



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

De invloed van het weer op de personenmobiliteit

Olaf Jonkeren

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM



Samenvatting

Aanleiding en methode

Het weer heeft invloed op de personenmobiliteit in Nederland. De verscheidenheid aan weersverschijnselen (wind, regen, temperatuur, enzovoort) en de vele mogelijke gedragsreacties hierop – denk aan een andere keuze voor de vervoerwijze, het vertrektijdstip en de route – maken dat die invloed zeer divers is. Via de gedragsreacties heeft het weer ook invloed op het gebruik van het mobiliteitssysteem: meer of minder reizen en langere of kortere afgelegde afstanden met bepaalde vervoerwijzen.

Kennis over de invloed van het weer op de personenmobiliteit is relevant voor het beleid omdat extreem weer vaker voorkomt en klimaatverandering op de langere termijn tot een structurele verandering van de weerspatronen kan leiden. Op bepaalde plekken in het mobiliteitssysteem kan de capaciteit (extra) onder druk komen te staan terwijl capaciteit op andere plekken juist onderbenut blijft. En wat gebeurt er met de actieve vervoerwijzen, lopen en fietsen, waarop de afgelopen jaren in het (stedelijke) mobiliteitsbeleid steeds meer de nadruk is komen te liggen vanwege de positieve effecten die zij hebben op de gezondheid, de bereikbaarheid en het milieu? Zijn er misschien maatregelen nodig om de fietser en de wandelaar te beschermen tegen slecht weer om zo het gebruik van de actieve vervoerwijzen op peil te houden of te vergroten? Ten slotte is het effect van het weer op de mobiliteit relevant voor de verkeersveiligheid, omdat de fietsende of lopende reiziger relatief kwetsbaar is. Kortom, het vaker of minder vaak voorkomen van bepaalde weersomstandigheden kan er toe leiden dat de reiziger bepaalde vervoerwijzen meer of juist minder gebruikt.

Voor Nederland bestaan er bijna 20 relevante studies naar het effect van het weer op de personenmobiliteit. In dit rapport heeft het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid de kennis over dit onderwerp bijeen gebracht door middel van literatuuronderzoek.

Fietsen meest gevoelig voor weer. Met name uitwisseling tussen auto en fietsen.

Uitwisseling tussen vervoerwijzen als gevolg van veranderend weer gebeurt vooral tussen auto en fiets. Meer in het algemeen zien we een uitwisseling tussen de actieve vervoerwijzen (lopen en fietsen) enerzijds en de auto en het openbaar vervoer (ov) anderzijds. Bovendien blijkt de fietser het meest gevoelig te zijn voor het weer. Met andere woorden, meer dan bij andere vervoerwijzen hangt het gebruik van de fiets samen met het weer.

Effect van regen, wind, en temperatuur op verplaatsingsgedrag

Van alle weervariabelen is het effect op de mobiliteit in de literatuur het vaakst onderzocht voor regen, wind, en temperatuurverandering. Weersverschijnselen die minder aan bod komen, zijn bijvoorbeeld zonneshijn, sneeuw, en mist. Regen en wind hebben elk afzonderlijk een negatief effect op de kans dat de fiets wordt gekozen en op het fietsgebruik, uitgedrukt in aantallen fietsverplaatsingen en de afgelegde fietsafstand per dag. Dit effect wordt in sommige studies ook gevonden voor lopen, terwijl er ook onderzoeken zijn waaruit blijkt dat regen en wind *geen* effect hebben op lopen. Tegelijkertijd vergroten zowel wind als regen de kans op de keuze voor de auto en vergroot alleen regen het autogebruik. Het effect van alleen regen en alleen wind op de keuze voor en gebruik van het ov (bus, tram, metro en trein) is in de literatuur niet eenduidig: soms wordt een positief effect gevonden, vaak ook geen effect. Het effect van een temperatuuroptename is positief voor de fiets, negatief voor de auto en wisselt voor het ov (bus, tram, metro, en trein) en voor lopen. Dit geldt ook voor het weersverschijnsel zonneshijn. Een kanttekening bij het effect van temperatuur is dat enkele studies vinden dat bij hoge temperaturen (ca. 25°C en hoger) een verdere stijging van die temperatuur leidt tot een daling van het fietsgebruik en de kans op de keuze voor de fiets. Sneeuw leidt tot een daling van het autogebruik en de totale (alle vervoerwijzen samen) mobiliteit, dat wil zeggen het totale aantal verplaatsingen en de totale afgelegde afstand per dag.

Ook wind en regen laten elk afzonderlijk de totale mobiliteit dalen, terwijl een toename van de temperatuur of van de mate van zonneshijn de totale mobiliteit juist doet stijgen.

Effect van weer op personenmobiliteit verschilt ruimtelijk, per verplaatsingsmotief, en tussen leeftijdsgroepen

Het effect van het weer op het mobiliteitsgebruik verschilt binnen Nederland, met name tussen stedelijk en landelijk gebied. Afzonderlijk hebben regen, een verandering van de temperatuur, en zonneshijn in de stedelijke gebieden een zwakker effect op het fietsen dan in de landelijke gebieden. Een mogelijke verklaring hiervoor, volgens de literatuur, is dat bebouwde gebieden beschutting bieden tegen regen en schaduwplekken creëren bij zonneshijn. Ook kan er van tijd tot tijd een microklimaat ontstaan in de stad dat bij (zeer) lage temperaturen aangenamer is dan in het buitengebied. Een andere mogelijke oorzaak is dat de gemiddelde fietsafstand van verplaatsingen in de stedelijke centra korter is dan in het buitengebied, waardoor de fietser daar korter is blootgesteld aan onplezierig weer. Daarentegen heeft wind in de stedelijke gebieden juist een sterker effect op het fietsen, mogelijk doordat deze daar wordt getrechterd tussen de gevels van hoge gebouwen (*urban canyons*) en op die plekken onstuimig wordt. Een toename van de temperatuur heeft in stedelijk gebied een negatief effect op het ov-gebruik en in landelijk gebied een positief effect.

Daarnaast blijkt het effect van het weer op de personenmobiliteit afhankelijk te zijn van het reismotief. Utilitaire verplaatsingen (woon-werk, woon-onderwijs) zijn minder gevoelig voor het weer dan verplaatsingen voor vrijetijdsdoeleinden (winkelen, recreëren, bezoeken familie/vrienden). Dit betekent dat reizigers voor het eerste type verplaatsingen hun mobiliteitsgedrag minder aanpassen aan het weer dan voor het tweede type verplaatsingen. Dit gedrag betreft niet alleen de vervoerwijzekeuze, maar ook het wel of niet maken van de reis, de keuze voor het vertrektijdstip, de routekeuze en het aanpassen van de locatie van de activiteit. De reiziger is voor utilitaire verplaatsingen dus minder flexibel. Een bezoek aan vrienden of de sportvereniging kan vaak makkelijk zonder gevolgen worden geannuleerd. Voor een dag niet op het werk verschijnen geldt dit over het algemeen niet, behalve als iemand kan thuiswerken.

Bij hoge temperaturen reizen ouderen (> 65 jaar) minder en niet-ouderen juist meer. Regen en sneeuw hebben een sterker negatief effect op het aantal reizen per dag van ouderen dan op dat van niet-ouderen.

Beleidsaandacht richten op gebouwde omgeving, de reiziger en het verbeteren van modellen

Het beleid kan niet het weer zelf beïnvloeden, maar wel het effect van weer op de personenmobiliteit. De literatuur noemt grofweg drie manieren waarop dat kan gebeuren:

- Aanpassingen aan de infrastructuur en de gebouwde omgeving;
- Aanpassingen door en beïnvloeding van de reiziger;
- Beter transportmodellen.

Aanpassingen aan infrastructuur en gebouwen hebben tot doel om de reiziger die is blootgesteld aan het weer, beter te beschermen. Denk hierbij aan het plaatsen van overkappingen of schermen en bomen langs veel gebruikte fiets- en wandelroutes en het creëren van voldoende beschutting bij wachtruimtes voor het ov. De eerstgenoemde maatregel kan echter maar een deel van de totale fiets- of wandelroute afdekken en is maar een deel van de tijd van nut voor de reiziger. Zo regent het in Nederland gemiddeld 8% van de tijd. De vraag is bovendien wat hierbij de rol kan zijn van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Het ligt immers voor de hand dat lokale overheden dergelijke ingrepen voor hun rekening nemen.

Voor het beïnvloeden van de (attitude van de) reiziger valt te denken aan campagnes of subsidies. Een voorbeeld is een subsidie aan een fietsenfabrikant voor de ontwikkeling van een 'overdekte fiets', waarbij de fietser niet meer is blootgesteld aan het weer. Hierdoor moet de drempel om bij onaantrekkelijk weer te fietsen lager worden. De inzet van campagnes of subsidies dient wel vooraf te worden beoordeeld op effectiviteit. Dit zijn maatregelen die het Rijk kan overwegen.

Ten derde kan kennis over de invloed van het weer op de mobiliteit strategische transportmodellen verrijken en verkeersmodellen helpen om de dagelijkse mobiliteit beter te voorspellen. Bepaalde ov-diensten kunnen hun capaciteit daarop wellicht aanpassen (dimensioneren). Denk aan een hogere frequentie van de dienstregeling voor bus, tram en metro op een dag met slecht weer. De fiets kan dan worden ingewisseld voor het lokale ov. Tegelijkertijd kan de reiziger worden geïnformeerd over de veranderingen in de dienstregelingen, zodat deze niet voor verassingen komt te staan. Het ruimtelijk differentiëren van het verkeersbericht naar de mate waarin de gebruikte verkeersmodellen ruimtelijke differentiatie toelaten is hierbij belangrijk.

Inhoud

Samenvatting [2](#)

1 **Introductie** [6](#)

- 1.1 Achtergrond, doel, en onderzoeksvragen [6](#)
- 1.2 Kaders van het onderzoek [7](#)
- 1.3 Structuur rapport [8](#)

2 **Methodologie** [9](#)

3 **Bevindingen literatuuroverzicht** [10](#)

- 3.1 Bevindingen van de overzichtsartikelen [10](#)
- 3.2 Bevindingen van de empirische artikelen: effect van weer op personenmobiliteit [11](#)
- 3.3 Bevindingen van de empirische artikelen: mogelijke maatregelen [17](#)

4 **Conclusie** [21](#)

- 4.1 Belangrijkste bevindingen over effect van weer op personenmobiliteit [21](#)
- 4.2 Aangrijpingspunten voor beleid [22](#)

Literatuur [24](#)

Bijlage A Effect weer op mobiliteit per vervoerwijze [26](#)

Bijlage B Belangrijkste bevindingen en beleidsimplicaties [33](#)

Bijlage C Mate overeenstemming literatuur over effect weer op vervoerwijzekeuze [37](#)

Bijlage D Mate overeenstemming literatuur over effect weer op gebruik vervoersysteem [38](#)

1 Introductie

1.1 Achtergrond, doel, en onderzoeksvragen

Hoe groot is de invloed van het weer op onze dagelijkse mobiliteit? Laten we de fiets staan als het regent? Blijven we thuis als de temperatuur daalt tot onder nul? Gebruiken we bij voorkeur de auto als de dagen in de winter korter worden? En hoe beïnvloedt het weer het gebruik van het openbaar vervoer (ov)? Bepaalde weertypen zouden ertoe kunnen leiden dat de reiziger van de ene vervoerwijze overstapt op de andere, het vertrektijdstip van een verplaatsing aanpast, of ervoor kiest de verplaatsing helemaal niet te maken.

De invloed van het weer op de mobiliteit heeft al eerder de aandacht van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) gehad. Van Oostroom et al. (2008) richten zich bijvoorbeeld op klimaatverandering en gaan kort in op het effect van het weer op de vervoerwijzekeuze en het mobiliteitsgebruik. In het Mobiliteitsbeeld van 2015 (KiM, 2015) keek het KiM naar de invloed van jaar-op-jaarfluctuaties in aantallen uren zonneshijns, temperatuur en sneeuwdagen op het fietsgebruik.

Hoewel beide onderzoeken enkele eerste inzichten hebben opgeleverd, heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) behoefte aan meer kennis over de invloed die het weer heeft op de personenmobiliteit. Deze kennis is belangrijk omdat weersextremen vaker voorkomen (IPCC, 2012) en weerspatronen veranderen door klimaatverandering. Nu, anno 2020, hebben we te maken met een ander klimaat en ander weer dan in de jaren '90 (Van Loon & Van Gameren, 2019). En in de toekomst zullen klimaat en weer anders zijn dan op dit moment. Doordat reisgedrag en reispatronen hierdoor mogelijk veranderen, zullen ook de eisen aan het mobiliteitssysteem veranderen. De kennis die we samenbrengen in dit onderzoek, is dan ook van belang voor het huidige en het toekomstige mobiliteitsbeleid.

Doordat bepaalde weersomstandigheden vaker optreden, kan op specifieke plekken in het mobiliteitsstelsel de capaciteit onder druk komen te staan. Daarnaast hebben de actieve vervoerwijzen, lopen en fietsen, de afgelopen jaren een steeds belangrijker rol gekregen in het (stedelijke) mobiliteitsbeleid vanwege hun positieve effecten op de gezondheid, de bereikbaarheid en het milieu (Tour de Force, 2016). Vanuit dit oogpunt is het waardevol om een idee te hebben van hoe deze vervoerwijzen bij toekomstige weerspatronen zullen worden gebruikt. Leidt het weer van de toekomst tot een jaarlijks gemiddeld hoger of lager gebruik van de actieve vervoerwijzen ten opzichte van nu? En wat betekent dit dan voor de verkeersveiligheid? In het geval van fietsen en lopen is de reiziger immers relatief kwetsbaar.

Met dit onderzoek wil het KiM voor IenW de bestaande kennis ontsluiten over (1) het effect van het weer op de personenmobiliteit en (2) aangrijpingspunten voor het beleid die daaruit volgen. We hebben hierbij speciale aandacht voor de invloed van het weer op de vervoerwijze fietsen. Bij fietsen wordt de reiziger immers meer blootgesteld aan de weersomstandigheden dan bij andere vervoerwijzen, lopen uitgezonderd. Daarnaast heeft de fiets de laatste jaren meer aandacht gekregen in het beleid en neemt deze vervoerwijze in Nederland een prominente rol in, vooral in het stedelijke mobiliteitsstelsel. Ook hebben we gekeken of er kennis bestaat over de invloed van het weer op de overstap tussen vervoerwijzen. De hypothese is dat de overstap van bijvoorbeeld de tram op de trein bij slecht weer minder aantrekkelijk is. Daarmee wordt ook het gebruik van de genoemde vervoerwijzen minder aantrekkelijk. Ten slotte gaan we in op de maatregelen die het effect van het weer op de personenmobiliteit kunnen beïnvloeden.

Omdat dit onderzoek is gericht op het bij elkaar brengen van bestaande kennis, hebben we gekozen voor literatuuronderzoek als onderzoeksmethode. Hierbij hebben we de richtlijnen voor literatuuronderzoek gevolgd die zijn beschreven in Van Wee en Banister (2016).

De volgende onderzoeksvragen staan centraal:

1. Wat is de invloed van het weer op de personenmobiliteit in het algemeen?
2. Wat is de invloed van het weer op het fietsen?
3. Wat is de invloed van het weer op de overstap tussen vervoerwijzen?
4. Wat zijn mogelijke maatregelen om het effect van het weer op de personenmobiliteit te beïnvloeden?

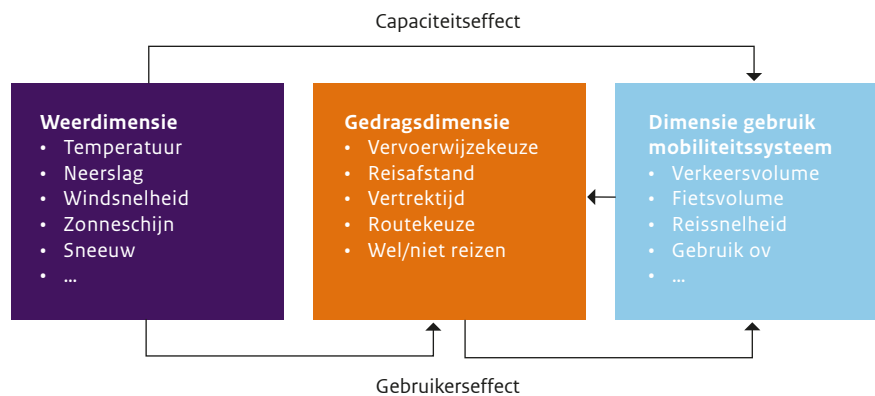
1.2 Kaders van het onderzoek

Dit onderzoek richt zich op de mobiliteit van personen; het goederenvervoer laten we buiten beschouwing. Daarnaast onderzoeken we alleen die literatuur die relevant is voor Nederland. Op veel plekken in de wereld wijkt het klimaat immers (sterk) af van dat in Nederland. Ook reageren mobiliteitsgebruikers in verschillende landen en gebieden anders op de weersomstandigheden (Liu et al., 2017). Bovendien fietsen Nederlanders veel (Harms & Kansen, 2018)¹ en is Nederland bijna overal vlak. Om deze redenen kunnen de effecten die het weer buiten Nederland en Vlaanderen heeft op het fietsen waarschijnlijk niet worden gegeneraliseerd naar de Nederlandse context. Daarom hebben we in dit literatuuronderzoek alleen studies meegenomen die betrekking hebben op Nederland en Vlaanderen en hebben we studies over de invloed van het weer op de personenmobiliteit in de rest van de wereld buiten beschouwing gelaten. Met deze ruimtelijke focus onderscheidt dit literatuuronderzoek zich van eerdere literatuuronderzoeken over het effect van weer op de personenmobiliteit.

Bij de onderzoeksvragen gaat het om de invloed van het weer op (1) het mobiliteitsgedrag en (2) de gevolgen daarvan voor het gebruik van het mobiliteitssysteem. Denk bij mobiliteitsgedrag bijvoorbeeld aan de keuzes voor de vervoerwijze, de route en het moment van vertrek. Bij de gevolgen voor het gebruik van het mobiliteitssysteem gaat het om het effect op de aantallen verplaatsingen, de afgelegde afstand en de verkeersvolumes. Zo hebben we drie dimensies: weer, gedrag en systeem. Deze zijn weergegeven in figuur 1.1. De pijlen in de figuur beschrijven verschillende relaties. De pijlen aan de onderkant van de figuur vertegenwoordigen de relatie tussen het weer en het gebruik van het mobiliteitssysteem via het reisgedrag. Als reizigers collectief andere keuzes maken, verandert de vraag naar mobiliteit. Dit kan gebeuren wanneer forenzen bij regen niet meer met de fiets maar met de auto naar het station reizen, of wanneer een groot deel van hen besluit om wel te fietsen maar de regenbui af te wachten, en dus later van huis te vertrekken. Daarnaast kan de weerdimensie direct invloed uitoefenen op het mobiliteitssysteem via een beperking van de capaciteit. Deze relatie wordt weergegeven door de pijl aan de bovenkant van figuur 1.1. Dan is er nog een feedbackpijl die loopt vanaf de systeemdimensie richting de gedragsdimensie. Veranderingen in het mobiliteitssysteem (congestie) zullen immers leiden tot andere keuzes (in route, vertrektijd, enzovoort). In de meeste onderzoeken naar het effect van het weer op het gebruik van het mobiliteitssysteem kan geen onderscheid worden gemaakt tussen capaciteitseffect (treinuitval bij sneeuw bijvoorbeeld) en gebruikseffect of vraageffect (minder treinreizigers bij sneeuw doordat ze dan bijvoorbeeld meer thuiswerken). Daardoor wordt vaak de som gemeten van beide effecten.

¹ In 2016 werd voor 27% van alle verplaatsingen in Nederland de fiets gebruikt. Hiermee staat Nederland eenzaam aan kop in de wereld. Denemarken en Duitsland zijn de nummer 2 en 3 met respectievelijk 18% en 10%.

Figuur 1.1 Effect van weer op gebruik mobiliteitssysteem, direct door capaciteitsbeperkingen en indirect via gedrag. Deze figuur is afgeleid van figuur 1 in Liu et al. (2017).



1.3 Structuur rapport

In het volgende hoofdstuk beschrijven we hoe dit literatuuronderzoek is uitgevoerd. Daarin leggen we uit hoe we naar relevante studies hebben gezocht en de gemeenschappelijke bevindingen daarin hebben geïdentificeerd. Daarna bespreken we in hoofdstuk 3 de bevindingen uit de empirische literatuur over het effect dat het weer heeft op de personenmobiliteit. Ook identificeren we in dit hoofdstuk de aangrijpingspunten voor beleid. De bijlagen A-D vormen de basis voor hoofdstuk 3 en kunnen worden geraadpleegd voor detailinformatie. Ten slotte trekken we een conclusie in hoofdstuk 4.

2 Methodologie

Voor dit onderzoek hebben we systematisch in het Engels en het Nederlands naar literatuur gezocht via Google Scholar en Scopus. Hierbij hebben we combinaties gebruikt van de zoektermen 'weer', 'klimaat', 'transport', 'personenvervoer', 'fietsen', 'reisgedrag', 'overview' en 'review' in de titel, samenvatting of sleutelwoorden. De woorden 'review' en 'overview' zijn in de zoekopdracht opgenomen om overzichtsstudies te kunnen identificeren. Dergelijke studies geven op een gestructureerde en overzichtelijke manier weer wat de stand van de literatuur is op een bepaald terrein, in dit geval weer en personenmobiliteit. Op deze manier vonden we drie overzichtsstudies, te weten Liu et al. (2017), Böcker et al. (2013a) en Koetse en Rietveld (2009). Empirische studies die in de drie overzichtsstudies worden aangehaald en die betrekking hebben op Nederland of Vlaanderen, hebben we vervolgens opgezocht, gedownload en bestudeerd. Dit heet *backward snowballing*: het opzoeken van de citaties in een paper (Van Wee en Banister, 2016). Daarnaast hebben we studies gevonden door de verwijzingen naar een paper te bekijken. Dit wordt ook wel *forward snowballing* genoemd. Hiermee zijn de belangrijkste onderzoeken op het gebied van weer en transport geïdentificeerd die zijn verschenen nadat de meest recente reviewstudie (Liu et al., 2017) is uitgekomen. Bij de bespreking van de bevindingen verwijzen we steeds naar de originele bron.

Na de literatuur te hebben verzameld maakten we van iedere studie een samenvatting. Daaruit hebben we vervolgens de belangrijkste bevindingen gehaald in termen van de effecten van het weer op de mobiliteit en in termen van aangrijpingspunten voor het beleid. Dit heeft geresulteerd in de bijlagen A en B. Vervolgens hebben we met de bijlagen C en D in kaart gebracht in hoeverre er in de literatuur overeenstemming bestaat over de verschillende effecten van het weer op de mobiliteit.

Bij de bespreking van de literatuur hebben we een onderscheid aangebracht tussen het effect van het weer op het reisgedrag en het effect op het gebruik van het mobiliteitssysteem, zoals weergegeven in figuur 1.1. De gedragsdimensie kent een gebruikersperspectief: hoe reageert de reiziger op het weer? De systeemdimensie kent een infrastructuur(systeem)perspectief: hoe werkt ander mobiliteitsgedrag (door ander weer) door op het aantal verplaatsingen, de afgelegde afstand en het verkeersvolume, al dan niet per vervoerwijze?

3 Bevindingen

literatuuroverzicht

In dit hoofdstuk bespreken we de literatuur over de invloed die het weer heeft op de personenmobiliteit. Eerst komen in paragraaf 3.1 enkele algemene inzichten uit de overzichtsartikelen aan bod. Nadeel van deze overzichtsartikelen is dat ze niet specifiek betrekking hebben op Nederland. In paragraaf 3.2 presenteren we daarom de bevindingen uit de empirische studies die wél betrekking hebben op Nederland en Vlaanderen. Deze bevindingen laten zien wat de meest onderzochte thema's zijn op het gebied van 'weer en mobiliteit', en op welke thema's de literatuur overeenstemt dan wel verschilt.

3.1 Bevindingen van de overzichtsartikelen

In 2009 merkten Koetse en Rietveld (2009) op dat er in de literatuur over de impact van klimaatverandering en veranderende weerspatronen relatief weinig aandacht is voor hun invloed op de transportsector. Böcker et al. (2013a) vinden dit opmerkelijk gezien de mate waarin transportactiviteiten bloot staan aan weersomstandigheden. De literatuur over de invloed van het weer op de mobiliteit is vanaf 2009 substantiëler geworden in omvang. Toch constateren zowel Böcker et al. (2013a) als Liu et al. (2017) dat veel studies handelen over de invloed van het weer op het presteren van transportsystemen (ongevallen, verstoringen, transportsnelheden en onderhoudskosten)² terwijl er minder aandacht is voor de impact van het weer op het reisgedrag op microniveau – de dagelijkse keuzes die mensen maken ten aanzien van activiteiten, bestemmingen en vervoerwijzen.

Böcker et al. (2013a) richten hun literatuuronderzoek dan ook op de kennis over het alledaagse weer en het individuele reisgedrag. Hun belangrijkste conclusie is dat de bestaande literatuur (van dat moment) een incompleet en gefragmenteerd beeld presenteert van de invloed van het weer op het reisgedrag. Liu et al. (2017) onderzoeken studies naar de relatie tussen weer en individueel reisgedrag en hoe deze het presteren van transportsystemen beïnvloedt. Ondanks een groeiend bewijs dat het weer effect heeft op de verkeersvolumes, de stromen van fietsers en het ov-gebruik wordt het effect op de mobiliteit nauwelijks meegenomen in grootschalige transportmodellen, zo stellen Liu et al. (2017). Deze conclusie behoeft overigens enige nuancering. Het langetermijneffect van het weer op de mobiliteit zit verwerkt in de mobiliteitsdata op jaarbasis. In strategische transportmodellen die op deze data draaien, zit dit langetermijneffect dan ook impliciet verwerkt. Voor transportmodellen die de dagelijkse mobiliteit voorspellen, geldt echter dat de dagelijkse variatie in het weer daarin meestal niet verwerkt is. Liu et al. (2017) merken nog op dat er met de verwachting dat extreem weer vaker gaat voorkomen, ook vaker extreme veranderingen in het reisgedrag zichtbaar zullen zijn.

Naast de bevindingen en conclusies van deze onderzoeken komen in de overzichtsstudies ook methodologische en modelleeraspecten aan de orde. In dit literatuuronderzoek besteden we hieraan echter geen aandacht en rapporteren we alleen over de bevindingen en de conclusies van eerder uitgevoerd empirisch onderzoek naar het effect dat het weer heeft op de personenmobiliteit in Nederland en Vlaanderen.

² Dit gaat over op de impact via de aanbodkant (de lange pijl in figuur 1.1).

3.2 Bevindingen van de empirische artikelen: effect van weer op personenmobiliteit

De literatuur over het effect van het weer op de personenmobiliteit in Nederland en Vlaanderen hebben we op een systematische manier geanalyseerd. Figuur 3.1 (par. 3.2.4) presenteert de belangrijkste bevindingen op dit gebied. Datzelfde hebben we in figuur 3.2 gedaan voor de aangrijpingspunten voor beleid (par. 3.3). Daarbij is gebruik gemaakt van de bijlagen A-D, waarin we de verzamelde en bestudeerde kennis hebben gestructureerd. Bijlage A presenteert per vervoerwijze de gevonden effecten van het weer op de mobiliteit. In deze bijlage is in feite per studie het antwoord te vinden op de onderzoeksvragen 1 en 2, geordend naar vervoerwijze. In bijlage B staan per studie de belangrijkste bevindingen en aangrijpingspunten voor beleid. In bijlagen C en D hebben we geturfd hoe vaak in de studies uit dit literatuuronderzoek een bepaald effect is gevonden. De overzichten in bijlagen C en D zijn afgeleid van bijlage A en laten in één oogopslag zien in welke mate de literatuur over het effect van het weer op de personenmobiliteit met elkaar in overeenstemming is. Bij de dimensie 'gedrag' (bijlage C) hebben we alleen gekeken naar vervoerwijzekeuze. Voor andere keuzes (vertrektijdstip, routekeuze, enzovoort) is te weinig materiaal beschikbaar om een dergelijk overzicht te kunnen opstellen.

3.2.1 Effecten van weer op personenmobiliteit

Vraag 1: Wat is de invloed van het weer op de personenmobiliteit in het algemeen?

Meest onderzochte weersverschijnselen

Van alle weersvariabelen is in de literatuur het vaakst onderzocht wat het effect is op de mobiliteit van wind, temperatuurverandering en regen. Dit blijkt uit de bijlagen C en D. Voor de vervoerwijzen fietsen en auto is de literatuur zeer eensgezind over de richting van het effect, zowel voor de vervoerwijzekeuze als voor het gebruik van het systeem. Voor deze vervoerwijzen wordt ook minder vaak een insignificant effect gevonden dan voor lopen en openbaar vervoer (ov). Na wind, temperatuur en regen is het effect van sneeuw het meest onderzocht, gevolgd door zonschijn.

Vervoerwijzekeuze en gebruik mobiliteitssysteem

Over de invloed van het weer op de vervoerwijzekeuze en op het gebruik van het mobiliteitssysteem bestaat in de literatuur vrij veel overeenstemming. De twee uitgebreidste studies hierover zijn Sabir (2011) en Faber (2019)³. Deze onderzoeken hebben betrekking op heel Nederland, terwijl de overige studies uit dit literatuuronderzoek zich richten op een bepaalde regio in Nederland of Vlaanderen.

Uit de literatuur blijkt dat regen en wind elk een negatief effect hebben op de keuze voor en het gebruik van de fiets. Over het effect op lopen is de literatuur minder eensgezind. Regelmatig wordt voor zowel regen als wind een negatief effect gevonden, maar even zo vaak ook geen effect. Daarnaast vergroten wind en regen elk de kans op de keuze voor de auto en vergroot alleen regen het autogebruik. Voor het effect van regen en wind op de keuze voor en het gebruik van het ov (bus, tram, metro en trein) biedt de literatuur verschillende resultaten: soms is het effect positief, maar vaak wordt ook geen effect gevonden. Het effect van hogere temperatuur en van zonschijn is tegengesteld aan dat van wind en regen: positief voor fietsen, negatief voor de auto en gemixt voor het ov (bus, tram, metro, en trein) en lopen. In enkele studies (Faber, 2019; Sabir et al., 2013; Heinen et al., 2011; Creemers et al., 2015; Thomas et al., 2013) zijn de variabelen temperatuur en zonschijn beide opgenomen in een empirisch model en wordt voor de twee weersvariabelen een effect gevonden voor de verschillende vervoerwijzen. In de meeste studies is echter alleen temperatuur opgenomen in het model. Het is mogelijk dat temperatuur dan het gecombineerde effect meet van temperatuur en zonschijn, omdat deze weersverschijnselen vaak samengaan.

³ Faber (2019) is een masterscriptie. Het scriptieonderzoek is uitgevoerd bij het KIM.

Het effect van de weervariabelen op de keuze en het gebruik van de fiets en de auto is uitgesprokener dan het effect van het weer op het ov en op lopen. Hieruit blijkt waar de meeste uitwisseling zit tussen de vervoerwijzen. In het algemeen vindt deze plaats tussen de actieve vervoerwijzen (fietsen en lopen) enerzijds en de niet-actieve (auto en ov) vervoerwijzen anderzijds, en in het bijzonder tussen de fiets en de auto. De uitwisseling tussen deze vervoerwijzen gebeurt vooral voor verplaatsingsafstanden die voor beide vervoerwijzen behapbaar zijn. Een autoverplaatsing van 50 kilometer bijvoorbeeld zal bij mooi weer niet zo snel worden vervangen door een fietsrit, maar een autoverplaatsing van 3 kilometer wel. Rietveld et al. (2012) benoemen specifiek de uitwisseling tussen fiets enerzijds en bus, tram en metro (BTM) anderzijds. Deze uitwisseling komt in de andere onderzoeken niet zo sterk naar voren.

Het effect van de weervariabelen op *de keuze* van de vervoerwijzen is vaker onderzocht dan het effect op *het gebruik* van de vervoerwijzen. Meestal liggen de effecten in elkaars verlengde. Als in een studie de kans dat de auto wordt gekozen toeneemt door regen, dan nemen het aantal autoverplaatsingen en de per auto per dag afgelegde afstand meestal ook toe. Dat hoeft echter niet altijd zo te zijn. Sabir (2011) vindt bijvoorbeeld dat, ten opzichte van milde wind, sterke wind (harder dan windkracht 6) de kans op de keuze voor de auto doet toeneemt, terwijl het aantal autoverplaatsingen en de per auto afgelegde afstand afnemen. Dit komt doordat het totaal aantal verplaatsingen (alle vervoerwijzen samen) bij harde wind sterker afneemt dan het aantal verplaatsingen per auto. De kans op de keuze voor de auto (of het aandeel auto in de modal split) neemt dan toe.

Ander keuzegedrag en reismotief

Ander keuzegedrag dan de vervoerwijzekeuze is in de literatuur relatief weinig onderzocht. Het gaat hierbij om het aanpassen van het vertrektijdstip (Khattak & De Palma, 1997), het annuleren van een verplaatsing, het veranderen van de locatie van de activiteit en het aanpassen van de route (zie Cools et al., 2010; Cools & Creemers, 2013). De twee laatstgenoemde onderzoeken vinden dat de mate waarin ander weer leidt tot bovengenoemde gedragsaanpassingen, afhankelijk is van het reismotief: in het geval van utilitaire verplaatsingen (woon-werk of woon-onderwijs) heeft het weer een minder sterk effect op het reisgedrag dan bij verplaatsingen voor winkelen en vrije tijd. Daarnaast verschilt het meest voorkomende type gedragsverandering tussen de reismotieven. Zo past de reiziger bij utilitaire verplaatsingen met name de vertrektijd en de route aan. Bij de reismotieven 'winkelen' en 'vrije tijd' past hij de vertrektijd aan en annuleert hij de verplaatsing ook relatief vaak. Dit komt waarschijnlijk doordat het minder noodzakelijk is deze typen reizen te maken dan in het geval van utilitaire verplaatsingen. Sneeuw heeft het sterkste effect op alle typen verplaatsingen.

Het hierboven genoemde verschil tussen reismotieven komt ook tot uiting bij het gebruik van het mobiliteitssysteem (aantallen verplaatsingen en de afgelegde afstand). De literatuur is hierover zeer eensgezind. Zo beïnvloedt het weer de vraag naar utilitaire verplaatsingen veel minder sterk dan de vraag naar vrijetijdsverplaatsingen (Sabir, 2011; Thomas et al., 2013; Helbich et al., 2014; Creemers et al., 2015; Faber, 2019). Dit geldt zowel voor de totale vraag naar mobiliteit (Sabir, 2011) als voor de vraag naar sommige specifieke vervoerwijzen. Op fietsroutes die vooral worden gebruikt voor recreatieve verplaatsingen, reageert het fietsvolume sterker op het weer dan op fietsroutes die veel worden gebruikt voor woon-werk- of woon-onderwijsverplaatsingen (Thomas et al., 2013). Cools et al. (2009) vinden iets vergelijkbaars voor de auto. Hiervoor geldt dat de relatie tussen verkeersintensiteiten en het weer aan de kust (relatief veel recreatieve verplaatsingen) sterker is dan in het binnenland (meer utilitaire verplaatsingen).

Sneeuw en mist

Sneeuw heeft een negatief effect op de totale mobiliteit: mensen maken dan minder reizen en leggen per dag een kortere afstand af dan in een situatie zonder sneeuw (Sabir, 2011; Böcker et al., 2017). De kans dat zij de auto kiezen, wordt kleiner (Sabir, 2011) en tegelijkertijd dalen de verkeersintensiteit⁴

⁴ De verkeersintensiteit is het dagelijks aantal auto's dat een bepaald punt passeert. Bij sneeuw daalt dit doordat de snelheid (sterk) daalt en doordat bij sneeuw minder auto's de weg opgaan.

(Van Stralen et al., 2015; Cools et al. 2009) en de gemiddelde per autoverplaatsing afgelegde afstand (Sabir, 2011). Over het algemeen wordt geen effect gevonden van sneeuw op de keuze voor het lokale ov (BTM) (Böcker et al. 2016; 2017; 2019; Sabir, 2011). Sabir (2011) vindt echter wel een negatief effect op het gebruik van BTM in termen van aantallen verplaatsingen per dag. Door sneeuw neemt volgens Sabir (2011) de gemiddelde loopafstand per verplaatsing toe, mogelijk doordat reizigers kiezen voor lopen in plaats van de vervoerwijze die ze zonder sneeuw zouden kiezen.

De weervariabele 'mist' is maar beperkt onderzocht en hiervoor wordt niet of nauwelijks een effect gevonden op de personenmobiliteit. Sabir (2011), Creemers et al. (2015), Heinen et al. (2011), en Cools et al. (2009) hebben het effect van mist gemeten. Sabir (2011) en Heinen et al. (2011) vinden geen effect van mist op de personenmobiliteit, terwijl Cools et al. (2009) voor een locatie aan de Belgische kust vinden dat mist (zicht minder dan 200 meter) een positief effect heeft op de verkeersintensiteit van auto's. Dit is een contra-intuïtief resultaat aangezien de verwachting is dat bij mist vanwege het mindere zicht minder automobilisten de weg op gaan. Creemers et al. (2015) rapporteren een negatief effect van *mist in het uur van vertrek* op de kans dat een reis van het type 'winkelen en vrije tijd' wordt gemaakt ten opzichte van de kans op een reis van het type 'woon-werk'. Tegelijkertijd vinden ze een positief effect van *mist eerder op de dag* op de kans dat iemand een verplaatsing maakt voor winkelen en vrije tijd, wederom ten opzichte van de kans op een reis van het type 'woon-werk'. Dit impliceert dat reizigers in geval van mist niet-noodzakelijke reizen uitstellen.

Ruimtelijke verschillen

Dat het effect van het weer op de mobiliteit ruimtelijke verschillen kent, wordt geduïd in Cools et al. (2009), Helbich et al. (2014) en Faber (2019). Cools et al. (2009) maken onderscheid tussen een locatie langs de kust en locaties in het binnenland van Vlaanderen. Aan de kust heeft het weer een sterker effect op de verkeersintensiteit op de snelwegen dan in het binnenland. De oorzaak hiervan heeft echter niet zozeer te maken met de ruimtelijke kenmerken als wel met de kenmerken van de verplaatsingen: aan de kust is het aandeel verplaatsingen met een recreatief doel groter dan in het binnenland. Helbich et al. (2014) en Faber (2019) kijken naar de verschillen tussen stedelijk en niet-stedelijk gebied. Helbich et al. richten zich hierbij alleen op het fietsen in de regio Rotterdam, terwijl Faber (2019) meer vervoerwijzen en heel Nederland in zijn onderzoek betreft. Faber (2019) vindt dat in de stedelijke gebieden wind een sterker negatief effect heeft op het fietsen. Helbich et al. (2014) rapporteren een negatief effect van wind op fietsen in het centrum van Rotterdam. Daarnaast vinden zowel Faber (2019) als Helbich et al. (2014) dat in de landelijke gebieden het afzonderlijke negatieve effect van regen, zonneschijn en temperatuur op fietsen sterker is. Beide onderzoeken gaan in op de mogelijke oorzaken voor deze verschillen. Helbich et al. (2014) denken dat een gebrek aan evapotranspiratie⁵ en de aanwezigheid van 'urban canyons'⁶ maken dat koud weer in (sterk) stedelijk gebied een zwakker effect heeft op fietsen dan in het buitengebied. In de compact bebouwde gebieden is het dan warmer dan in de buitengebieden. Dat zeer warm weer in stedelijk gebied een minder negatief effect heeft op fietsen, komt mogelijk doordat gebouwen hier schaduw bieden tegen de zonneschijn. Het effect van een onaangenaam stedelijk microklimaat is dan wellicht niet zo negatief als vaak wordt gedacht (Helbich et al., 2014). Een mogelijke verklaring voor het minder sterke negatieve effect van regen op fietsen in de stad is dat bebouwd gebied beschutting biedt. Wat ook een rol kan spelen is dat de gemiddelde fietsafstand van verplaatsingen in de stedelijke centra korter is dan in het buitengebied (Cervero & Kockelman, 1997), waardoor de reiziger daar kortere tijd is blootgesteld aan onplezierig weer. De reiziger is daardoor beter in staat om dergelijk weer te weerstaan (Helbich et al. 2014). Verder rapporteert Faber (2019) nog dat een toename van de temperatuur leidt tot een afname van ov-gebruik in stedelijk gebied, en tot een toename van het ov-gebruik in landelijk gebied. Hierachter zit mogelijk dat het ov in stedelijk gebied gemiddeld over kortere afstanden gaat, waardoor de fiets bij een toename van de temperatuur sneller in aanmerking komt als alternatief dan in landelijk gebied (Faber, 2019). Een ander gevolg van de 'urban canyons' is dat de wind op die plekken onstuimig kan zijn doordat deze wordt getrechterd. Dit is een mogelijke reden voor het sterkere effect

⁵ Evapotranspiratie is evaporatie en transpiratie via vegetatie (Helbich et al., 2014).

⁶ Urban canyons zijn de gebieden tussen de gevels van (hoge) gebouwen (Helbich e.a., 2014).

van wind op het fietsen in de centrale stedelijke gebieden (Helbich et al., 2014). De door Faber (2019) genoemde mogelijke uitwisseling tussen fiets en ov bij een verandering van de temperatuur zou ook een rol kunnen spelen bij het sterkere effect van wind op fietsen in stedelijk gebied.

Ouderen

Reizigers ouder dan 65 jaar reageren sterker op slecht weer (sneeuw en regen) en op warm weer (hoge temperaturen) dan reizigers jonger dan 65 jaar (Böcker et al., 2017). Ten opzichte van deze laatste groep wordt een groter aandeel van de groep ouderen door het weer beïnvloed in hun vervoerwijzekeuze. Bij extreem weer (hitte, sneeuw en ijs, zware regen, storm) veranderen ouderen eerder van vervoerwijze dan niet-ouderen. Zo kenmerkt hun mobiliteitsgebruik zich bij hoge temperaturen door minder reizen, terwijl niet-ouderen juist meer reizen. Regen en sneeuw hebben elk een sterker negatief effect op het aantal verplaatsingen van ouderen dan op het reisgedrag van niet-ouderen. De groep ouderen maakt niet of nauwelijks utilitaire verplaatsingen, dit in tegenstelling tot de groep niet-ouderen. Het verschil in reismotief kan deels het verschil verklaren in het effect dat het weer heeft op de mobiliteit van ouderen respectievelijk niet-ouderen.

Optimaal weer

In enkele studies wordt zowel een positief als een negatief effect gevonden van een weervariabele op de mobiliteit. Dit speelt met name bij de variabele temperatuur in combinatie met de actieve vervoerwijzen, waarbij de reiziger is blootgesteld aan de weersomstandigheden. Sabir (2011), Sabir et al. (2013), Böcker en Thorsson (2014), Helbich et al. (2014), Van Stralen et al. (2015), Faber (2019), Böcker et al. (2016), en Böcker et al. (2019) presenteren zowel een positief als een negatief effect van een of meerdere weervariabelen op een vervoerwijze. Zo vinden Böcker en Thorsson (2014) en Helbich et al. (2014) dat een maximale dagtemperatuur van 24°C optimaal is voor fietsers. Stijgt of daalt de temperatuur ten opzichte van deze 24°C, dan nemen zowel de kans op de keuze voor de fiets als het aantal fietsverplaatsingen af. Een ander voorbeeld zijn de bevindingen van Van Stralen et al. (2015) voor het autogebruik tijdens regen. Ten opzichte van droog weer is het autogebruik bij regen hoger, maar bij zware regen is het gebruik lager dan bij lichte regen. En Sabir (2011) vindt voor zowel temperaturen onder 0°C als temperaturen tussen 10°C en 20°C een grotere kans op lopen dan bij temperaturen tussen 0°C en 10°C. Meer voorbeelden van de (positieve en negatieve) effecten van de weervariabelen staan in bijlage A.

De literatuur is dus niet eenduidig ten aanzien van de richting die met name het effect van een temperatuurverandering heeft op fietsen en lopen. De meeste studies presenteren een effect dat of positief of negatief is voor het gehele domein van de variabele temperatuur. Tegelijkertijd presenteren ze meerdere malen een effect dat zowel positief als negatief is. Een eerste verklaring voor het niet vinden van een dergelijke relatie is mogelijk dat de data waarop de analyse is uitgevoerd, niet altijd dagen bevatten met (zeer) lage en hoge temperaturen. Daarnaast is niet altijd een kwadratische term in het empirische model opgenomen (Böcker et al., 2017; Creemers et al., 2015; Heinen et al., 2011). De literatuur overziend is het in ieder geval aannemelijk dat (zeer) hoge temperaturen fietsen onaantrekkelijk maken (Böcker & Thorsson, 2014; Helbich et al., 2014). Voor niet-extreme waarden wordt alleen een positief verband gevonden tussen een temperatuurverandering en fietsen.

Gecombineerd weer

Er is in de literatuur weinig aandacht voor het effect van gecombineerde weervariabelen. Wind en regen hebben bijvoorbeeld allebei afzonderlijk een negatief effect op fietsen. Het is echter waarschijnlijk dat het effect van de ene weervariabele afhankelijk is van het niveau van een andere weervariabele. Zo zijn fietsen en lopen bij kou en sterke wind een stuk onaangenamer dan bij kou en weinig wind.⁷ Het enige onderzoek in onze literatuurstudie dat hier (uitvoerig) aandacht aan besteedt, is Faber (2019). Omdat weerfactoren altijd gezamenlijk optreden, is het afzonderlijk meten van het effect van de weervariabelen op de mobiliteit eigenlijk geen goede reproductie van het beslisproces van de reiziger. Faber (2019) opteert dan ook voor een holistische benadering waarbij het gecombineerde effect wordt geschat. Hij erkent dat dit het wel lastiger maakt om de geschatte effecten te interpreteren.

⁷ De welbekende 'gevoelstemperatuur' is de resultante van de combinatie van deze weersverschijnselen.

3.2.2 Effecten van weer op fietsen

Vraag 2: Wat is de invloed van het weer op fietsen?

De invloed van het weer op het fietsen is voor een groot deel al behandeld in de vorige paragraaf. Deze invloed hangt immers vaak samen met het effect op de andere vervoerwijzen, door onderlinge uitwisseling. Hieronder behandelen we alleen de nog niet besproken punten op het gebied van het fietsen.

Vervoerwijzekeuze en gebruik mobiliteitssysteem

Uit bijlagen C en D blijkt dat er in de literatuur redelijk veel overeenstemming bestaat over het effect dat het weer heeft op het fietsen. Net als regen verkleint wind de kans op de keuze voor de fiets. Deze weersverschijnselen verlagen het aantal fietsverplaatsingen en/of de per fiets afgelegde afstand. Een toename van de temperatuur en de hoeveelheid zonneschijn op een dag hebben precies het tegengestelde effect. Deze resultaten staan enigszins in contrast met Ton et al. (2019), die concluderen dat weerskarakteristieken niet relevant zijn voor de keuze voor de actieve vervoerwijzen. Dit contrast zou te maken kunnen hebben met de manier waarop de respondenten zijn bevraagd (namelijk hoe zij extreem weer ervaren), zoals de auteurs zelf ook aangeven, en met de mate waarin extreem weer voorkomt in de door Ton et al. (2019) geanalyseerde data.

Fiets is meest gevoelige vervoerwijze

Van alle vervoerwijzen blijkt de fiets het meest gevoelig te zijn voor het weer (Faber, 2019; Rietveld et al., 2012). Dit geldt voor zowel de variatie op de korte termijn (van dag tot dag) als die op de lange termijn (over de seizoenen). Het verschil in aantal fietsverplaatsingen tussen dagen met zomerse temperaturen en dagen waarop het vriest, is ongeveer 30% (Rietveld et al., 2012). En in de winter is het aantal fietsverplaatsingen per persoon per dag gemiddeld 15% lager dan in de lente.

Beleidsdoelen

Böcker et al. (2013b) concluderen dat Nederlanders door klimaatverandering in 2050 op jaarbasis netto meer zullen fietsen dan op dit moment. Ze stellen dat dit baten kan opleveren in termen van bereikbaarheid, gezondheid en milieu. Daarnaast is het effect van het weer op de mobiliteit, en op fietsen in het bijzonder, relevant voor de verkeersveiligheid (Cools et al., 2009; Rietveld et al., 2012). Zonder aanvullende maatregelen gericht op de veiligheid van fietsers, gaat meer fietsen ten koste van de verkeersveiligheid, zo menen Rietveld et al. (2012). Sabir (2011) concludeert dat bij een maximumtemperatuur van hoger dan 25°C het totale aantal verkeersdoden ongeveer 50% hoger is dan bij temperaturen onder 0°C. Een van de verklaringen die hij hiervoor noemt, is dat bij hogere temperaturen vooral het fietsgebruik stijgt, waardoor er meer fietsers samen met andere typen vervoermiddelen (gemotoriseerd) op de weg zijn (Sabir et al., 2011). Rietveld et al. (2012) noemen de combinatie van vaker warmer/mooi weer, meer fietsen bij warm weer en vergrijzing als mogelijke verklaring. Hoewel de groep ouderen kwetsbaar is op de fiets zou deze in de toekomst, bij gemiddeld hogere temperaturen, meer kunnen gaan fietsen. Deze combinatie van factoren beïnvloedt waarschijnlijk de verkeersveiligheid.

Meer fietsen zorgt er echter ook voor dat de binnensteden bereikbaar en leefbaar blijven, en dat reizigers meer bewegen. Bovendien dalen de emissies wanneer autokilometers worden ingewisseld tegen fietskilometers (Tour de Force, 2016). Daarmee heeft het toekomstige klimaat via de mobiliteit naar verwachting positieve effecten op de gezondheid, de bereikbaarheid en het milieu.

3.2.3 Effecten van weer op overstappen

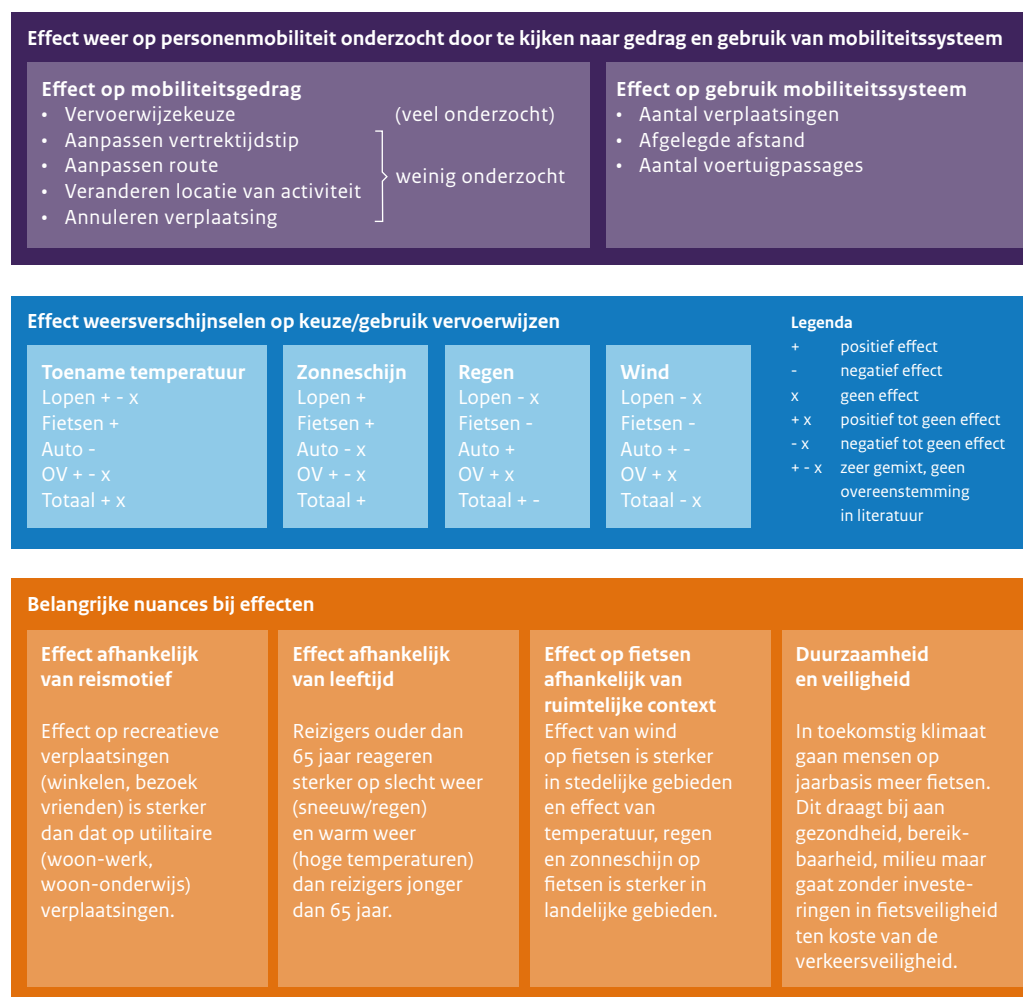
Vraag 3: Wat is de invloed van het weer op het overstappen tussen vervoerwijzen?

Deze vraag blijft onbeantwoord. De enige door ons gevonden studie die hierop ingaat (Gong et al., 2018), heeft geen betrekking op Nederland of Vlaanderen en is methodologisch zwak.

3.2.4 Conceptueel model effect weer op personenmobiliteit

In figuur 3.1 hebben we de belangrijkste aspecten van paragraaf 3.2 weergegeven in een conceptueel model. Het bovenste blok maakt onderscheid tussen het effect van het weer op het mobiliteitsgedrag enerzijds en op het gebruik van het mobiliteitssysteem anderzijds. Het middelste blok vat het effect samen van het weer op de mobiliteit, en de mate waarin hierover overeenstemming bestaat in de literatuur. Alleen een '+' betekent dat praktisch alle gevonden studies een positief effect vinden voor de combinatie van weersverschijnsel en vervoerwijze. Dat effect heeft zowel betrekking op de kans dat de vervoerwijze wordt gekozen als op het gebruik van het vervoermiddel. Een '+ - x' geeft aan dat er in de literatuur juist geen overeenstemming bestaat over een bepaald effect. Het onderste blok geeft een nadere duiding van de effecten.

Figuur 3.1 Conceptueel model effect weer op mobiliteit



3.3 Bevindingen van de empirische artikelen: mogelijke maatregelen

Vraag 4: Wat zijn mogelijke maatregelen om het effect van het weer op de personenmobiliteit te beïnvloeden?

Van sommige onderzochte studies komen de auteurs op deze vraag niet verder dan enkele zeer algemene aangrijpingspunten voor het beleid. Enkele voorbeelden zijn:

- “De duidelijke afhankelijkheid van gedragsveranderingen van het reismotief (activiteiten) verschaft beleidsmakers een dieper begrip van hoe weer mobiliteit beïnvloedt” (Cools et al., 2010).
- “Het is belangrijk om de geïdentificeerde impact van weer te integreren in modellen voor de vraag naar mobiliteit omdat dit kan helpen bij het bereiken van een hogere nauwkeurigheid en meer realistische verkeersvoorspellingen, welke op hun beurt beleidsmakers in staat stellen om betere korte- en lange termijn beslissingen te nemen om daarmee verschillende beleidsdoelen, bijvoorbeeld op gebied van duurzaam transport te behalen” (Creemers et al., 2015).

Andere studies gaan echter dieper in op wat de opgedane kennis meer concreet kan betekenen voor het beleid in termen van mogelijke maatregelen of aangrijpingspunten. De kennis hierover is samengebracht in verschillende thema’s, die we hieronder een voor een bespreken.

Aanpassingen aan infrastructuur en de gebouwde omgeving

Maatregelen die ingrijpen in de gebouwde omgeving om het gebruik van de actieve vervoerwijzen op peil te houden ten tijde van onaantrekkelijk weer, worden in meerdere studies aangehaald (Heinen et al., 2011; Rietveld et al., 2012; Böcker et al., 2016; Faber, 2019). Het beschermen van fietsers tegen wind en regen op routes waar veel wordt gefietst, is een regelmatig genoemde maatregel. In de literatuur worden windschermen en overkappingen genoemd als voorbeelden om die bescherming langs bepaalde fietspaden te bieden. Denk bijvoorbeeld aan fietspaden die een belangrijk spoorstation in een stadscentrum verbinden met andere delen van de stad. Mogelijk komen fietspaden tussen de stadscentra en bedrijventerreinen aan de randen van steden eveneens in aanmerking. Hoewel deze maatregel in de literatuur alleen wordt genoemd in de context van het fietsen, kan hij ook interessant zijn voor voetpaden. Rietveld et al. (2012) merken op dat dit soort beschermde routes maar een deel van de totale fietsroute kunnen afdekken. Het is daarom de vraag in hoeverre het beoogde effect dat mensen bij onaantrekkelijk weer blijven fietsen, kan worden behaald.⁸ Een tweede vraag is of er in de stedelijke centra wel genoeg ruimte is om dergelijke bouwwerken te plaatsen, en, als die ruimte er is, of de doorstroming van het overige verkeer dan niet te veel wordt gehinderd. Gebruikers van bus, tram en metro kan tijdens het wachten meer beschutting worden geboden tegen wind en regen. Bijvoorbeeld door de overdekte wachtruimtes te vergroten.

Een andere in de literatuur voorgestelde maatregel is een stedelijk ontwerp waarbij de reiziger die de actieve vervoerwijzen gebruikt, beter is beschermd (Böcker et al., 2016; Helbich et al., 2014; Faber, 2019). Een voorbeeld is het aanbrenge van afdakjes aan de zijkanten van gebouwen om wandelaars tegen de regen te beschermen. Een ander voorbeeld is het zodanig plannen van fiets- en wandelroutes dat afstanden beperkt blijven, zodat de reiziger minder lang is blootgesteld aan onaantrekkelijk weer.

Bij maatregelen gericht op de bescherming tegen regen, moet overigens worden bedacht dat het in Nederland gemiddeld 8% van de tijd regent (KNMI, 2012). Dit geeft aan dat dergelijke maatregelen maar een beperkt deel van de tijd hun nut kunnen bewijzen.

⁸ Deze maatregel kan iets worden uitgediept. Volgens Sabir (2011) wordt in Nederland op een dag waarop tot 0,1 mm regen per uur valt, gemiddeld 1,75% minder fietskilometers afgelegd; dit ten opzichte van een dag zonder regen. Valt er op een dag per uur gemiddeld 0,1 mm of meer, dan is dat 12%. Worden alleen de drukke fietsroutes beschermd, dan betekent dit dat het overgrote deel van de fietsroutes in Nederland onbeschermd blijft. Schermen of overkappingen kunnen daarom naar verwachting maar voor een klein deel tegengaan dat regen en wind de fietsmobiliteit doen dalen.

Klimaatadaptatie

Volgens Böcker et al. (2013b) zullen inwoners van Nederland in 2050 op jaarbasis netto meer fietsen dan dat nu het geval is. Dit heeft te maken met de klimaatverandering. In de zomer van 2050 zullen zij door zware buien en hitte iets minder fietsen, wat ten gunste komt van de auto (volgens Böcker et al., 2013b), maar in de mildere winter fietsen zij juist meer. Een aandachtspunt voor het beleid is dat een verhoogd autogebruik in de zomer de luchtkwaliteit kan verslechteren en tot meer congestie kan leiden. Afhankelijk van hoe het aandeel elektrische auto's in het totale wagenpark in de steden zich ontwikkelt, kan de luchtvervuiling mee- of tegenvallen. Een mogelijke maatregel om de voorziene daling van het fietsgebruik in de zomer tegen te gaan, is het aanbrengen van meer groen en schaduw in de steden voor verkoeling (Böcker et al., 2016) en het langs fiets- en wandelroutes planten van meer loofbomen (Böcker & Thorsson, 2014). Dit is vooral van belang voor ouderen, die gevoeliger zijn voor hitte en daardoor eerder een actieve vervoerwijze inwisselen voor een niet-actieve vervoerwijze, of een actieve verplaatsing helemaal niet meer maken (Böcker et al., 2017). De bomen bieden schaduw en bescherming tegen regen en wind. In de winter laten ze door de afwezigheid van een bladerdek juist zonlicht door.

De in deze en in de vorige paragraaf genoemde maatregelen moeten de gebruiker van vooral de actieve vervoerwijzen beter beschermen, zodat deze minder snel kiest voor een gemotoriseerde vervoerwijze, of een reis die hij of zij normaal gesproken zouden annuleren (bijvoorbeeld door hoge temperaturen) toch maakt. Al met al denken Rietveld et al. (2012) dat de klimaatverandering een beperkte invloed zal hebben op de mobiliteit, vergeleken met andere belangrijke ontwikkelingen zoals economie, demografie en technologie. Wel is het verstandig om het klimaatthema steeds te betrekken bij het mobiliteitsbeleid. Proactief beleid kan het transportsysteem vaak tegen lage kosten robuust maken.

Aanpassingen door en beïnvloeding van de reiziger

Aanpassingen door en beïnvloeding van de reiziger komen aan bod in Rietveld et al. (2012), Faber (2019) en Sabir et al. (2013). In 2012, toen de elektrische fiets nog niet zo'n hoge vlucht had genomen als tegenwoordig, merkten Rietveld et al. (2012) al op dat dit type fiets de reiziger minder gevoelig maakt voor wind. Inmiddels gebruiken verschillende groepen fietsers de elektrische fiets massaal (De Haas, 2019). Het is niet bekend in hoeverre wind een rol speelt bij de overweging om een elektrische fiets aan te schaffen. Een tweede door Rietveld et al. (2012) genoemde mogelijkheid is de ontwikkeling van fietsmodellen die meer bescherming bieden tegen regen en wind. Denk aan de ligfietsen waarbij het lichaam van de fietser (het hoofd uitgezonderd) is omgeven door materiaal. In tegenstelling tot de elektrische fiets hebben het gebruik en de productie van dit type fietsen geen hoge vlucht genomen. Wellicht kan een subsidie helpen om de interesse van fabrikanten te wekken voor de ontwikkeling van overdekte fietsen.

Faber (2019) noemt mogelijkheden om de reiziger te beïnvloeden. Verschillende groepen reizigers hebben ieder een eigen attitude ten aanzien van mobiliteit en weer. Van een bepaalde groep zou een beleidsmaker die attitude misschien willen beïnvloeden. Zo is het bekend dat ervaren fietsers ook bij mindere weersomstandigheden blijven doorfietsen. Door mensen die nog niet fietsen, in de zomer, bij goed weer, te stimuleren om dit te gaan doen, blijven zij mogelijk ook fietsen in de jaargetijden waarin de weersomstandigheden minder aantrekkelijk zijn. Een ander voorbeeld is een campagne onder bijna afgestudeerde studenten die altijd met de fiets naar de onderwijslocatie gaan, om hen te stimuleren om ook na de studententijd te blijven fietsen, maar dan van en naar het werk. Financiële prikkels kunnen hierbij eventueel een rol spelen. De vraag is echter hoe specifiek een dergelijk initiatief nog is voor het thema 'weer en mobiliteit'. Overigens dient de inzet van campagnes of subsidies altijd vooraf op effectiviteit te worden beoordeeld.

Voor het specifieke geval van mobiliteit in de kustgebieden noemen Sabir et al. (2013) het parkeerbeleid als aangrijpingspunt. Zij haken in op het negatieve welvaartseffect van congestie en parkeren aan de kust bij mooi weer. Ze opteren voor een hoger parkeertarief in de kustplaatsen bij mooi weer, om congestie en parkeerproblemen (cruisen) te beperken. Omdat veel parkeerautomaten tegenwoordig elektronisch zijn, is het relatief eenvoudig het parkeertarief aan te passen en een dergelijk flexibel parkeerbeleid

te implementeren, zo wordt gesteld. Informatie over de parkeertarieven kan dan via het internet beschikbaar worden gemaakt. In Hoek van Holland is in het verleden met dit idee geëxperimenteerd (zie Open Rotterdam, 2015). Deze casus biedt mogelijk houvast voor het toekomstig parkeerbeleid in de kustplaatsen.

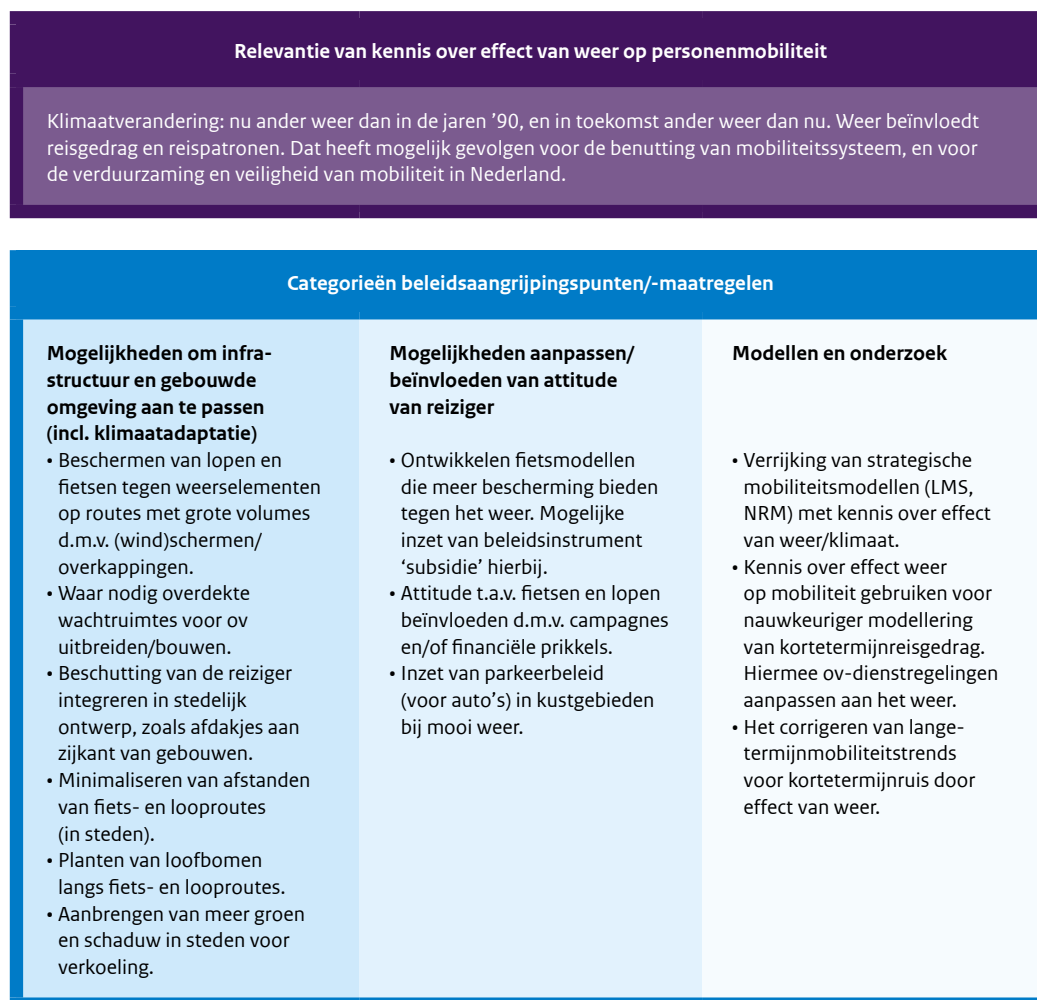
Modellen en onderzoek

Kennis over het effect van het weer op de mobiliteit is niet alleen van belang in verband met de hierboven genoemde concrete maatregelen, maar kan ook worden gebruikt in verkeers- en gedragsmodellen. Kennis over het effect van het weer kan op drie manieren worden gebruikt (Faber, 2019). Door kennis over de invloed van het weer op de mobiliteit te combineren met kennis over klimaatverandering kunnen ten eerste langetermijnveranderingen in het reisgedrag worden ingeschat. Hiermee kunnen vervolgens strategische modellen, zoals LMS en NRM (Rijkswaterstaat, 2017), worden verrijkt waarvan de uitkomsten worden gebruikt voor de beleidsontwikkeling. Ten tweede kan kennis over het effect van het weer op de personenmobiliteit worden gebruikt om met modellen nauwkeuriger schattingen van het kortetermijnreisgedrag te maken. Met de modeluitkomsten zouden ov-bedrijven die fietsers over waterwegen vervoeren (zoals bij Amsterdam CS), de ferrydienst (of -frequentie) kunnen aanpassen aan de verwachte weersomstandigheden. Tegelijkertijd is het dan zaak de reiziger te informeren over de veranderde dienstregelingen, zodat deze niet voor verrassingen komt te staan. Dit is te zien als de 'verkeersinformatie voor het ov', analoog aan de file-informatie van Rijkswaterstaat en de informatie over storingen en werkzaamheden van de NS op de NS-app en -website. Het verdient dan de aanbeveling om dit verkeersbericht ruimtelijk te differentiëren naar de mate waarin de gebruikte verkeersmodellen ruimtelijke differentiatie toelaten. Deze maatregel ligt op het vlak van het informeren van de reiziger. Ten derde kan worden gecontroleerd voor het effect van weer in lange termijn trends. De invloed van het dagelijkse weer op de mobiliteit is immers kortetermijnruis die uit de langetermijnmobiliteitstrends kan worden verwijderd. Thomas et al. (2013) melden bijvoorbeeld dat het met de resultaten van hun studie mogelijk is om langetermijntrends in fietsstromen te scheiden van kortetermijnvariatie door het weer. Dit biedt het beleid de mogelijkheid om fietsinterventies uit het verleden te evalueren. Voor bijvoorbeeld het studiegebied Ede en Gouda (Thomas et al., 2013) waren er geen positieve langetermijntrends in fietsgebruik waarneembaar, ondanks aanzienlijke beleidsinterventies om het fietsen te promoten.

Conceptueel model

Figuur 3.2 toont de beleidsaanpakpunten nog eens kort en bondig in een conceptueel model. Daarbij hebben we onderscheid gemaakt naar de in deze paragraaf besproken categorieën.

Figuur 3.2 Conceptueel model beleidsaanrijpingspunten weer en personenmobiliteit



4 Conclusie

Wat is het effect van het weer op de personenmobiliteit? Met dit literatuuronderzoek wil het KiM de bestaande kennis hierover overzichtelijk presenteren. We hebben gekeken naar het effect van het weer op het mobiliteitsgedrag enerzijds en op het gebruik van het mobiliteitssysteem anderzijds. Bij gedrag gaat het om de keuzes die reizigers maken ten aanzien van bijvoorbeeld vervoerwijze en tijdstip van vertrek. Bij gebruik van het mobiliteitssysteem gaat het over aantallen verplaatsingen en de afgelegde afstand, al dan niet per vervoerwijze.

Door culturele en klimatologische verschillen verschilt het effect dat het weer op de mobiliteit heeft, ook over de ruimte. Dit betekent dat onderzoeksresultaten voor het buitenland niet zomaar geldig zijn voor Nederland. In dit onderzoek hebben we daarom alleen die studies meegenomen die relevant zijn voor Nederland, dat wil zeggen, studies die betrekking hebben op het Nederlandse en Vlaamse grondgebied.

De toegevoegde waarde van ons overzicht van de effecten van het weer op de personenmobiliteit ligt ten opzichte van de bestaande literatuur in de specifieke focus op Nederland. Naast de effecten op de personenmobiliteit besteden we ook aandacht aan de aangrijpingspunten voor het beleid die voortvloeien uit de opgedane kennis over dit onderwerp. De onderzoeksvragen luiden als volgt:

1. Wat is de invloed van het weer op de personenmobiliteit in het algemeen?
2. Wat is de invloed van het weer op het fietsen?
3. Wat is de invloed van het weer op het overstappen tussen vervoerwijzen?
4. Wat zijn mogelijke maatregelen om het effect van het weer op de personenmobiliteit te beïnvloeden?

Bij het beantwoorden van deze vragen bleek het lastig om de antwoorden op de vragen 1 en 2 duidelijk te scheiden. Dit komt doordat het effect van het weer op het fietsen vaak samen met het effect op de andere vervoerwijzen wordt onderzocht. Vraag 3 kon niet worden beantwoord omdat het enige gevonden onderzoek hiernaar van twijfelachtige kwaliteit bleek te zijn en geen betrekking had op Nederland of Vlaanderen.

4.1 Belangrijkste bevindingen over effect van weer op personenmobiliteit

Van alle weervariabelen is het afzonderlijke effect van wind, regen, en temperatuurverandering op de mobiliteit in de literatuur het vaakst onderzocht. Uit diverse studies kwam naar voren dat het uitwisselen van vervoerwijzen als gevolg van veranderend weer vooral gebeurt tussen auto en fiets. Kijken we wat breder, dan gaat het om een uitwisseling tussen de actieve vervoerwijzen (lopen en fietsen) enerzijds en de auto en het openbaar vervoer (ov) anderzijds. De fietser blijkt het meest gevoelig te zijn voor het weer. Bij het fietsgebruik is de variatie onder verschillende weersomstandigheden dus groter dan bij andere vervoerwijzen.

De literatuur is redelijk eensgezind over het negatieve effect van zowel regen als wind op de kans dat iemand de fiets kiest en op het fietsgebruik, uitgedrukt in het aantal fietsverplaatsingen en de afgelegde fietsafstand per dag. Ditzelfde effect wordt in enkele studies gevonden voor lopen. Er zijn echter ook onderzoeken die vinden dat regen en wind *geen* afzonderlijk effect hebben op lopen. Tegelijkertijd vergroten wind en regen (los van elkaar) de kans op de keuze voor de auto en vergroot alleen regen het autogebruik. Het individuele effect van regen en wind op de keuze voor en het gebruik van het ov (bus, tram, metro en trein) is vrij diffuus: soms is het effect positief maar vaak wordt ook geen effect gevonden. Het effect van zonneschijn is positief voor fietsen, negatief voor de auto en verschillend

voor het ov en lopen. Dat is ook het geval bij een toename van de temperatuur, voor zover er geen sprake is van extreme temperaturen. Meerdere studies vinden namelijk dat een temperatuurstijging een negatief effect heeft op het fietsen wanneer de temperaturen al hoog zijn. Sneeuw leidt tot een daling van het autogebruik en de totale (alle vervoerwijzen samen) mobiliteit (het totaal aantal verplaatsingen en de totale afgelegde afstand per dag). Wind en regen laten die totale mobiliteit eveneens dalen, terwijl een toename van de temperatuur en van de mate van zonneschijn juist leiden tot een toename van de totale mobiliteit.

Het effect van het weer op het mobiliteitsgebruik verschilt ruimtelijk, met name tussen stad en platteland. Het afzonderlijke effect van een temperatuurverandering, regen en zonneschijn op fietsen is sterker in de landelijke gebieden, terwijl wind een sterker effect heeft in de stedelijke gebieden. Een toename van de temperatuur heeft in stedelijk gebied een negatief effect op het ov-gebruik en in landelijk gebied juist een positief effect. Ook tussen leeftijdsgroepen verschilt het effect. Bij hoge temperaturen maken ouderen (> 65 jaar) minder reizen en niet-ouderen juist meer en ook regen en sneeuw hebben een sterker negatief effect op het aantal reizen van ouderen dan op dat van niet-ouderen.

Ten slotte blijkt het effect van het weer op de personenmobiliteit afhankelijk te zijn van het reismotief. Utilitaire verplaatsingen (woon-werk, woon-onderwijs) zijn minder gevoelig voor het weer dan verplaatsingen die voor vrijetijdsdoeleinden worden gemaakt (winkelen, recreëren, bezoeken familie/vrienden). Voor het eerste type verplaatsingen wordt het mobiliteitsgedrag⁹ in mindere mate aangepast dan voor het tweede type verplaatsingen doordat de reiziger minder flexibel is: een dag niet naar het werk gaan is vaak lastiger dan een dag niet winkelen. Een bezoek aan vrienden of de sportvereniging kan vaak makkelijk zonder gevolgen worden geannuleerd. Voor een dag niet op het werk verschijnen geldt dat over het algemeen niet, behalve voor degenen die kunnen thuiswerken.

4.2 Aangrijpingspunten voor beleid

Kennis over het effect van het weer op de personenmobiliteit is belangrijk omdat weersextremen naar verwachting vaker gaan voorkomen en klimaatverandering leidt tot andere weerspatronen. Ontstaat er op bepaalde plekken in het mobiliteitssysteem wellicht druk op de capaciteit en op andere plekken juist onderbenutting doordat reisgedrag en reispatronen veranderen onder invloed van het weer? En wat gebeurt er met het gebruik van de fiets en de mate waarin mensen lopen? Gezien de beleidsinspanningen gericht op het stimuleren van de actieve vervoerwijzen, met bijkomende maatschappelijke baten (gezondheid, leefbaarheid, milieu), in de afgelopen jaren is dit zeker een relevante vraag. Bovendien is deze vraag relevant vanuit het oogpunt van de verkeersveiligheid, omdat fietsers en wandelaars relatief kwetsbaar zijn.

Beleid kan niet het weer zelf beïnvloeden, maar kan wel het een en ander doen om de negatieve effecten ervan te dempen (Faber, 2019). De aangrijpingspunten voor het beleid kunnen grofweg worden ingedeeld in drie categorieën: 1) aanpassingen aan de gebouwde omgeving, 2) mogelijkheden om de attitude van de reiziger te beïnvloeden en 3) verbeteringen van de transportmodellen voor het beleid.

Bij aanpassingen aan de gebouwde omgeving valt te denken aan het plaatsen van overkappingen of schermen en bomen langs veel gebruikte fiets- en wandelroutes en het creëren van voldoende beschutting bij wachtruimtes voor het ov. De genoemde maatregelen kunnen echter maar een deel van de totale fietsroute afdekken en zijn bovendien maar een deel van de tijd (alleen als het waait of regent) van nut voor de reiziger. Zo regent het in Nederland gemiddeld 8% van de tijd. De vraag is wat hierbij de rol van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) kan zijn. Het ligt voor de hand dat het vooral lokale overheden zijn die dergelijke ingrepen voor hun rekening nemen.

⁹ Naast de keuze voor de vervoerwijze gaat het hierbij om keuzes als het wel of niet maken van een verplaatsing, de keuze voor vertrektijdstip, routekeuze, en het aanpassen van de locatie van de activiteit.

Bij het beïnvloeden van de attitude van de reiziger kan het gaan om campagnes of subsidies gericht op het blijven gebruiken van de actieve vervoerwijzen bij onaantrekkelijk weer. Denk bijvoorbeeld aan een subsidie aan een fietsenfabrikant voor de ontwikkeling van een ‘overdekte fiets’, waarbij de fietser niet meer is blootgesteld aan het weer. Dit zijn maatregelen die het Rijk kan overwegen, en waarvan het de effectiviteit vooraf zal moeten beoordelen. Daarnaast zou de aantrekkelijkheid van een bepaalde vervoerwijze bij mooi weer kunnen worden beïnvloed. Zo kan een hoger parkeertarief in de kustplaatsen tijdens mooi weer het autogebruik minder aantrekkelijk maken, het fietsen en het ov-gebruik stimuleren en daarmee congestie en parkeerproblemen (cruisen) beperken.

Ten derde kan kennis over de invloed van het weer op de mobiliteit helpen om in transportmodellen de dagelijkse mobiliteit beter te voorspellen. Met behulp van de uitkomsten van deze modellen kunnen ov-diensten hun capaciteit wellicht aanpassen aan het effect van het weer op het ov-gebruik (dimensioneren). Denk aan een hogere frequentie van de dienstregeling voor bus, tram en metro op een dag met slecht weer. De reiziger wisselt de fiets dan in voor het lokale ov.

Literatuur

- Böcker L., Dijst, M. & Prillwitz, J. (2013a). Impact of Everyday Weather on Individual Daily Travel Behaviours in Perspective: A Literature Review. *Transport Reviews*, 33, 1, 71-91.
- Böcker L., Prillwitz, J. & Dijst, M. (2013b). Climate change impacts on mode choices and travelled distances: a comparison of present with 2050 weather conditions for the Randstad Holland. *Journal of Transport Geography*, 28, 176-185.
- Böcker L. & Thorsson, S. (2014). Integrated Weather Effects on Cycling Shares, Frequencies, and Durations in Rotterdam, the Netherlands. *Weather, Climate, and Society*, 6, 468-481.
- Böcker L., Dijst, M. & Faber, J. (2016). Weather, transport mode choices and emotional travel experiences. *Transportation Research Part A*, 94, 360-373.
- Böcker L., Amen, P. van & Helbich, M. (2017). Elderly travel frequencies and transport mode choices in Greater Rotterdam, the Netherlands. *Transportation*, 44, 831-852.
- Böcker L., Uteng, T.P., Liu, C. & Dijst, M. (2019). Weather and daily mobility in international perspective: A cross-comparison of Dutch, Norwegian and Swedish city regions. *Transportation Research Part D*, in press.
- Cervero, R. & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3D's: density, diversity and design. *Transportation Research Part D*, 2, 3, 199-219.
- Cools, M., Moons, E. & Wets G. (2009). Assessing the Impact of Weather on Traffic Intensity. *Weather, Climate, and Society*, 2, 60-68.
- Cools, M., Moons, E., Creemers, L. & Wets, G. (2010) Changes in Travel Behavior in Response to Weather Conditions. *Journal of the Transportation Research Board*, no. 2157, 22-28.
- Cools, M. & Creemers, L. (2013). The dual role of weather forecasts on changes in activity-travel behavior. *Journal of Transport Geography*, 28, 167-175.
- Creemers, L., Wets, G. & Cools, M. (2015). Meteorological variation in daily travel behavior: evidence from revealed preference data from the Netherlands. *Theoretical and Applied Climatology*, 120, 183-194.
- Faber, R.M. (2019). *The influence of weather on travel behavior – a multi-method analysis*, TU Delft, Delft.
- Gong, X., Currie, G., Liu, Z. & Guo, X. (2018). A disaggregate study of urban rail transit feeder transfer penalties including weather effects. *Transportation*, 45, 1319-1349.
- Haas, M. de (2019). *Wie is de e-bike gebruiker?* Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, moet nog uitkomen.
- Harms, L. & Kansen, M. (2018). *Fietsfeiten*. KiM-18-A06. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- Heinen, E., Maat, K. & Wee, B. van (2011). Day-to-day Choice to Commute or Not by Bicycle, *Journal of the Transportation Research Board*. <https://doi.org/10.3141/2230-02>
- Helbich, M., Böcker, L. & Dijst, M. (2014). Geographical heterogeneity in cycling under various weather conditions: evidence from Greater Rotterdam. *Journal of Transport Geography*, 38, 38-47.

IPCC (2012). Summary for Policymakers. In C.B. Field, V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, P.M. Midgley (eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (pp. 3-21), A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Khattak, A.J. & Palma, A. de (1997). The impact of adverse weather conditions on the propensity to change travel decision: a survey of Brussels commuters. *Transportation Research Part A*, 31, 3, 181-203.

KiM (2015). *Mobiliteitsbeeld 2015*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KNMI (2012). *Factsheet KNMI waarschuwingen regen*. De Bilt: Koninklijk Nederland Meteorologisch Instituut.

Koetse, M. & Rietveld, P. (2009). The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings. *Transportation Research Part D*, 14, 205-221.

Liu, C., Susilo, Y.O. & Karlström, A. (2017). Weather variability and travel behaviour – what we know and what we do not know, *Transport Reviews*. <http://dx.doi.org/10.1080/01441647.2017.1293188>.

Loon, W. van & Gameren, E. van (2019, 26 januari). *Hoe Nederland opwarmt en de neerslag extremer wordt*. NRC. Artikel op website bekeken 25/10/2019: <https://www.nrc.nl/nieuws/2019/01/26/hoe-nederland-opwarmt-en-de-neerslag-extremer-wordt-a3651385>

Oostroom, H. van, Annema, J.A. & Kolkman, J. (2008). *Effecten van klimaatverandering op verkeer en vervoer. Implicaties voor beleid*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Open Rotterdam (2015). *Alleen betaald parkeren met mooi weer in Hoek van Holland*. Website bekeken 24/10/2019: <https://www.openrotterdam.nl/alleen-betaald-parkeren-met-mooi-weer-in-hoek-van-holland/nieuws/item?209205>

Rietveld, P., Sabir, M. & Ommeren, J. van (2012). Fietsen door weer en wind: Een analyse van de invloed van weer en klimaat op fietsgebruik. *Tijdschrift Vervoerwetenschap*, 48, 4, 46-59.

Rijkswaterstaat (2017). *Het Landelijk Model Systeem*. December 2017, WVL1217zB010.

Sabir, M. (2011). *Weather and Travel Behaviour*. Amsterdam: Vrije Universiteit.

Sabir, M., Ommeren, J. van & Rietveld, P. (2013). Weather to travel to the beach. *Transportation Research Part A*, 58, 79-86.

Stralen, W.J.H. van, Calvert, S.C. & Molin, E.J.E. (2015). The influence of adverse weather conditions on probability of congestion on Dutch motorways. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 15, 4, 482-500.

Thomas, T., Jaarsma, R. & Tutert, B. (2013). Exploring temporal fluctuations of daily cycling demand on Dutch cycling paths: the influence of weather on cycling. *Transportation*, 40, 1-22.

Ton, D., Duives, D.C., Cats, O., Hoogendoorn-Lanser, S. & Hoogendoorn S.P. (2019). Cycling or walking? Determinants of mode choice in the Netherlands. *Transportation Research Part A*, 123, 7-23.

Tour de Force (2016). *Agenda Fiets 2017-2020*. 8 december 2016.

Wee, B. van & Banister, D. (2016). How to write a Literature Review paper. *Transport Reviews*, 36, 2, 278-288.

Bijlage A Effect weer op mobiliteit per vervoerwijze

Studie	Geografisch gebied	Effect weer op gedrag (+/- = toename/afname kans op keuze, x = geen effect/ niet sign., ? = effect niet bekend)	Effect weer op gebruik systeem (+,- = positief/negatief effect, x = geen effect/niet sign.)	Reismotief waarop effecten betrekking hebben
Effect op lopen				
Sabir (2011)	Heel Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (-) Temperatuur (+) en (-): T.o.v. 0°C-10°C: < 0°C (+), > 10°C (+) Regen (-) Sneeuw (+) ¹⁰	Verplaatsingen (V) en/of afstand (A) per dag: Wind (-) V Temperatuur (-) V en A Regen (-) V Sneeuw (+) V Mist (x)	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2013b)	Nederland, Randstad	Vervoerwijzekeuze onder klimaat 2050: Winter (+) Lente (+) Zomer (x) Herfst (-) Hele jaar (x)	Afstand per dag onder klimaat 2050: Winter (+) Lente (x) Zomer (x) Herfst (-) Hele jaar (x)	Meerdere typen verplaatsingen
Creemers et al. (2015)	Heel Nederland	Vervoerwijzekeuze: Temperatuur (+) Ijsvorming (x) Mist (x) Bewolking (x) Onweer (-) Zonneschijn (+) Regen (-)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2016)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (-) Regen (x) Sneeuw (x) Duisternis (x)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2017)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (-) Regen (x) Sneeuw (x) Duisternis (x)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Faber (2019)	Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (-) Temperatuur (+) Regen (x) Zonneschijn (+)	Verplaatsingen per dag (V): Wind: (-) Temperatuur: (+) bij lage/gem. temp., (-) bij hoge temp. Regen (x) Zonneschijn: (+) bij weinig/beperkte zonneschijn, (-) bij veel zonneschijn. Wind en zonneschijn samen (+) Wind en temperatuur samen (+) Regen en zonneschijn samen (+)	Meerdere typen verplaatsingen

¹⁰ Het gaat om vallende sneeuw, niet om sneeuw die op de grond ligt.

Studie	Geografisch gebied	Effect weer op gedrag (+/- = toename/afname kans op keuze, x = geen effect/ niet sign., ? = effect niet bekend)	Effect weer op gebruik systeem (+,- = positief/negatief effect, x = geen effect/niet sign.)	Reismotief waarop effecten betrekking hebben
Böcker et al. (2019)	Stad Utrecht	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur: (-) bij lage/gem. temp., (+) bij hoge temp. Regen (x) Sneeuw (x) Duisternis (-)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Effect op fietsen				
Sabir (2011)	Heel Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (-) Temperatuur (+) Regen (-) Sneeuw (+)	Verplaatsingen (V) en/of afstand (A) per dag: Wind (-) A Temperatuur (+) V en A Regen (-) V en A Sneeuw (x)	Mist (x) Meerdere typen verplaatsingen
Heinen et al. (2011)	Nederland, regio Delft en Zwolle	Vervoerwijzekeuze: Wind (-) Temperatuur (+) Vorst dummy (x) Regen (-) Mist (x) Zonneschijn (+) Duisternis (- alleen vrouwen)	-	Woon-werk
Rietveld et al. (2012)	Heel Nederland	-	Verplaatsingen (V) en/of afstand (A) per dag: Seizoen (-15%) winter t.o.v. lente, V. Temperatuur (+) V Regen (-) V	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2013b)	Nederland, Randstad	Vervoerwijzekeuze onder klimaat 2050: Winter (+) Lente (x) Zomer (-) Herfst (x) Hele jaar (+)	Afstand per dag onder klimaat 2050: Winter (+) Lente (-) Zomer (x) Herfst (x) Hele jaar (+)	Meerdere typen verplaatsingen
Sabir et al. (2013)	Nederland, reizen naar strand	Vervoerwijzekeuze: Wind: (+) bij zwakke wind, (-) bij sterke wind. Temperatuur (+) Regen (-) Zonneschijn (+)	-	Strandbezoek = vrije tijd
Thomas et al. (2013)	Nederland, Gouda en Ede	-	Verkeersintensiteit (dagelijks aantal fietsers): Wind: (-) Temperatuur: (+) Regen: (-) Zonneschijn: (+)	Meerdere typen verplaatsingen
Helbich et al. (2014)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (-) Temperatuur (+) en (-): <= 24°C (+), > 24°C (-) Regen (-)	-	Meerdere typen verplaatsingen

Studie	Geografisch gebied	Effect weer op gedrag (+/- = toename/afname kans op keuze, x = geen effect/ niet sign., ? = effect niet bekend)	Effect weer op gebruik systeem (+,- = positief/negatief effect, x = geen effect/niet sign.)	Reismotief waarop effecten betrekking hebben
Böcker en Thorsson (2014)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (-) Temperatuur (+) en (-): $\leq 24^{\circ}\text{C}$ (+), $> 24^{\circ}\text{C}$ (-) Regen (-)	Frequentie en duur: Wind (-) Temperatuur (+) en (-): $\leq 24^{\circ}\text{C}$ (+), $> 24^{\circ}\text{C}$ (-) Regen (-)	Meerdere typen verplaatsingen
Creemers et al. (2015)	Heel Nederland	Vervoerwijzekeuze: Temperatuur (+) Ijsvorming (x) Mist (x) Bewolking (x) Onweer (-) Zonneschijn (+) Regen (-)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2016)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (+) en (-): t.o.v. 20°C - 25°C : $< 0^{\circ}\text{C}$ en 15 - 20°C (x), 0°C - 15°C (-) Regen (-) Sneeuw (x) Duisternis (-)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2017)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (+) Regen (x) Sneeuw (x)	-	Verplaatsingen voor boodschappen en vrije tijd door ouderen
Faber (2019)	Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (-) Temperatuur (+) Regen (-) Zonneschijn (+)	Verplaatsingen per dag (V): Wind (-). Temperatuur (+) bij lage/gem. temp., (-) bij hoge temp. Regen (-) Zonneschijn (+) bij weinig/beperkte zonneschijn, (-) bij veel zonneschijn. Wind en regen samen (-) Regen en temperatuur samen (-) Wind en zonneschijn samen (-) Wind en zon samen (-) Regen en zon samen (+) Temperatuur en wind samen (+)	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2019)	Stad Utrecht	Vervoerwijzekeuze: Wind (-) Temperatuur (+) Regen (-) Sneeuw (x) Duisternis (-)	-	Meerdere typen verplaatsingen

Studie	Geografisch gebied	Effect weer op gedrag (+/- = toename/afname kans op keuze, x = geen effect/ niet sign., ? = effect niet bekend)	Effect weer op gebruik systeem (+,- = positief/negatief effect, x = geen effect/niet sign.)	Reismotief waarop effecten betrekking hebben
Effect OV (BTM incl./excl. trein)				
Sabir (2011) (alleen BTM)	Heel Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (+) Temperatuur (-) Regen (+) Sneeuw (x)	Verplaatsingen (V) en/of afstand (A) per dag: Wind (-) V en A Temperatuur (-) V en A Regen (+) V en A Sneeuw (-) V en A Mist (x)	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2013b)	Nederland, Randstad	Vervoerwijzekeuze onder klimaat 2050: Winter (+) Lente (+) Zomer (-) Herfst (-) Hele jaar (x)	Afstand per dag onder klimaat 2050: Winter (x) Lente (x) Zomer (x) Herfst (x) Hele jaar (x)	Meerdere typen verplaatsingen
Creemers et al. (2015)	Heel Nederland	Vervoerwijzekeuze: Temperatuur (-) Ijsvorming (x) Mist (x) Bewolking (x) Onweer (-) Zonneschijn (x) Regen (x)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2016)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (-) Regen (+) Sneeuw (x) Duisternis (-)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2017)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (x) Regen (x) Sneeuw (x)	-	Verplaatsingen voor boodschappen en vrije tijd door ouderen
Faber (2019)	Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (+) Temperatuur (x) Regen (x) Zonneschijn (x)	Verplaatsingen per dag (V): Wind: (x). Temperatuur: (x) Regen (x) Zonneschijn: (-)	Meerdere typen verplaatsingen

Studie	Geografisch gebied	Effect weer op gedrag (+/- = toename/afname kans op keuze, x = geen effect/ niet sign., ? = effect niet bekend)	Effect weer op gebruik systeem (+,- = positief/negatief effect, x = geen effect/niet sign.)	Reismotief waarop effecten betrekking hebben
Böcker et al. (2019)	Stad Utrecht	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (x) Regen (x) Sneeuw (x) Duisternis (x)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Effect op alleen trein				
Sabir (2011)	Heel Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (+) Temperatuur (+) en (-): t.o.v. 0°C-10°C: < 0°C (-), > 10°C (-) Regen (+) Sneeuw (x)	Verplaatsingen (V) en/of afstand (A) per dag: Wind (x) Temperatuur (x) Regen (x) Sneeuw (x) Mist (x)	Meerdere typen verplaatsingen
Sabir et al. (2013)	Nederland, reizen naar strand	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (+) Regen (x) Zonneschijn (+)	-	Strandbezoek = vrije tijd
Effect op auto				
Khattak en De Palma (1997)	België, Brussel	Weer heeft een relatief sterk effect op vertrek-tijdkeuze, vergeleken met vervoerwijzekeuze en routekeuze.	-	Woon-werk-verplaatsingen
Cools et al. (2009)	België, Hasselt/ Brussel/ Noordzeekust	-	Verkeersintensiteit ¹¹ : Wind (-) Temperatuur (+) Regen (-) Sneeuw (-) Mist (x) Zonneschijn (x) Hagel (+) Bewolking (-)	Meerdere typen verplaatsingen
Sabir (2011)	Heel Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (+) Temperatuur (-) Regen (+) Sneeuw (-)	Verplaatsingen (V) en/of afstand (A) per dag: Wind (-) V en A Temperatuur (-) V en A Regen (+) V en A Sneeuw (-) A Mist (x)	Meerdere typen verplaatsingen
Sabir et al. (2013)	Nederland, reizen naar strand	Vervoerwijzekeuze: Wind (?) Temperatuur (-) Regen (?) Zonneschijn (-)	-	Strandbezoek = vrijetijd

¹¹ Het dagelijkse aantal auto's dat een specifieke locatie passeert.

Studie	Geografisch gebied	Effect weer op gedrag (+/- = toename/afname kans op keuze, x = geen effect/ niet sign., ? = effect niet bekend)	Effect weer op gebruik systeem (+,- = positief/negatief effect, x = geen effect/niet sign.)	Reismotief waarop effecten betrekking hebben
Böcker et al. (2013b)	Nederland, Randstad	-	Afstand per dag onder klimaat 2050: Winter (-) Lente (-) Zomer (x) Herfst (+) Hele jaar (x)	Meerdere typen verplaatsingen
Van Stralen et al. (2015)	Nederland	-	Verkeersintensiteit (ochtendspits) t.o.v. droog weer: Regen: t.o.v. geen regen, lichte regen (++) zware regen (+), zeer zware regen (x). Sneeuw (-) Regen/sneeuw i.c.m. weeralarm (-)	In spits: voornamelijk woon-werk
Böcker et al. (2016)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (x) Temperatuur (-) Regen (x) Sneeuw (x) Duisternis (+)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2017)	Nederland, regio Rotterdam	Vervoerwijzekeuze: Wind (?) Temperatuur (-) Regen (+) Sneeuw (?)	-	Verplaatsingen voor boodschappen en vrije tijd door ouderen
Faber (2019)	Nederland	Vervoerwijzekeuze: Wind (+) Temperatuur (-) Regen (+) Zonneschijn (-)	Verplaatsingen per dag (V): Wind (x) Temperatuur (x) Regen (+) Zonneschijn (x)	Meerdere typen verplaatsingen
Böcker et al. (2019)	Stad Utrecht	Vervoerwijzekeuze: Wind (+) Temperatuur (-) Regen (+) Sneeuw (?) Duisternis (+)	-	Meerdere typen verplaatsingen
Effect op totale mobiliteit				
Sabir (2011)	Heel Nederland	-	Verplaatsingen (V) en/of afstand (A) per dag: Wind (-) V en A Temperatuur: t.o.v. 0°C-10°C: < 0°C (-), 10°C-25°C (+), >25°C (-) A. Regen (-) V en A. Sneeuw (-), V en A. Mist (x), V en A.	Meerdere typen verplaatsingen

Studie	Geografisch gebied	Effect weer op gedrag (+/- = toename/afname kans op keuze, x = geen effect/ niet sign., ? = effect niet bekend)	Effect weer op gebruik systeem (+,- = positief/negatief effect, x = geen effect/niet sign.)	Reismotief waarop effecten betrekking hebben
Cools et al. (2010)	België, Vlaanderen	Vervoerwijzekeuze, aanpassen vertrektijdstip, veranderen locatie activiteit, annuleren verplaatsing, aanpassen route: Bij pendelverplaatsingen (woon-werk of woon-school): vooral vertrektijd en de route aangepast. 'Winkelen' en 'vrijetijd': vertrektijd aanpassen en annuleren van verplaatsingen.	-	Meerdere typen verplaatsingen
Cools en Creemers (2013)	België, Vlaanderen	Vervoerwijzekeuze, aanpassen vertrektijdstip, veranderen locatie activiteit, annuleren verplaatsing, aanpassen route: Weer van invloed op alle typen mobiliteitsgedrag. Mate waarin hangt af van reismotief en weertype. Sneeuw en warm weer hebben de meeste invloed.	-	Meerdere typen verplaatsingen
Sabir et al. (2013)	Nederland, de kust	-	Verplaatsingen (V) per dag van/naar strand: Wind (x) Temperatuur (+) Regen (-) Zonneschijn (+)	Strandbezoek = vrijetijd
Böcker et al. (2017)	Nederland, regio Rotterdam	-	Verplaatsingen per dag (V): Wind (x) Temperatuur (x) Regen (-) Sneeuw (-)	Verplaatsingen voor boodschappen en vrije tijd door ouderen
Faber (2019)	Nederland	-	Verplaatsingen per dag (V): Wind: (-) Temperatuur (+) Regen (+) Zonneschijn (+) Regen en temperatuur samen (-) Temperatuur en zon samen (-) Regen en zon samen (+) Temperatuur en wind samen (+)	Meerdere typen verplaatsingen

Bijlage B Belangrijkste bevindingen en beleidsimplicaties

Studie	Geografisch gebied	Belangrijkste bevindingen	Aangrijpingspunten voor beleid
Khattak en De Palma (1997)	België, Brussel	<p>Gedrag:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeer beperkte substitutie tussen auto en ov tussen de seizoenen. • Van de autopedelaars rapporteerde 60% een aanpassing van de vertrektijd en 35% een aanpassing van de route door het weer. • Pendelaars met de minste flexibiliteit in werktijden lieten een grotere variatie in de vertrektijden zien. 	-
Cools et al. (2009)	België, Hasselt/ Brussel/ Noordzeekust	<p>Gebruik systeem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Negatief effect van regen en sneeuw op verkeersintensiteit auto: komt wellicht door een daling van de snelheid. • Positief effect van hagel op verkeersintensiteit auto: komt wellicht door een verschuiving naar de auto als vervoerwijze vanuit andere vervoerwijzen. • Sterkste correlaties tussen weer en verkeersintensiteit in de kustlocatie: komt waarschijnlijk door ruimtelijke verschillen tussen reismotieven: meer vrijetijd dan pendel in de kustgebieden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Effect weer op verkeersintensiteit verschilt ruimtelijk. Daarom moeten beleidsmakers lokale verkeersmanagementsstrategieën ontwikkelen, naast landelijke. Datzelfde geldt voor verkeersveiligheidsstrategieën.
Cools et al. (2010)	België, Vlaanderen	<p>Gedrag: vervoerwijzekeuze, aanpassen vertrektijdstip, veranderen locatie activiteit, annuleren verplaatsing, aanpassen route.</p> <p>Invloed van weer op mobiliteit is sterk afhankelijk van reismotief.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Heel algemeen: dieper inzicht voor beleid in effect van weer op mobiliteit.
Sabir (2011)	Heel Nederland	<p>Gedrag:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De fiets lijkt een goed substituuat voor auto-verplaatsingen. Bij mooi weer: van auto naar fiets. Bij slecht weer: van fiets naar auto. <p>Gebruik systeem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De vraag naar totale mobiliteit varieert niet sterk wanneer het weer verandert. Echter, per vervoerwijze varieert de vraag naar totale mobiliteit wel. Dat duidt erop dat variaties in weersomstandigheden verschuivingen tussen vervoerwijzen veroorzaken. • De vraag naar woon-werk- en zakelijke verplaatsingen wordt niet of nauwelijks beïnvloed door het weer, de vraag naar verplaatsingen voor vrijetijdsdoeleinden (recreatie en sport) wel. • Geen effect van mist gevonden. • Gedurende (extreem) koud weer en bij regen worden BTM en auto meer gebruikt. • Bij een stijging van de temperatuur neemt het fietsen toe. 	<ul style="list-style-type: none"> • De bevindingen impliceren geen grote problemen voor beleidsmakers. Ook bij temperaturen boven 25°C blijven reizigers fietsen. Als temperaturen vaker in de range van 30-35°C komen, stappen fietsers mogelijk over naar auto en BTM. In dat geval moeten huidige plannen t.a.v. investeringen in wegen en BTM-infrastructuur tegen het licht worden gehouden. • De gemiddeld hogere temperaturen in de toekomst door klimaatverandering kunnen het fietsgebruik stimuleren.

Studie	Geografisch gebied	Belangrijkste bevindingen	Aangrijpingspunten voor beleid
Heinen et al. (2011)	Nederland, regio Delft en Zwolle	<p>Gedrag:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geen verschillen tussen de regio's in effect van weer op fietsen. • Wel een verschil tussen de twee groepen fietsers: frequente fietsers vooral beïnvloed door factoren die fietsen moeilijker maken en gelegheidsfietsers vooral door factoren die fietsen makkelijker maken. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plaatsen van bouwwerken die fietsers beschermen tegen wind en regen op routes waar veel wordt gefietst.
Rietveld et al. (2012)	Heel Nederland	<p>Gebruik systeem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Van alle vervoerwijzen blijkt de fiets het meest gevoelig te zijn voor het weer. Dit geldt voor zowel de dagelijkse variatie van het weer als de variatie tussen de seizoenen. • Bij weer met max. temperatuur hoger dan 25°C is het aantal verkeersdoden ongeveer 50% hoger dan bij temperaturen onder 0°C. Dat komt doordat er bij hoge temperaturen meer wordt gefietst. 	<p>Het is verstandig om het klimaatthema bij mobiliteitsbeleid te betrekken omdat proactief beleid het transport-systeem vaak tegen lage kosten robuust kan maken.</p> <p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het minder afhankelijk maken van drukke fietsroutes van ongunstige weersomstandigheden d.m.v. schermen. • Comfortabelere wachtruimtes voor ov. • De aanschaf van een e-bike maakt de fietser minder gevoelig voor harde wind. • De ontwikkeling van fietsmodellen die meer bescherming geven tegen regen of wind. <p>Thema verkeersveiligheid: Door vergrijzing en vaker mooi weer meer ouderen op de fiets.</p>
Böcker et al. (2013b)	Nederland, Randstad	<p>Gedrag:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Onder klimaatomstandigheden in 2050 is, over het hele jaar gezien, de kans op de keuze voor de fiets iets groter dan onder huidige klimaatomstandigheden. • Voor de auto geldt het omgekeerde. <p>Gebruik systeem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Onder klimaatomstandigheden in 2050 is, over het hele jaar gezien, de afgelegde afstand per persoon met de fiets groter dan onder huidige klimaatomstandigheden. • Voor de auto geldt het omgekeerde. 	<ul style="list-style-type: none"> • Op jaarbasis gemiddeld meer fietsen biedt voordelen voor milieu, gezondheid en bereikbaarheid. • Verwachte toename van het autogebruik in de zomer leidt mogelijk tot een verslechtering van de luchtkwaliteit in steden en meer congestie.
Cools en Creemers (2013)	België, Vlaanderen	<p>Gedrag: vervoerwijzekeuze, aanpassen vertrektijd, veranderen locatie activiteit, annuleren verplaatsing, aanpassen route.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voorspeld weer heeft een significant effect op alle typen gedragsveranderingen. • De gedragsveranderingen hangen echter niet af van het gebruikte type mediabron, de ervaren betrouwbaarheid van de weersvoorspelling, en nauwelijks van de mate (frequentie) van blootstelling aan weersvoorspellingen. • De mate waarin het gedrag wordt aangepast, verschilt tussen de verplaatsingsmotieven (woon-werk/onderwijs, winkelen, vrijetijd). Bij winkelen en vrijetijd zijn de gedragsveranderingen sterker dan bij woon-werk/onderwijs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Het effect van voorspeld weer moet worden meegenomen in dynamische verkeersmodellen zodat verkeersvoorspellingen nauwkeuriger worden. Deze kunnen van waarde zijn bij beleidsbeslissingen voor de korte en lange termijn, bijvoorbeeld bij het bepalen welke maatregel het beste past bij een bepaalde weersituatie.

Studie	Geografisch gebied	Belangrijkste bevindingen	Aangrijpingspunten voor beleid
Sabir et al. (2013)	Nederland, de kust	<p>Gedrag: keuze verplaatsing naar strand wel/niet maken, vervoerwijzekeuze.</p> <ul style="list-style-type: none"> • De kans om naar het strand te gaan stijgt met 25% wanneer de temperatuur boven 24°C uitkomt (ten opzichte van dagen met temperaturen lager dan 20°C). • Wat betreft vervoerwijzekeuze stijgt de kans op keuze voor de fiets en de trein met ongeveer 50% bij temperaturen van meer dan 24°C. • De kans op gebruik van auto neemt dan af met ongeveer 15%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Een hoger parkeertarief in kustplaatsen bij mooi weer en daardoor minder congestie en parkeerproblemen (cruisen) van auto's.
Thomas et al. (2013)	Nederland, Gouda en Ede	<p>Gebruik systeem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemiddelde dagtemperatuur heeft grootste effect, daarna duur zonneschijn, duur regen en gemiddelde windsnelheid in verklaring dagelijkse variatie in fietsstromen. • Niet-lineaire model levert betere resultaten dan lineaire model. • Recreatieve vraag naar fietsen is veel gevoeliger voor het weer dan utilitaire vraag. • 80% van de dagelijkse fluctuatie van de vraag naar fietsen kon worden verklaard door het weer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Het is belangrijk om langetermijntrends in fietsstromen te scheiden van kortetermijnvariatie door het weer. Hiermee kunnen beleidsmakers fietsinterventies uit het verleden evalueren.
Helbich et al. (2014)	Nederland, regio Rotterdam	<p>Gedrag:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effect van temperatuur, regen en wind op keuze om te fietsen is in stedelijk gebied met hoge dichtheden en bebouwing minder sterk dan daarbuiten. • Daarbij is het effect van weer op woon-werk-verplaatsingen zwakker dan op vrijetijdsverplaatsingen. • 24°C is de optimale fietstemp. 	<ul style="list-style-type: none"> • De gebouwde omgeving zou het effect van blootstelling van fietsers aan ongewenst weer kunnen verlichten. • Transportbeleid moet dat in acht nemen.
Böcker en Thorsson (2014)	Nederland, regio Rotterdam	<p>Gedrag/gebruik systeem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het effect van temperatuur op fietsen (aandeel fiets in modal split, fietsfrequentie en fietsduur) is zowel positief als negatief. 24°C is de optimale fietstemp. • Windsnelheid en hoeveelheid regen op een dag hebben negatief effect op fietsen. • Er is met name uitwisseling tussen fietsen en de auto. 	<p>Gemiddeld hogere temperaturen in toekomstig klimaat hebben positief effect op fietsen. Vaker hitte vormt echter een bedreiging voor het fietsen, net als meer regen en meer extreme regenval.</p> <p>Om dit tegen te gaan kunnen beleidsmakers denken aan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meer loofbomen langs fietsroutes plaatsen. • Windschermen en beschutting tegen regen (overkappingen) langs belangrijke fietsroutes.
Creemers et al. (2015)	Heel Nederland	<p>Gedrag:</p> <p>Het effect van weer op mobiliteit verschilt per verplaatsingsmotief.</p>	-
Stralen van et al. (2015)	Nederland	<p>Gedrag/gebruik systeem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bij regen een toename van de kans op file t.o.v. droog weer. Bij lichte regen is toename van die kans groter dan bij zware regen. • Wordt mogelijk veroorzaakt door automobilisten die zijn geswitcht van fiets naar auto. • Onder slechte weersomstandigheden wordt er bij autoverplaatsingen met een recreatiemotief eerder voor gekozen om de verplaatsing niet te maken dan bij utilitaire autoverplaatsingen. 	

Studie	Geografisch gebied	Belangrijkste bevindingen	Aangrijpingspunten voor beleid
Böcker et al. (2016)	Nederland, regio Rotterdam	Gedrag: <ul style="list-style-type: none"> • Weer heeft een bescheiden effect op vervoerwijzekeuze. Naast de objectieve weervariabelen heeft weer via de gevoelstemperatuur en de reisemotie ook nog een indirect effect op mobiliteit, vooral lopen en fietsen. 	Er zou bij de beleidsformulering aandacht moeten zijn voor percepties en emoties van reizigers t.a.v. het weer, met name die van de actieve vervoerwijzen. Dat kan d.m.v. ruimtelijke planning: <ul style="list-style-type: none"> • Op stads- en regioniveau: compact en divers stedelijk ontwerp met beperking afstanden en beschutting door gebouwen. • Op buurniveau: ventilatie, schaduwplekken en uitbreiding van groen. • Op straatniveau: windschermen en afdakjes of overkappingen, vooral op plekken waar veel fietsers en wandelaars komen en plekken die nu sterk staan blootgesteld aan het weer zoals bruggen.
Böcker et al. (2017)	Nederland, regio Rotterdam	Gedrag en gebruik systeem: Ouderen zijn gevoeliger voor de invloed van weer op mobiliteit. Ze veranderen in grotere mate van vervoerwijze en annuleren eerder verplaatsingen dan de groep niet-ouderen.	Met name voor oudere reizigers die gebruik maken van de actieve vervoerwijzen is het belangrijk om genoeg schaduw en koelte te creëren. Zij haken het eerste af bij warm weer.
Faber (2019)	Heel Nederland	Gedrag: <ul style="list-style-type: none"> • Fietsers vertonen de grootste variatie in vervoerwijzekeuze door veranderend weer, daarna wandelaars. Automobilisten minst gevoelig. • Drie heterogene groepen mobiliteitsgebruikers: 'multimodaal', 'auto-fiets', en 'vooral-auto'. Deze groepen reageren verschillend op veranderende weersomstandigheden. Gebruik systeem: <ul style="list-style-type: none"> • De vervoerwijze fietsen vertoont de grootste fluctuaties in gebruik tussen de verschillende weersomstandigheden. • De combinatie van weersomstandigheden heeft een sterker effect op de vraag naar mobiliteit voor de actieve vervoerwijzen (en de totale vraag) dan het effect van de individuele weersomstandigheden. • Het effect van weer op de vraag naar mobiliteit verschilt tussen stedelijk en landelijk gebied. 	Met kennis over het (ruimtelijk gedifferentieerde) effect van weer op mobiliteit kan/kunnen: <ul style="list-style-type: none"> • meer nauwkeurige schattingen van het korte termijn reisgedrag worden gemaakt. • worden gecontroleerd voor het effect van weer in langetermijntrends. • gecombineerd met kennis over klimaatverandering langetermijnveranderingen in reisgedrag worden ingeschat. Beïnvloeden van het effect van weer kan via: <ul style="list-style-type: none"> • De reiziger. • De karakteristieken van de verplaatsing (de omgeving van de verplaatsing en het reisdoel).
Böcker et al. (2019)	Stad Utrecht	Gedrag: <ul style="list-style-type: none"> • Van alle weervariabelen is het effect van duisternis het sterkste, met een negatief effect op de kans op lopen en fietsen. • Een enkel positief effect van temperatuur op de kans op fietsen, maar een zowel negatief als positief effect op de kans op lopen. 	Klimaatbestendig ontwerpen van steden door onder andere te zorgen voor meer vegetatie en schaduw langs loop- en fietsinfrastructuur.

Bijlage C Mate overeenstemming literatuur over effect weer op vervoerwijzekeuze

Vervoerwijze	Weervariabele	Aantal studies per effect op mobiliteit			
		Toename kans	Afname kans	Geen effect (insign.)	Toename en afname kans
Lopen	Wind				
	Temperatuur				
	Regen				
	Zonneschijn				
	Sneeuw		¹²	¹³	
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				
Fietsen	Wind				
	Temperatuur				
	Regen				
	Zonneschijn				
	Sneeuw				
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				
OV (BTM en trein)	Wind				
	Temperatuur	¹⁴			
	Regen				
	Zonneschijn	¹⁵			
	Sneeuw				
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				
Auto	Wind				
	Temperatuur				
	Regen				
	Zonneschijn				
	Sneeuw				
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				

| = een geïmpliceerd effect in de literatuur

¹² Voor ouderen (≥ 65), zie Böcker et al. (2017).

¹³ Voor niet-ouderen (< 65), zie Böcker et al. (2017).

¹⁴ In het geval van reizen naar het strand.

¹⁵ In het geval van reizen naar het strand.

Bijlage D Mate overeenstemming literatuur over effect weer op gebruik vervoersysteem

Vervoerwijze	Weervariabele	Aantal studies per effect op mobiliteit			
		Positief	Negatief	Geen effect (insign.)	Positief en negatief
Lopen	Wind				
	Temperatuur				
	Regen				
	Zonneschijn				
	Sneeuw				
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				
Fietsen	Wind				
	Temperatuur				
	Regen				
	Zonneschijn				
	Sneeuw				
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				
OV (BTM en trein)	Wind				
	Temperatuur				
	Regen				
	Zonneschijn				
	Sneeuw				
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				
Auto	Wind				
	Temperatuur				
	Regen				
	Zonneschijn				
	Sneeuw				
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				
Totaal	Wind				
	Temperatuur				
	Regen				
	Zonneschijn				
	Sneeuw				
	Mist				
	Bewolking				
	Duisternis				

| = een gepresenteerd effect in de literatuur

Colofon

Dit is een uitgave van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Maart 2020

ISBN/EAN

ISBN 978-90-8902-221-9

KiM-20-A02

Auteurs

Olaf Jonkeren

Vormgeving en opmaak

VormVijf, Den Haag

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Postbus 20901

2500 EX Den Haag

Telefoon: 070 456 19 65

Website: www.kimnet.nl

E-mail: info@kimnet.nl

Publicaties van het KiM zijn als PDF te downloaden van onze website www.kimnet.nl.

U kunt natuurlijk ook altijd contact opnemen met één van onze medewerkers.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen onder vermelding van het KiM als bron.

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid en in de samenleving. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses. De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister en de staatssecretaris van IenW weer te geven.



Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Dit is een uitgave van het

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Postbus 20901 | 2500 EX Den Haag
www.rijksoverheid.nl/ienw

www.kimnet.nl

ISBN 978-90-8902-221-9

Maart 2020 | KiM-20-A02

