan hebben overschreden, maar de puntschattingen zijn niet statistisch significant, zodat we hierover geen uitspraken doen.

## 4.2 Reistijden en snelheden in OV en auto

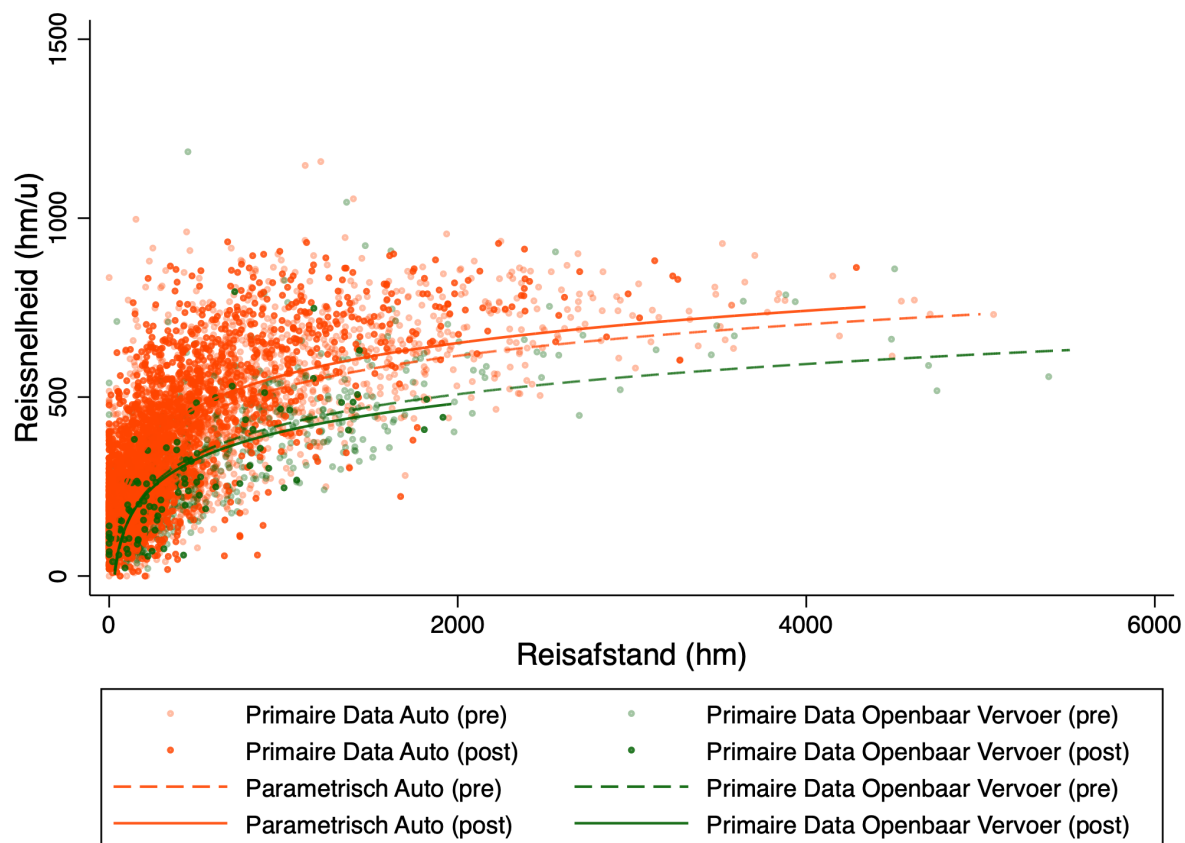
In deze paragraaf onderzoeken we vervolgens de impact van de eerste COVID-19 lockdown in maart 2020 op de reissnelheid van openbaar vervoer en auto. Dit biedt meer inzicht in de

waargenomen veranderingen in tijd die aan reizen wordt besteed. In het bijzonder trachten we verschillende determinanten van deze veranderingen te identificeren, en onderscheiden met name dat (1) minder mensen überhaupt reizen; (2) de gemiddelde reisduur voor de resterende reizen kan afwijken van het gemiddelde van vóór corona; (3) de gemiddelde snelheid voor een reis in het algemeen gedeeltelijk afhangt van de reisduur; (4) tijdens corona de relatie tussen reisduur en snelheid anders kan zijn geweest dan voorheen; (5) diezelfde relatie verschillend zal zijn voor de verschillende vervoerswijzen, en de keuze voor een vervoerswijze onder corona kan zijn veranderd. Terwijl in punt 4.1 de nadruk lag op aspecten (1) en (2), zullen we nu vooral aandacht besteden aan (3)-(5).

Om het effect van de lockdown op de prestaties van het openbaar vervoer en de auto te bestuderen, gaan we eerst na of de lockdown de reistijden tussen de verschillende vervoerswijzen op verschillende wijzen heeft veranderd. Enerzijds zou men, gezien de vermindering van het verkeersvolume op de autowegen (en dus de vermindering van de congestie op de wegen), kunnen verwachten dat de reistijden van autoreizigers tijdens de lockdown afnemen; anderzijds zou men kunnen verwachten dat de reistijden van openbaarvervoerreizigers toenemen door de beperktere dienstregelingen van het openbaar vervoer tijdens de lockdown.<sup>10</sup> Een bijkomende complicatie is dat de reisafstand zelf ook weer mede-bepalend is voor de reissnelheid. Over het algemeen is bij langere reizen een hogere snelheid mogelijk. Voor het openbaar vervoer zouden reizigers van bussen, via trams, metro's en lokale treinen, overstappen op intercity's wanneer de reisafstand toeneemt. Auto's hebben meer baat bij snelwegen bij langere reizen. Dus, gezien het feit dat lockdown maatregelen zowel de reisafstand als de snelheid gegeven de afstand beïnvloeden, is een zorgvuldige decompositie op zijn plaats.

---

<sup>10</sup> Naar aanleiding van de sterk teruggenomen reizigersvraag maar ook door het oplopende ziekteverzuim onder medewerkers werd het aanbod afgeschaald. In voorjaar 2020 bedroeg de afname 25% tot 50%, daarna schommelt de afname rond 5% tot 10% vergeleken met het aanbod in 2019 (cijfers op basis van BVOV monitor).



Figuur 3: Reissnelheid en -afstand: Spreidingsdiagram en Best Passende Parametrische Curve<sup>11</sup>

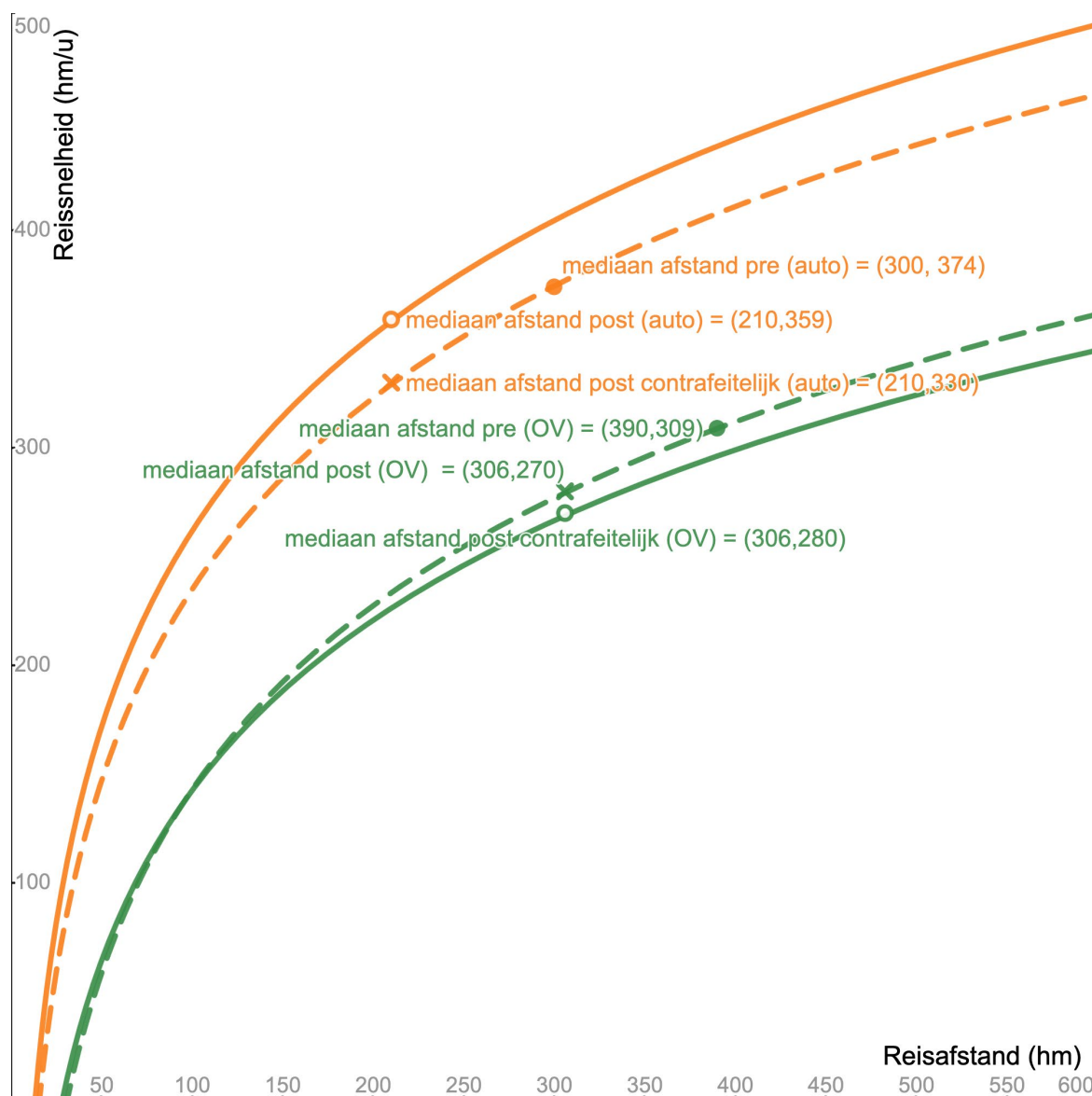
Als we de reissnelheid uitzetten in functie van de afstand, voor en na lockdown, blijkt dat de verschuiving van deze curve verschilt tussen reizen met het openbaar vervoer en die met de auto (figuur 3). Tijdens de eerste lockdown is de reissnelheid van autoreizigers na lockdown toegenomen, terwijl reizigers met het openbaar vervoer zijn verschoven naar reizen van kortere duur, met een kleine afname van de reissnelheid.

Gegeven dat door een individu werd gereisd met auto of vervoer, dat wil zeggen wanneer we individuen uitsluiten die op een bepaalde dag noch met auto noch met openbaar vervoer reisden, reisde een gemiddelde autoreiziger uit onze steekproef 430hm per dag vóór de eerste lockdown en 411hm per dag tijdens de lockdown ( $p=0,23$ ); de gemiddelde OV-reiziger reisde 512hm per dag vóór lockdown en 479hm per dag na lockdown ( $p=0,53$ ). De vermelde  $p$ -waarden zijn het resultaat van een  $t$ -test.

Wanneer degenen die niet met de auto of het openbaar vervoer reisden wel worden meegerekend, daalde de gemiddelde reisafstand per persoon (per dag) per auto van 130hm naar 112hm ( $p<0,001$ ). De gemiddelde reisafstand per persoon per openbaar vervoer daalde dan van 14hm naar 8hm ( $p<0,001$ ). De vermelde  $p$ -waarden zijn weer afkomstig van de  $t$ -test.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> De best passende parametrische curve is gebaseerd op de puntschattingen uit de kleinste-kwadratenregressie:  $\text{reissnelheid} = \alpha + \beta \log(\text{reisafstand})$ , voor pre- en post-pandemie en respectievelijk auto- en openbaar vervoerreizigers.

<sup>12</sup> In feite maakte een groot deel van de individuen in onze steekproef geen reizen met een van de vervoerswijzen. Vóór de lockdown reisde 69,8% personen niet met de auto en na de lockdown steeg dit tot 72,7%; evenzo reisde



Figuur 4: COVID-19 en Reissnelheid voor de mediane verplaatsingsafstand

Wij zijn geïnteresseerd in het scheiden van de waargenomen veranderingen van de reissnelheid na corona door twee factoren: (1) de verschuiving *van* de curve en (2) de verschuiving *langs* de curve. Figuur 4 geeft een dergelijke illustratie door verder in te zoomen op de mediane afstand voor en na de COVID-19 lockdown. Voor deze analyse beschouwen we uiteraard alleen verplaatsingen van mensen die meer dan nul gereisd hebben.

De snelheidsverandering verklaard door de verschuiving *van* de curve wordt berekend door het verschil tussen “post” (cirkel; de werkelijke snelheid na corona) en “post counterfactual” (kruis; de snelheid voorspeld door de oorspronkelijke curve voor de reisafstand na corona). De snelheidsverandering die wordt verklaard door de verschuiving *langs* de curve wordt vervolgens berekend door het verschil tussen “post-counterfactual” (opnieuw het kruisje) en “pre” (gesloten punt: de oorspronkelijke snelheid voor de oorspronkelijke reisafstand).

---

97,2% personen niet met het openbaar vervoer vóór de lockdown, en dit steeg tot 98,3% tijdens de lockdown.

Figuur 4 vergelijkt de veranderingen voor de mediane verplaatsingen in termen van afstand. Voor autoverplaatsingen zien we dat de verschuiving langs de curve zou hebben geleid tot een langzamere mediane reis, aangezien de mediane afstand is afgenomen, maar dat de snelheidsdaling wordt getemperd door het feit dat de curve naar boven verschuift; waarschijnlijk als gevolg van een vermindering van de congestie. Voor het openbaar vervoer daarentegen versterken de twee verschuivingen elkaar: de vermindering van de mediane reisafstand leidt tot een tragere reis op zich, en dit wordt nog verergerd doordat de snelheidscurve ook naar beneden verschuift, waarschijnlijk als gevolg van een verminderde dienstfrequentie.<sup>13</sup>



Figuur 5: Verandering van reissnelheid opgesplitst naar verandering van afstand en verschuiving van de curve -

<sup>13</sup>We hebben geen aanwijzingen voor een wijziging van de topologie van het OV-netwerk en bijgevolg gaan we ervan uit dat voor een gegeven reisafstand het aandeel van de verschillende vervoermiddelen (bus, tram, metro en trein) ongewijzigd blijft.

Zoals we deden voor de mediane reizen, kunnen we dezelfde oefening toepassen voor elke decielgroep. De reizen zijn verdeeld in tien groepen naar afstand van 0-10e, 10-20e, ..., 90-100e percentiel. Voor elke decielgroep tonen wij de uitsplitsingen in figuur 5. Het positieve effect van de curveverschuiving neemt toe met de reisafstand voor autoverplaatsingen, terwijl het negatieve effect toeneemt (in absolute termen) voor het openbaar vervoer. De effecten van veranderingen in reisafstand zijn voor beide modaliteiten minder regelmatig, maar voor het openbaar vervoer wordt een relatief sterk effect waargenomen voor het hoogste deciel, wat een weerspiegeling kan zijn van het effect van sterk verminderd internationaal hogesnelheidstreinverkeer, dat tijdens de lockdown nog meer werd getroffen dan nationale reizen als gevolg van internationale reisbeperkingen (de cijfers bevatten het binnenlandse deel van internationale treinreizen). Ook is denkbaar dat het negatieve effect van slechtere overstapmogelijkheden sterker speelt voor langere reizen.

Uit lineaire regressieschattingen blijkt dat het effect van de afsluiting op veranderingen in afstand en veranderingen in curveverschuiving voor beide vervoerswijzen gemiddeld statistisch significant zijn op  $p < 0,001$ -niveau.

## 5. Conclusie

Het ODIN gegevensbestand bevat een rijke verzameling registraties van individueel reisgedrag. In deze observaties zien we de verwachte duidelijke impact terug van de eerste reeks noodmaatregelen in maart 2020 naar aanleiding van de Corona pandemie. Een aanzienlijke reductie in reisactiviteit is waargenomen, dit zowel in afgelegde afstand als in reistijd.

Een nadere bestudering van reisafstand en reistijd toont aan dat voor autoverkeer de gemiddelde snelheid met 10% toenam in de periode meteen na de noodmaatregel. Alhoewel hiervoor verschillende oorzaken kunnen zijn, lijkt de afgenomen verkeersdrukke hiertoe de voornaamste bijdrage te leveren. Wellicht is vooral in de spits het aantal reisbewegingen afgenomen doordat werknemers gingen thuiswerken eerder dan op kantoor.

In het OV zien we daarentegen geen significante wijziging van de reissnelheid. Wellicht is het OV-aanbod in grote mate gelijk gebleven in de eerste periode na de noodmaatregel, enerzijds omdat het lastig is om dit op korte termijn bij te sturen maar anderzijds ook omdat het tijdens de noodmaatregel het beleid was om het OV-aanbod zoveel mogelijk op peil te houden (ook bv. later tijdens de avondklok).

Doordat met de lockdown ook de reisafstanden veranderden, en snelheid mede afhangt van de afstand, zijn de snelheden van de daadwerkelijk gemaakte verplaatsingen verder veranderd. De verkorting van wegverplaatsingen heeft er toe geleid dat voor de mediane verplaatsing (in afstand) de winst door congestiereductie meer dan teniet werd gedaan. De verkorting van OV verplaatsingen heeft de gemiddelde snelheid van de mediane verplaatsing af laten nemen.

Vervolgonderzoek kan zich toespitsen op alternatieve vervoermiddelen zoals (elektrische) fiets, en in welke mate ruimtelijke variabelen een verklarende invloed hebben op het gebruik ervan. Ook daar zullen gedragseffecten zich uiten in aantallen mensen die het vervoersmiddel gebruiken, de lengtes van de verplaatsing gegeven het gebruik ervan, en de snelheid van de verplaatsing in

functie van zowel de ritlengte als het verkeersvolume. We hebben ons nu echter gericht op implicaties voor auto en OV, omdat deze de meeste passagierskilometers afdekken, en de effecten van verschuivingen langs en van afstands-snelheidscurves meer geprononceerd zijn, en zeker ook naar verwachting relevanter om mee te wegen bij het formuleren van mobiliteitsbeleid gericht op verduurzaming.

Onze analyse heeft belangrijke beleidsimplicaties. Mobiliteitsbeleid gericht op hoeveelheidsbeperkingen, of het nu vanwege een pandemie is of vanwege duurzaamheidsdoelstellingen, zal leiden tot soms onverwachte feedback effecten die zich uiteindelijk vertalen in gevolgen voor de effectiviteit van beleid. Deze effecten kunnen soms op vergelijkbare wijze uitpakken tussen vervoerswijzen, maar soms ook verschillen. We zagen dat zowel binnen OV als de auto, mobiliteitsbeperking zowel leidt tot een vermindering van de aantallen verplaatsingen als tot een verkorting van de afstand. Die vertaalt zich *ceteris paribus* tot lagere gemiddelde snelheden; echter door geïnduceerde verschuivingen van de relatie tussen afstand en snelheid dient voorspelling daarvan zorgvuldig te gebeuren. Ook zagen we dat de verschuiving van de curve voor autoverkeer gunstig uitpakt, hetgeen we interpreteerden als een congestie-effect, maar OV ongunstig, hetgeen vermoedelijk samenhangt met verlaging van frequenties. Zeker wanneer het doel van beleidsinterventies verduurzaming is, waarvoor een overstap naar OV in principe wenselijk is (terwijl het onwenselijk was vanuit het oogpunt van besmettingsgevaar), is dit iets om van te voren rekening mee te houden; en, beter nog, een effect om te voorkomen door juist er voor te zorgen dat frequenties en daarmee reistijden gunstig veranderen voor OV. Tegelijkertijd dient beleid robuust gemaakt door mogelijke contraproductieve werking van een verlaging van automobilititeit, via congestie-effecten, op de aantrekkelijkheid van de auto. Dat dit mechanisme sterk kan zijn, heeft onze analyse onderstreept.



## Referenties

- CBS (2023) <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/welvaart-in-coronatijd/mobiliteit/>.
- Barbieri DM, Lou B, Passavanti M, Hui C, Hoff I, Lessa DA, et al. (2021) Impact of COVID-19 pandemic on mobility in ten countries and associated perceived risk for all transport modes. PLoS ONE 16(2): e0245886. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245886>.
- Borkowski, P., M. Jazdzewska-Gutta, A. Szmelter-Jarosz. Lockdowned: Everyday mobility changes in response to COVID-19, Journal of Transport Geography, 90, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102906>.
- Hintermann B, Schoeman B, Molloy J, Schatzmann T, Tchervenkov C, Axhausen KW. The impact of COVID-19 on mobility choices in Switzerland. Transp Res Part A Policy Pract. 2023 Mar;169:103582. doi: 10.1016/j.tra.2023.103582.
- Joshi, Y.V., Musalem, A. Lockdowns lose one third of their impact on mobility in a month. Sci Rep 11, 22658 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02133-1>
- Kishore, N., Kahn, R., Martinez, P.P. et al. Lockdowns result in changes in human mobility which may impact the epidemiologic dynamics of SARS-CoV-2. Sci Rep 11, 6995 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86297-w>.
- Taale H, Olde Kalter MJ, Haaijer R, Damen C. The impact of COVID-19 and policy measures on commuting in the Netherlands. Case Stud Transp Policy. 2022 Dec;10(4):2369-2376. doi: 10.1016/j.cstp.2022.10.018.
- Venkatesh U, Gandhi P A, Ara T, Rahman MM, Kishore J. Lockdowns, Community Mobility Patterns, and COVID-19: A Retrospective Analysis of Data from 16 Countries. Healthc Inform Res. 2022 Apr;28(2):160-169. doi: 10.4258/hir.2022.28.2.160. Epub 2022 Apr 30. PMID: 35576984; PMCID: PMC9117801.

## Bijlage

Tabel A.1: Kerncijfers

	Gemiddelde	sa	Aantal
Leeftijd	45.01	21.85	183403
Vrouw	0.5	0.5	183408
Migratieachtergrond: Nederlands	0.76	0.43	183403
Westerse migratieachtergrond	0.11	0.31	183403
Niet-westerse migratieachtergrond	0.14	0.34	183403
Onbekend	0	0	183403
Opleiding: geen opleiding voltooid	0.02	0.12	183404
Basisonderwijs, lager onderwijs	0.04	0.21	183404
Lager beroepsonderwijs	0.16	0.37	183404
Middelbaar beroepsonderwijs	0.28	0.45	183404
Hoger beroepsonderwijs, universiteit	0.37	0.48	183404
Andere opleiding	0.03	0.17	183404
Maatschappelijke participatie: Werkzaam 12 tot 30 uur per week	0.12	0.33	183404
Werkzaam 30 uur of meer per week	0.36	0.48	183404
Eigen huishouding	0.04	0.2	183404
Scholier/student	0.19	0.39	183404
Werkloos	0.02	0.13	183404
Arbeidsongeschikt	0.03	0.16	183404
Gepensioneerd/VUT	0.2	0.4	183404
Plaats in huishouden t.o.v. huishoudkern: Alleenstaande	0.18	0.38	183403
Eenpersoonshuishoudkern (meerpersoonshuishouden)	0.03	0.16	183403
Echtgeno(o)t(e)partner (lid huishoudkern)	0.58	0.49	183403
Kind	0.21	0.4	183403
Zeer sterk stedelijk	0.3	0.46	183403
Sterk stedelijk	0.3	0.46	183403
Matig stedelijk	0.15	0.36	183403
Weinig stedelijke	0.19	0.39	183403
Niet stedelijk	0.06	0.24	183403
Tot 5.000 inwoners	0	0.02	183403
5.000 tot 10.000 inwoners	0	0.07	183403
10.000 tot 20.000 inwoners	0.06	0.23	183403
20.000 tot 50.000 inwoners	0.32	0.47	183403
50.000 tot 100.000 inwoners	0.22	0.41	183403
100.000 tot 150.000 inwoners	0.09	0.28	183403
150.000 tot 250.000 inwoners	0.14	0.34	183403
250.000 inwoners of meer	0.18	0.38	183403
Groningen	0.03	0.17	183403
Friesland	0.03	0.17	183403
Drenthe	0.02	0.15	183403
Overijssel	0.05	0.23	183403
Flevoland	0.03	0.16	183403
Gelderland	0.1	0.3	183403
Utrecht	0.12	0.32	183403
North Holland	0.16	0.36	183403
South Holland	0.27	0.44	183403
Zeeland	0.02	0.13	183403
North Brabant	0.12	0.33	183403
Limburg	0.06	0.23	183403