

Kunnen we het toekomstige verkeersbeeld simuleren met de modellen van vroeger?

ir. A.G. Rijkee

Grontmij

Xander.Rijkee@grontmij.nl

ing. F.J. de Jong

Grontmij

Falco.deJong@grontmij.nl

drs. G.F. Tamminga

Grontmij

Guus.Tamminga@grontmij.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
20 en 21 november 2008, Santpoort**

Samenvatting

Kunnen we het toekomstige verkeersbeeld simuleren met de modellen van vroeger?

Om de mobiliteitsproblematiek het hoofd te bieden worden in de Nota Mobiliteit drie pijlers benoemd: benutten, beprijzen en bouwen. De afgelopen decennia is het toepassen van modellen vooral gericht op het inzichtelijk maken van nut, noodzaak en effecten van uitbreiding van infrastructuur. Voor het overgrote deel zijn daarbij vierstapsmodellen met een statische toedeling toegepast. Het accent is echter aan het verschuiven naar beprijzen en benutten, waarbij bouwen pas een optie wordt als benutten en beprijzen op de langere termijn onvoldoende oplossing biedt.

In dit paper richten we ons op de vraag of de "modellen van vroeger" geschikt zijn om de effecten van beprijzen en allerlei vormen van benutten te kunnen kwantificeren. Onder benutten verstaan we het zo goed mogelijk afwikkelen van een gegeven verkeersvraag over het gegeven weginfrastructuraanbod. Benutten kan op veel verschillende manieren. Behalve het optimaliseren en afstemmen van bijvoorbeeld verkeersregelingen op de verkeersvraag omvat dit ook de moderne methoden om de afwikkeling te bevorderen zoals dynamische waarschuwingen (voor bv. gladheid) en in-car ondersteuningssystemen die de afwikkeling stimuleren zoals 'adaptive cruise control' en 'lane departure warning'. Ook de informatievoorziening/advisering met bijvoorbeeld navigatiesystemen heeft zijn specifieke effecten, en biedt weer andere mogelijkheden om bij te dragen aan een betere benutting.

Naar onze mening is er nog veel ontwikkeling aan verkeersmodellen nodig om de effecten van allerhande benuttingsmaatregelen goed in beeld te brengen. Vooral op het vlak van het "toedelen" van het verkeer aan het wegennetwerk, en wat betreft het handelingsrepertoire van de weggebruiker en de inzetbare taakondersteunende technologieën, missen we nog goed hanteerbare tools. Microsimulatiemodellen zoals Vissim en Paramics zijn het verst ontwikkeld en bieden naar onze mening de beste basis. In dit artikel beschrijven we wat we met de modellen van nu al kunnen, zoals effectprognoses ten gevolge van TDI's, regelscenario's en DRIPS. Daarbij wordt duidelijk dat zeker niet alle nieuwe ontwikkelingen en maatregelen nu al goed in de huidige modellen worden opgenomen. Denk bijvoorbeeld aan in-car en coöperatieve systemen. We beschrijven in dit artikel de plannen die Grontmij ontwikkelt om het pakket Paramics bruikbaar te maken voor het simuleren van een breed scala aan nieuwe benuttingsmaatregelen. Ook beschrijven we de problemen waar we tegen aan lopen: zowel op het gebied van de software als wat betreft de kennis omtrent de impact van de maatregelen.

1 Probleemschets

Om de mobiliteitsproblematiek het hoofd te bieden worden in de Nota Mobiliteit drie pijlers benoemd: benutten, beprijzen en bouwen. De afgelopen decennia is het toepassen van modellen vooral gericht op het inzichtelijk maken van nut, noodzaak en effecten van uitbreiding van infrastructuur. Voor het overgrote deel zijn daarbij macroscopische (statische) modellen toegepast. Het accent is echter aan het verschuiven naar beprijzen en benutten, waarbij bouwen pas een optie wordt als benutten op de langere termijn onvoldoende oplossing biedt. In dit paper richten we ons op de vraag of de "modellen van vroeger" geschikt zijn om de effecten van allerlei vormen van benutten te kunnen kwantificeren.

1.1 Verdieping

In de Nota Mobiliteit (NoMo) wordt aangegeven dat het verkeer sneller, veiliger en schoner moet. Kijken we naar de mobiliteit dan worden de volgende ambities benoemd:

1. Filezwaarte in voertuigverliesuren terugdringen in 2020 naar niveau 1992
2. Betrouwbaarheid: in 2020 moeten 95% van de verplaatsingen in de spits op tijd plaatsvinden.
3. Acceptabele reistijden.

Om dit te bereiken richt het beleid zich op de drie pijlers: Benutten, Beprijzen en Bouwen. Het bouwen van nieuwe infrastructuur is tot op heden de meest gangbare aanpak om de groei van het verkeer het hoofd te bieden. Het afgelopen decennium is het beter benutten van de bestaande infrastructuur echter een belangrijk aandachtspunt geworden. Met "Anders betalen voor mobiliteit" is definitief besloten om vanaf 2011 ook de derde pijler "beprijzen" in Nederland te introduceren.

De rol van de verkeersmodellen in dit geheel is om *vooraf* inzicht te geven in de effecten van maatregelen. Daarmee kan beter onderbouwd worden of het zinvol is om de maatregelen ook daadwerkelijk toe te passen. Zo is in milieu-effectrapportages de toepassing van verkeersmodellen min of meer een vereiste om inzicht te krijgen in het toekomstige verkeersbeeld zonder en met maatregelen.

Tot voor kort zijn het vooral macroscopisch statische modellen geweest die hierbij werden gebruikt. In deze modellen wordt op een beperkte manier rekening gehouden met het optreden van congestie. De opbouw van wachtrijen en de mogelijke terugslag hiervan naar stroomopwaarts gelegen kruispunten of aansluitingen komt in deze modellen bijvoorbeeld niet tot uiting. Ook andere dynamische aspecten van het verkeer ontbreken. Zo wordt de capaciteit van wegvakken en weefvakken als een vaste waarde ingevoerd. De invloed van rijstrookwisselingen door in- of uitvoegend verkeer is in deze modellen niet zichtbaar en kan hooguit handmatig en op heel grove wijze als een inputparameter ingebracht worden.

Met de toenemende verkeersdruk in veel stedelijke gebieden wordt het belang van een betere modellering van congestie onderkend. Om het verkeersbeeld te kunnen modelleren is het welhaast noodzakelijk meer dynamische aspecten in de modellen op te nemen. Niet alleen de toenemende congestie dwingt ons echter om na te denken over de eisen waaraan de modellen moeten voldoen. Ook de maatregelen die (onder de noemer dynamisch verkeersmanagement) worden genomen om de infrastructuur beter te benutten zijn aan het veranderen. We zien de laatste jaren dan ook een groeiende aandacht voor de ontwikkeling van toedelingmodellen waarin rekening wordt gehouden met de dynamiek (in plaats en tijd). Ze worden veelal aangeduid als dynamische (toedeling)modellen.

Maar onder deze term zien we een veelheid aan modellen die onderling soms sterk verschillen: op te delen in mesoscopische en microsimulatiemodellen. Microsimulatiemodellen simuleren het verkeer op voertuigniveau met een gedetailleerde beschrijving van de aanwezige infrastructuur. Niet alleen de geometrie van wegen en kruispunten wordt nauwkeurig gemodelleerd, ook verkeerslichtenregelingen en andere verkeerssystemen worden in deze modellen opgenomen. Bij deze simulaties wordt het verkeersbeeld gegenereerd door de voertuigen over het netwerk te laten rijden. Op basis van het gedrag van de bestuurder en de voertuigeigenschappen (inclusief de interactie met andere voertuigen) geeft de simulatie inzicht in de verkeersafwikkeling. Zo wordt in Paramics de snelheid in bochten bepaald door de boogstraal en het type voertuig. Daarnaast spelen ook eigenschappen van de bestuurder een rol: voorzichtige rijders houden meer afstand, terwijl agressieve rijders bij het ritsen later invoegen en kleinere 'gaps' accepteren. Op basis van microsimulaties kan een goed en gedetailleerd beeld worden gevormd van de verkeersafwikkeling, inclusief de vorming van wachtrijen en files.

De mesoscopische modellen zijn vaak iets minder gedetailleerd dan de simulatiemodellen. In plaats van individuele voertuigen worden pakketten van voertuigen of verkeersstromen toegedeeld. Wachtrijvorming bij kruispunten wordt ook hier meegenomen, maar het gebeurt op een meer globale wijze. In de microsimulatiemodellen wordt de vormgeving van een kruispunt gedetailleerd beschreven, inclusief b.v. de exacte lengte van de opstelstroken, terwijl in de mesoscopische modellen alleen het aantal opstelstroken wordt gecodeerd. Ook de verkeersregelingen worden in de mesoscopische modellen vaak eenvoudiger beschreven. Behalve het onderscheid in 'mesoscopisch' en 'microscopisch' blijken er ook binnen deze groepen nog grote verschillen in de gebruikte methoden en algoritmes.

In de komende paragrafen wordt nader ingegaan op de pijlers bouwen, beprijzen en benutten. Voor elke pijler wordt de vraag gesteld of de bestaande modellen kunnen worden toegepast. Waar dat niet het geval is, zal een beschouwing worden gegeven over de ontwikkelingen die kunnen (en moeten) worden ingezet om de modellen geschikt te maken voor de toekomstige omstandigheden.

2 Bouwen

Het bouwen van nieuwe infrastructuur wordt in Nederland steeds moeilijker. De Nota Mobiliteit verwoordt dit als: "Bouwen is voor het rijk een optie als benutten ook op lange termijn onvoldoende oplossing biedt en wanneer het economisch wenselijk is. Hierbij zal het kabinet waar mogelijk wetgeving en procedures vereenvoudigen". In de troonrede van 2008 wordt dit bevestigd: het vergroten van spoor- en wegennet en het versnellen van procedures worden expliciet genoemd.

Dat de procedures zo lastig zijn, blijkt bijvoorbeeld uit de plannen rondom de A4. Over dit stuk weg wordt al sinds het midden van de vorige eeuw gediscussieerd, waarbij vooral de conflicten rondom het natuurgebied van Midden-Delfland zwaar wegen. Op dit moment loopt een planstudie betreffende dit tracé.

Om nut en noodzaak van nieuwe wegen aan te tonen worden tegenwoordig bijna altijd verkeersmodellen ingezet. Het proces start meestal met een *verkenning* waarbij moet worden aangetoond dat er een probleem is, en ook geschikte oplossingsrichtingen. In de daaropvolgende *planstudie* fase worden de alternatieven nader onder de loep genomen. Doel van deze fase is om vast te stellen welk alternatief de beste resultaten geeft. Voor dergelijke studies wordt veelal gebruik gemaakt van statische toedelingstechnieken. Hiermee wordt geprobeerd om het verwachte gebruik van de nieuwe weg inzichtelijk te maken. Ook wordt het effect op de andere wegen bepaald.

Met deze informatie worden niet alleen de gevolgen voor de bereikbaarheid in kaart gebracht, maar ook de gevolgen voor aspecten als economie, natuur en milieu worden inzichtelijk gemaakt om de uiteindelijke beslissing goed te kunnen onderbouwen. Daarbij worden de verwachte kosten en baten zoveel mogelijk gekwantificeerd.

Ook voor het toetsen en nader uitwerken van de alternatieven (tracéfase) worden vaak verkeersmodellen ingezet. Dit soort berekeningen worden uitgevoerd op verschillende niveau's (macro, meso of micro) afhankelijk van het schaalniveau waarop gekeken wordt.

Voor het toetsen en nader uitwerken van het uiteindelijke ontwerp wordt de laatste jaren meer en meer gebruik gemaakt van microscopische dynamische modellen. Een voorbeeld is de studie naar de A15 in relatie tot de ontwikkeling van de 2^e Maasvlakte. Met een simulatiemodel is nagegaan of het ontwerp van de A15 een goede verkeersafwikkeling levert.

Ook tijdens de bouwfase worden tegenwoordig verkeersmodellen ingezet. Zo is de fasering van de werkzaamheden van de N242 (Alkmaar) getoetst met een verkeersmodel. Dit is vooraf gedaan maar ook tijdens de bouw voordat een nieuwe fasering op straat is gerealiseerd. Met deze modeltoepassingen is een zo goed mogelijke onderbouwing gegeven van de aan te leggen infrastructuur en is geprobeerd in één keer een zo goed mogelijk tracé te realiseren tot aan de voltooiing van het werk.

Conclusie: Het is met de huidige modellen goed mogelijk voor de verschillende fases in het bouwproces een onderbouwing te geven. Zo kan met de huidige modellen het toekomstige verkeersbeeld (over nieuwe infrastructuur) goed worden gesimuleerd.

3 Beprijzen

Het beprijzen van autorijden bijvoorbeeld door middel van tol kent in Nederland een zeer beperkte toepassingsgeschiedenis. Er zijn weliswaar enkele voorbeelden van bruggen en tunnels waar tol wordt (of werd) geheven, maar dit komt slechts incidenteel voor. In het buitenland ligt dat in enkele gevallen anders. Frankrijk en Italië kennen bijvoorbeeld al een lange historie van tolheffing op snelwegen. In deze landen is tol vooral een manier om de kosten van aanleg en beheer en onderhoud van deze wegen te financieren.

Voorbeelden van tolheffing om de verkeersdruk te beïnvloeden zien we onder meer in Stockholm, Singapore en Londen. In Londen is het doel van de 'congestion charge' om de files in de Inner Ring tegen te gaan. Voorafgaand aan de invoering van de tol zijn er diverse studies gedaan om de te verwachten effecten in te schatten. Bekend zijn het ROCOL report en een rapport van Transport for London (TfL). De inschatting van de effecten is gebaseerd op verschillende computermodellen. Essentieel voor de uiteindelijke bepaling van de gevolgen op de verkeersafwikkeling is de beantwoording van de vraag hoe de automobilisten reageren op de tol: wie zullen afzien van het gebruik van de auto en op welk moment van de dag doen ze dat.

Om deze effecten in beeld te brengen worden elasticiteiten bepaald: deze elasticiteiten geven inzicht in de mate van verandering van bijvoorbeeld het autogebruik als gevolg van verandering in de kosten. Net zoals nu in Nederland het geval is, waren er ook in Londen vooraf geen metingen op basis waarvan deze elasticiteiten kunnen worden afgeleid. Om de effecten toch vooraf te kunnen bepalen wordt gebruik gemaakt van 'stated preference' onderzoek. Daarbij wordt met 'wat als' vragen getracht inzicht te krijgen in het verwachte gedrag van de populatie bij invoering van tol. Het lastige van deze studies zijn de complexiteit en de onzekerheid of het veronderstelde gedrag overeen komt met het uiteindelijk vertoonde gedrag.

De complexiteit hangt ook samen met het feit dat de reactie van persoon tot persoon zal verschillen. Dit is afhankelijk van bijvoorbeeld de hoogte van het inkomen, het ritmotief en de beschikbare alternatieven voor de rit (zoals OV of fiets). Bovendien kunnen de effecten op korte termijn verschillen van die op langere termijn. In eerste instantie kan het betalen van tol het enige alternatief zijn, maar wordt er wel gezocht naar andere alternatieven zoals het vinden van een andere woon- of werklocatie. De lange termijn effecten zullen daarmee anders zijn.

Hoe wordt er in de verkeersmodellen met beprijzing omgegaan?

Het mag duidelijk zijn dat de focus van de beprijzing studies veel minder gericht is op de toedeling en afwikkeling van het verkeer op het wegennet maar meer strategisch van aard is. De cruciale fase van het onderzoek betreft hier vooral de eerste fasen van het traditionele vierstapsmodel: de bepaling van de ritproductie (hoeveel minder ritten?), de ritdistributie (omvang van de verschuiving van wonen en werken), de vervoerwijzekeuze (verschuiving als gevolg van tol) en niet te vergeten de tijdstipkeuze. Het modelleren van beprijzen is dan ook een terrein waar veel meer vakgebieden een rol spelen dan de verkeerskunde alleen: ook economie, planologie en aanverwante gedragswetenschappen spelen een belangrijke rol.

Uiteindelijk is het natuurlijk wel van belang om de effecten van tol op de verkeersafwikkeling inzichtelijk te maken. De onzekerheidsmarges in de eerdere modelfases zijn echter dermate groot dat de voorspelling van de rittenmatrix met een flinke bandbreedte omgeven is.

We zien deze onzekerheidsmarges ook terug in de discussies rondom de tolheffing in London. De daling van het verkeer in de Inner Ring is voorafgaand aan de invoering geschat op 12-17% met als verwacht gevolg een daling van de congestie met 18-26%. Na invoering van de tol in 2003 valt nog moeilijk te achterhalen of deze prognoses kloppen. De omvang van het verkeer is in 2006 weliswaar 16% lager dan voor invoering van de heffing (dus binnen de voorspelde bandbreedte van 12-17%), maar het tarief is in die periode verhoogd van £5 naar £8 in 2005 en dus afwijkend van de cijfers waarmee is gerekend.

Verder blijkt het ook moeilijk het exacte effect van de invoering van de tol op de congestie te meten. In het eerste jaar na invoering daalt de congestie met 30%, daarna daalt de verbetering naar 22%, vervolgens 7% waarna ze in 2007 weer op hetzelfde niveau zijn gekomen als voor de invoering van de 'congestion charge'. Het lastige bij deze metingen is dat er ook andere veranderingen een rol spelen: wegwerkzaamheden en aanpassingen aan de inrichting van de wegen hebben ook hun effect. Wat uit de uitgevoerde evaluaties verder duidelijk wordt, is dat het reisgedrag verandert: sommige werknemers die eerst met hun auto naar het centrum reden, parkeren nu bij metrostations net buiten het gebied waar tol wordt geheven. Toch blijkt er slechts een geringe toename van het gebruik van het OV.

We kunnen in ieder geval de conclusie trekken dat het niet gemakkelijk is de effecten van tol te schatten (en te meten!). Bij het toedelen van het verkeer is het naar onze mening dan ook niet erg zinvol om een gedetailleerd simulatiemodel te gebruiken om de gevolgen van de invoering van beprijzing in beeld te brengen. We kunnen volstaan met een macro- of mesoscopisch model. Daarmee valt voldoende inzicht in het verkeerseffect te bereiken.

Pas als beprijzing is ingevoerd en de effecten op het verkeer duidelijk worden, kunnen de simulatiemodellen in studies zinvol gebruikt worden om de verkeersafwikkeling inzichtelijk te maken.

Dat klinkt in die zin onbevredigend, dat het verminderen van dynamische verschijnselen als congestie nu juist het doel van beprijzen zijn; de effectbepaling vergt helaas de inzet van twee instrumenten.

Conclusie: met de huidige modellen kan het toekomstige verkeersbeeld (met beprijzen) goed worden bepaald. De problemen liggen vooral op het vlak van het bepalen van de 'elasticiteiten'.

4 Benutten

4.1 Wat is benutten en wat kunnen we ermee?

De derde pijler uit de NoMo heet "benutten" en dat lijkt een vreemde eend in de bijt. Bij Bouwen en Beprijzen is direct duidelijk wat er mee bedoeld wordt, maar de term Benutten kan voor de nodige verwarring zorgen. Het spreekt immers voor zich dat de infrastructuur zo goed mogelijk benut moet worden, maar gebeurt dat niet al? En zo niet, wat is daar dan aan te doen?

Methoden om de aanwezige infrastructuur optimaal te benutten zijn letterlijk zo oud als de weg naar Rome. Langzaam verkeer moest op de Via Romana de randen van de weg gebruiken om plaats te maken voor sneller verkeer en in Rome werden bedrijven 's nachts bevoorrad om overdag geen opstoppingen te veroorzaken (Romeins verkeer, Cornelis van Tilburg, 2005). Recenter kan de opkomst van verkeerslichten en in de jaren 80 verkeerssignalering op de snelwegen worden genoemd. De term "benutten" is voor het eerst officieel gebruikt in de nota "Meer benutting, minder files" uit 1994. Sindsdien is de term in een groot aantal beleidsstukken, studies en plannen meegenomen en heeft af en toe zelfs een hoofdrol gespeeld. Toepassingen variëren van het aanleggen van spits- en plusstroken tot de maatregelen binnen het programma Fileproof. Uiteindelijk is benutten als pijler in de Nota Mobiliteit terecht gekomen. In 2008 is het geheel nader uitgewerkt in het Beleidskader Benutten. Hierin worden het begrip, de afbakening en ontwikkeling ervan en de plannen voor de verdere implementatie nader uitgewerkt.

Volgens het Beleidskader Benutten draait het om maatregelen die het mogelijk maken de huidige infrastructuur beter te gebruiken dan nu het geval is. Letterlijk: "Benutten is het zo goed mogelijk afwickelen van een (gegeven) verkeersvraag over een (gegeven) weginfrastructuur aanbod"

Hiertoe worden vier doelstellingen aangeboden:

1. Het optimaliseren van de wegcapaciteit in relatie tot de actuele verkeersvraag.
2. Het optimaliseren van de afwikkeling van het verkeer (longitudinaal, lateraal en op kruisingsvlakken)
3. Het spreiden van de verkeersvraag over het netwerk en over de dag door (potentiële) weggebruikers te informeren.
4. Het geleiden en sturen van verkeer, vooral in bijzondere situaties

Bij doelstellingen 1 en 2 gaat het onder andere om het wegwerken van knelpunten door middel van kleine infrastructurele veranderingen zoals het aanpassen van opstelstroken of het vervangen van een kruising door een rotonde. Hier zien we een mogelijke overlap met de pijler Bouwen. Bij benutten gaat het echter uitsluitend om aanpassen van bestaande wegen. Nieuwbouw van een aansluiting of ontsluitingsroute hoort er nadrukkelijk niet bij. Andersom geredeneerd neemt, door het toepassen van benutten, het rendement van nieuw te bouwen infrastructuur toe.

Doelstelling 2 omvat ook innovatieve ICT-oplossingen om de afwikkeling te bevorderen zoals dynamische waarschuwingen (voor bv. gladheid) en in-car ondersteuningssystemen die de afwikkeling stimuleren zoals adaptive cruise control en lane departure warning.

Doelstelling 3 neemt het spreiden van de verkeersvraag in ruimte of tijd voor zijn rekening. Hiermee wordt uitsluitend bedoeld op spreiding als gevolg van informatievoorziening. Denk bijvoorbeeld aan het stimuleren van ketentransport door het plaatsen van bermdrips met reistijdvergelijkingen. Grootschalige beïnvloeding van de verkeersvraag door relocatie van bedrijven of beprijzingsmaatregelen valt buiten het bereik van benutten.

Tot slot gaat doelstelling 4 in op verschillende vormen van verkeersmanagement. Hierbij horen de mogelijkheden om in te grijpen op de routekeuze rondom incidenten of bij geplande knelpunten zoals wegwerkzaamheden.

De maatregelen die binnen het kader van benutten worden geïmplementeerd zijn zeer divers en dit maakt het moeilijk eenduidige uitspraken te doen. Een systeem om per sms een parkeerplek te reserveren en het vervangen van een kruising door een rotonde laten zich moeilijk vergelijken. Toch hebben alle benuttingmaatregelen een aantal overeenkomsten.

Een gemeenschappelijk voordeel is dat de maatregelen relatief goedkoop zijn en op korte termijn kunnen worden toegepast. De afronding van grootschalige infrastructuurprojecten kan ettelijke decennia op zich laten wachten en het politieke spel rondom beprijzingsmaatregelen is ook niet van de ene op de andere dag gespeeld. Voor de doelstellingen binnen NoMo is de daadkracht van benutting van groot belang aangezien de resultaten in 2020 moeten zijn bereikt.

Een nadeel van benutten is dat de effecten op zich zelf vaak klein zijn. Een keten van maatregelen kan echter wel grote effecten hebben (Mobiliteitsbalans 2007, KiM). Ook zijn voor de hand liggende optimalisaties van de verkeersstroom vaak al uitgevoerd. Dat wil niet zeggen dat er niets meer te verbeteren valt. Het is echter niet altijd duidelijk wat er precies verbeterd moet worden en hoe dit het beste kan worden bewerkstelligd. Het voorspellen van de precieze effecten kan ook een uitdaging zijn. Het is al lastig genoeg om in te schatten wat het stroomlijnen van de opstelstroken voor een bepaald kruispunt op zal leveren, maar als het gaat om de toepassing van nieuwe technologieën is er vaak niet meer mogelijk dan koffiedik kijken.

4.2 Model als hulpmiddel voor ex-ante beoordeling van benuttingmaatregelen

De meeste benuttingmaatregelen zijn optimalisatievraagstukken die slechts bij hoge uitzondering eenduidig kunnen worden opgelost. Grootschalige "real-life" experimenten zijn in de regel niet haalbaar en juist daarom zijn verkeersmodellen bij uitstek geschikt om te assisteren bij het ontwerpen en uitvoeren van benuttingmaatregelen. Talloze varianten kunnen worden doorgerekend om te verzekeren dat de geplande "optimalisatie" ook daadwerkelijk een verbetering oplevert. Het effect van nieuwe technieken kan worden geschat zonder eerst de technologie te hoeven ontwikkelen of een minimale penetratie af te wachten. Daar staat tegenover dat benuttingvraagstukken hoge eisen stellen aan het realiteitsgehalte van de te gebruiken verkeersmodellen.

Zijn de huidige modellen goed genoeg en voldoende flexibel inzetbaar om de uitdaging aan te gaan?

Doelstellingen 1,2 en 4 vragen een hoge mate van detail van het verkeersnetwerk dat aan het model ten grondslag ligt. De geschiktheid van macroscopische toedelingmodellen voor dergelijk rekenwerk valt dan ook zeer te betwijfelen. Dynamische microscopische modellen zijn veel beter in staat een dergelijk detailniveau te verwerken.

Doelstelling 3 vergt de mogelijkheid om spreiding in de ruimte en tijd als gevolg van een maatregel te stimuleren. Een dynamisch simulatie-model is uitstekend in staat om de spreiding in de ruimte te berekenen. Routekeuze algoritmen kunnen met veel detail worden doorgerekend om het behoud van het zelfregulerende vermogen te waarborgen. Als het gaat om het beïnvloeden van de verkeersvraag, richt de aandacht zich echter weer meer op de eerdere fasen van bijvoorbeeld een verkeersmodel: ritproductie, distributie en vervoerwijzekeuze en opteren we vaak voor een macroscopisch model. In de toekomst is het echter goed denkbaar dat een microsimulatiemodel of mesoscopische toedeling onderdeel gaat uitmaken van een traditioneel vierstapsmodel.

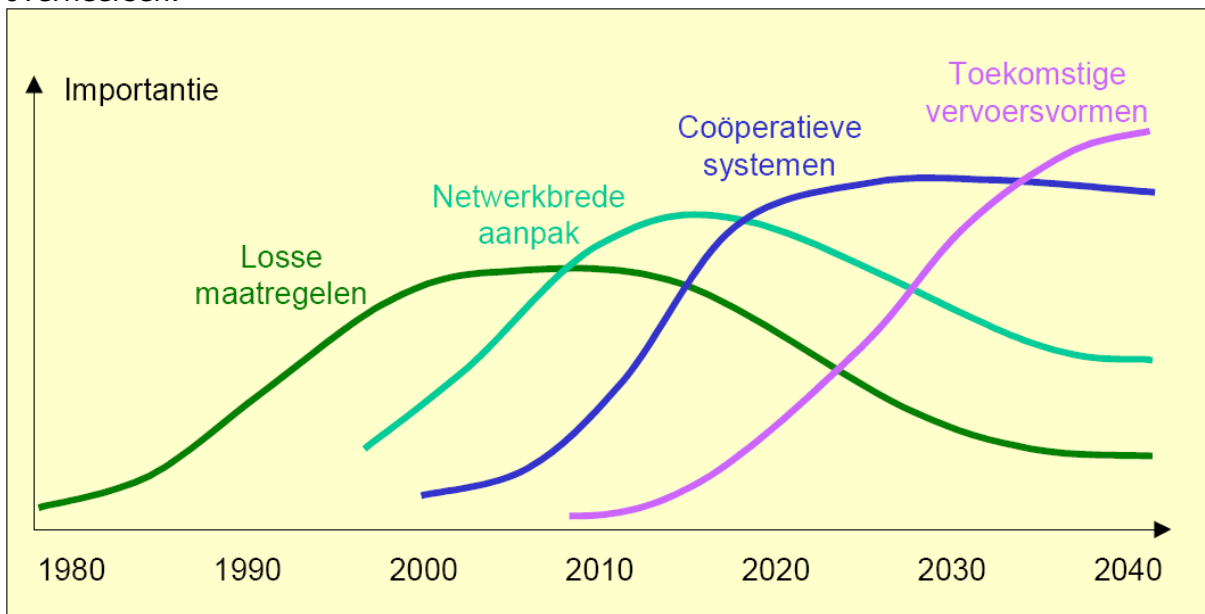
Het voorspellen van de effecten van nieuwe technologieën met behulp van verkeersmodellen is technisch lastig. De effecten van dergelijke maatregelen zijn zeer gevoelig voor variatie in het verkeersgedrag of zelfs hierop gebaseerd. Veel maatregelen grijpen in op heel fundamentele aspecten van de verkeersafwikkeling zoals de homogeniteit van de snelheid, de routekeuze of de doorstroming op snelwegen. Het is van vitaal belang dat dit gedrag accuraat wordt gesimuleerd. Dat vergt veel aanpassingen aan de simulatiecodes en maatwerk van de modellen en modelleurs. Maar ook de onderliggende theorie en daaruit voortvloeiende algoritmes over bijvoorbeeld het volgedrag van bestuurders is nog lang niet uitgekristalliseerd. Ook moeten er nieuwe methoden worden ontwikkeld om te verifiëren dat de gesimuleerde resultaten overeenstemmen met de werkelijkheid.

Zonder verdere ontwikkeling op het gebied van de theorie en de implementatie daarvan in de modellen, zijn de huidige simulatiecodes niet in staat alle denkbare benuttingsmaatregelen te simuleren. Gelukkig wordt er op diverse fronten hard gewerkt om de modellen hiervoor geschikt te maken. In het volgende hoofdstuk zal een overzicht worden gegeven van de mogelijkheden en de beperkingen van de huidige modellen en zullen de nieuwe ontwikkelingen worden besproken aan de hand van de vier sporen uit het Beleidskader Benutten.

4.3 Het simuleren van benuttingsmaatregelen

Het beleidskader Benutten definieert haar visie op de toekomst van benutten in Nederland langs vier sporen. Wij willen aan de hand van dit sporenbeleid een overzicht geven van de mogelijkheden die de huidige verkeersmodellen bieden en de nieuwe ontwikkelingen op dat gebied. Voor een meer gedetailleerde uitleg van de vier sporen verwijzen wij u naar het beleidskader zelf.

Figuur 1 laat de vier sporen zien in verhouding tot de invloed van de maatregelen op het verkeersbeeld. Het is duidelijk zichtbaar dat het eerste spoor nu overheerst, maar in de nabije toekomst minder belangrijk wordt. Enerzijds door verzadiging en anderzijds doordat de functies door sporen 2 en 3 worden overgenomen. De ontwikkelingen van spoor vier staat nu nog in de kinderschoenen, maar zal op langere termijn gaan overheersen.



Figuur 1: De vier sporen in verhouding tot hun invloed op het verkeersbeeld. Bron: Beleidskader Benutten.

Spoor 1: Lokale maatregelen

Hiermee worden maatregelen bedoeld die lokale doorstromingsknelpunten oplossen. Op de snelwegen zijn dit de (al dan niet dynamische) verkeerssignalering, toeritdoseerinstallaties, drips en spitsstroken. Op het onderliggende wegennet spelen verkeerslichten en kruispuntgeometrie een belangrijke rol.

In de Randstad zijn de mogelijkheden om de verkeersafwikkeling te verbeteren door lokale benuttingsmaatregelen vrijwel uitgeput. Het beleidskader verwacht daar niet veel winst meer te behalen. Wel kunnen bestaande maatregelen geoptimaliseerd worden zoals de verbetering van de samenwerking tussen verkeersregelinstallaties (VRIs), uitgevoerd door bijvoorbeeld het groene golfteam (Fileproof).

De grootste kansen voor benuttingsmethodiek op lokaal niveau ziet het beleidskader in de provincies die grenzen aan de Randstad. De verkeersproblematiek neemt hier de laatste jaren hand over hand toe maar deze regio heeft een minder lange benuttingsgeschiedenis dan de Randstad. Benutting kan hier nog een grote winst opleveren. In de rest van Nederland is de verkeersproblematiek relatief beperkt en is er minder noodzaak voor benuttingsmaatregelen.

Het doorrekenen van lokale maatregelen met behulp van verkeersmodellen vindt veelvuldig plaats. Veel van de inspanningen die in het verleden in de Randstad zijn gerealiseerd zijn voorafgegaan door modellenstudies. Het is met de huidige dynamische modellen eenvoudig om de optimalisatie van de opstelvakken voor een kruispunt of een VRI te simuleren mits verondersteld wordt dat het verkeersaanbod door deze aanpassingen niet verandert. Ook kunnen de effecten van een toeritdoseerinstallatie, wissel- of plusstrook en (in Paramics) zelfs een parkeerverwijssysteem inzichtelijk worden gemaakt.

Conclusie: misschien was het niet haalbaar om lokale benuttingsmaatregelen te simuleren met de modellen van vroeger, maar zeker wel met die van nu.

Spoor 2: Netwerkbrede aanpak

In een gebied waar de mogelijkheden van lokale benuttingsmaatregelen zijn uitgeput kan nog winst worden geboekt door het coördineren van de verschillende maatregelen. Met behulp van dynamische route informatiepanelen, gekoppelde VRI's en verkeersmanagement kan de doorstroming over het hele netwerk worden verbeterd. Ook nieuwe ontwikkelingen zoals dynamische maximum snelheden en grootschalige incidentmanagement behoren tot dit spoor. Wel blijft het nog beperkt tot wegwantsystemen waar het de informatievoorziening betreft. Het beleidskader ziet hier op de korte termijn vooral kansen in de Randstad. Nieuwe ontwikkelingen zullen vooral als Pilot-projecten worden gerealiseerd.

Om dit soort coördinatie te bewerkstelligen is veel informatie over de actuele verkeerssituatie nodig. Op straat zijn die gegevens lastig te achterhalen. Ontwikkelingen zoals de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) en het gebruik van In-car systemen voor het vergaren van de benodigde gegevens zijn in volle gang.

Een voordeel van het gebruik van verkeersmodellen is dat deze gegevens binnen het model al voorhanden zijn. Wij hoeven niet te wachten tot de informatiesystemen zijn uitontwikkeld voordat de gegevens kunnen worden gebruikt.

Netwerkbrede coördinatie stelt conflicterende eisen aan de verkeersmodellen. Aan de ene kant moet de verkeersafwikkeling in veel detail worden gesimuleerd om de effecten te kunnen schatten. Aan de andere kant moet een groot netwerk gesimuleerd kunnen worden, zodat de maatregel voldoende bereik heeft om de synergie van het koppelen van lokale maatregelen aan te tonen.

Statische (macro) modellen zijn niet in staat een dergelijk detail te leveren en zijn dan ook niet geschikt om netwerkbrede benuttingsmaatregelen te simuleren.

Veel microsimulatiemodellen bevatten wel voldoende detail, maar kunnen geen voldoende grote netwerken simuleren. Ook van belang is de wijze waarop de routekeuze wordt bepaald. Het gebruik van een evenwichtstoedeling binnen simulaties (zoals

bijvoorbeeld in Vissim wordt toegepast) maakt het lastig of zelfs fundamenteel / conceptueel onmogelijk om de effecten van dit soort benuttingsmaatregelen te bepalen. Een voorbeeld van een pakket waarmee netwerkbrede benuttingsmaatregelen wel te simuleren zijn, is Paramics. Hiermee is het mogelijk om met voldoende detail een groot netwerk door te rekenen. Op dit moment is het mogelijk om in een beperkte vorm benuttingsscenario's door te rekenen (zoals met de Regionale Scenariobouwer (RSB)) en er loopt een Pilot om dat in meer detail aan te tonen.

In aansluiting daarop is Grontmij bezig met de ontwikkeling van een systeem (Parasol) om op een gestructureerde en flexibele manier allerlei bestaande maar ook nieuwe benuttingsmaatregelen te kunnen simuleren. Dit overkoepelende systeem maakt het ook mogelijk om (netwerk)breed geformuleerde schakelschema's te implementeren. Wat betreft verkeersinformatie levert Paramics meer gegevens dan redelijkerwijs in de nabije toekomst vanuit wegkantsystemen beschikbaar zullen komen.

Conclusie: met de huidige modellen is het nog niet haalbaar om alle benuttingsmaatregelen op netwerkniveau te simuleren. Maar we zijn wel een eind op weg.

Spoor 3: In-car en coöperatieve systemen

Dit is gedeeltelijk een doorontwikkeling van spoor 2, met dien verstande dat de informatievoorziening en de coördinatie van de verkeersstroom nu niet meer langs de kant van de weg, maar in de auto van de verkeersdeelnemers plaats vindt. Informatie wordt uitgewisseld tussen wegkantsystemen, verschillende servers die verkeersdiensten aanbieden en in een later stadium tussen de voertuigen zelf en deze systemen gaan met elkaar samenwerken (coöperatieve systemen). Een goed voorbeeld vormen de navigatiesystemen met verkeersinformatie. Bij drukte verwijzen ze de automobilist naar minder drukke wegen. De hoop is dat dit tot een betere verdeling van het verkeer over de beschikbare wegen in het netwerk leidt, maar over de werkelijke effecten is nog weinig bekend; in ieder geval is het dan cruciaal dat ook van die 'minder drukke' wegen goede verkeersgegevens beschikbaar zijn. Andere voorbeelden zijn adaptive cruise control, dynamische snelheidsbegrenzers maar ook automatische incidentwerende hulpmiddelen zoals ABS en antibots-systemen.

Systemen die de voertuigeigenschappen drastisch aanpassen zoals dynamische snelheidsbegrenzers kunnen meestal niet zonder meer worden gesimuleerd met de bestaande microsimulatie pakketten. Het is vaak wel mogelijk om de voertuigeigenschappen aan te passen, maar niet zodanig dat ze vervolgens afhankelijk zijn van bepaalde verkeersinformatie tijdens het draaien van de simulatie. Aan Paramics is deze mogelijkheid recentelijk toegevoegd. Het zijn echter nog geen kant en klare systemen: de koppelingen moeten door de modelleur worden geprogrammeerd.

Voor systemen die invloed uitoefenen op de routekeuze geldt een ander verhaal. Hier zijn de mogelijkheden sterk afhankelijk van het routekeuze-algoritme dat de simulatiecode gebruikt. In bijvoorbeeld Vissim met een evenwichtstoedeling is er geen terugkoppeling van verkeersinformatie naar de voertuigen. Dit maakt routekeuzebeïnvloeding gedurende de simulatie erg lastig. Bij Paramics en Aimsun vindt er wel terugkoppeling plaats: een deel van de bestuurders ontvangt tijdens de rit informatie over de actuele verkeersinformatie en kan de route hierop aanpassen. Dit principe is bruikbaar om in-car systemen te simuleren. In feite gebeurt dat al: de terugkoppeling is een vorm van in-car verkeersinformatie. In de meeste simulatiemodellen krijgen de bestuurders echter meer informatie dan in de praktijk het geval is. Op elk moment en elke plaats kan het model de optimale route aandragen, terwijl in de huidige praktijk de verkeersinformatie nog verre van volledig is. Om dichterbij de huidige werkelijkheid te komen, zou je dus wat modelfuncties moeten uitschakelen (!).

Om de effecten van routekeuzebeïnvloedende in-car systemen in simulatiemodellen na te bootsten, moeten de parameters worden aangepast. Dit lijkt mogelijk zonder grote aanpassingen aan de modelalgoritmes.

Incidentwerende hulpmiddelen kunnen niet met dynamische microsimulatiemodellen worden gesimuleerd. De kans op incidenten kan worden berekend en een simulatie kan worden geoptimaliseerd voor de hoogste verkeersveiligheid, maar in een microsimulatie komen geen spontane incidenten voor. Wel kunnen de effecten van incidenten worden bepaald door een ongeluk te "plannen".

Conclusie: microsimulatiemodellen bieden goede aangrijpingspunten om nieuwe ITS oplossingen te simuleren. Dit vergt echter wel aanpassing/uitbreiding van de pakketten.

Spoor 4: Toekomstige verkeersvormen

Dit spoor behandelt de vervoersvormen die we in de toekomst kunnen verwachten. Het merendeel hiervan zal nog wel langer dan 2020 op zich laten wachten. Het Beleidskader denkt hierbij onder andere aan geautomatiseerd rijden en de smensmelting van persoonlijk- en openbaarvervoer. Volkomen nieuwe vormen zijn ook denkbaar.

Natuurlijk kunnen we niet anticiperen op alle mogelijke nieuwe vervoersmethoden. Als de vliegende auto ooit van de grond komt zal het niet eenvoudig zijn om dat binnen de huidige micromodellen te simuleren. De meeste andere vormen zijn zowel in statische als dynamische modellen als reguliere verkeersvormen te behandelen (bijvoorbeeld de superbus).

Een grotere uitdaging betreft ketentransport (in combinatie met nieuwe vormen). Dit is niet "zomaar" met statische of micromodellen te voorspellen. Het vergt de gehele set van vrijheidsgraden: bestemmingskeuze, vervoerwijzekeuze, tijdstipkeuze, routekeuze, etc. Met de huidige ontwikkelingen is het binnen Paramics mogelijk om dynamisch verschillende takken van dit ketentransport te simuleren. Zo is het met een beetje maatwerk mogelijk om een P&R situatie na te bootsen waarbij bij een afrit van de snelweg reistijden vermeld staan naar een stadscentrum via de weg of via P&R en de bus. Vervolgens kiest een deel van het verkeer om via het parkeerterrein te rijden en daar de bus te pakken. De hiervoor benodigde bussen kunnen vervolgens ook aan de simulatie worden toegevoegd. Wat aan de methode ontbreekt, is kennis over hoeveel voertuigen van dit alternatief gebruik maken bij een gegeven reistijdverschil. Dit zou met een strategisch model kunnen worden bepaald.

Geautomatiseerd rijden is op twee verschillende manieren binnen de huidige generatie modellen te simuleren. Enerzijds is het mogelijk om bepaalde gedragingen van het verkeer aan te passen (zoals volgafstand, homogeniteit, reactievermogen). Dat kan door bij het slim kiezen van de instellingen. Het is bij de huidige modellen veelal niet mogelijk om dit soort aanpassingen te doen voor een deel van het model (zoals alleen op die ene snelweg waar geautomatiseerd rijden mogelijk is). Dat is een tekortkoming van de codes die relatief eenvoudig op te lossen moet zijn. Een andere methode is geautomatiseerd rijden als een vorm van ketentransport te implementeren.

5 Conclusie: modellen voor de toekomst zijn broodnodig

Modellen zijn al lange tijd in gebruik om zicht te krijgen op het toekomstig verkeersbeeld. Van de in de nota Mobiliteit genoemde pijlers benutten, beprijzen en bouwen, zijn we met de huidige modellen goed in staat de effecten van "Bouwen" in beeld te brengen. Ook bij de pijler "Beprijzen" is het benodigde modelinstrumentarium aanwezig. Hier ligt de uitdaging vooral op het schatten van de juiste parameters en elasticiteiten om de effecten van prijsmaatregelen op de verkeersvraag goed in beeld te krijgen.

Bij de pijler "Benutten" zien we dat er nog onontgonnen terrein is, zowel op het vlak van de theorie als bij de toepassing in modellen.

- De meeste lokale benuttingsmaatregelen kunnen met de huidige modellen goed worden gemodelleerd
- Voor benuttingsmaatregelen op netwerkniveau kunnen we nog niet alles, maar zijn we een eind op weg.
- Om in-car en coöperatieve systemen te modelleren bieden de simulatiemodellen naar onze mening goede mogelijkheden en aangrijpingspunten, maar moet er nog veel werk worden verzet.
- Bij de toekomstige verkeerssystemen is het nu vooral nog koffiedik kijken: wat wordt het?

Samenvattend kunnen we stellen dat met de modellen van nu al veel kan, maar op het gebied van "Benutten" nog veel moet worden ontwikkeld. Op dit moment houden we nog gelijke tred met de sporengrafiek, maar om dat vast te houden moeten we wel in beweging blijven! Dat vereist bovenal een aanpak waarbij goed wordt nagedacht over de nieuwe (vooral technologische) ontwikkelingen, de effecten daarvan op het verkeer en de implementatie daarvan in de modellen.

Grontmij ontwikkelt in dit kader een module genaamd Parasol die wordt gekoppeld aan het simulatiepakket Paramics. Het doel is om allerlei ITS systemen die nu worden of al zijn ontwikkeld in de simulatie te kunnen opnemen. Daartoe wordt allereerst nagegaan hoe de ITS systemen ingrijpen op het verkeersproces. Vervolgens wordt bekeken wat dat vereist voor de simulatie. Bijvoorbeeld:

- de mogelijkheid om parameters van het voertuig- en bestuurdersgedrag dynamisch te kunnen aanpassen
- de routekeuze in relatie tot bijvoorbeeld communicatiemiddelen, informatiestromen en bestuurdersgedrag.

Het uiteindelijke doel van Parasol is een module waarmee diverse ITS ontwikkelingen integraal kunnen worden gekoppeld aan Paramics. In de presentatie zullen hiervan enkele voorbeelden worden getoond.