

Slimmer voorspellen treinkeuze met smartcard data

Jan Banninga – Nederlandse Spoorwegen – jan.banninga@ns.nl

Niek Guis – Nederlandse Spoorwegen – niek.guis@ns.nl

Paul Siderius – ProRail – paul.siderius@prorail.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk

24 en 25 november 2016, Zwolle

Samenvatting

Voor veel toepassingen binnen NS en ProRail is het noodzakelijk goed te kunnen voorspellen welke trein(en) reizigers zullen kiezen. Zit men liever een uur in de rechtstreekse Sprinter of wacht men op de Intercity? Neemt de reiziger liever de rechtstreekse trein die niet zo vaak rijdt, of stapt hij liever over met hoogfrequente treinen? Dit is belangrijk om te weten bij het ontwerpen en toetsen van de dienstregeling, bij de aanschaf van materieel, etc. Hiervoor wordt binnen NS en ProRail een gezamenlijk vervoersmodel gebruikt, met daarin een verdeelfunctie.

De primaire doelstelling van dit project is het kalibreren van de gezamenlijk gebruikte verdeelfunctie, zodanig dat deze na de kalibratie zo goed mogelijk het keuzegedrag van reizigers weerspiegelt. Het model kan daarmee worden ingezet als ondersteuning van beleidsbeslissingen en operationele processen. Met de komst van de OV-Chipkaart ligt er een dataset van honderden miljoenen gerealiseerde reizen en daarmee een unieke mogelijkheid om het vervoersmodel beter dan ooit te kalibreren en het reisgedrag beter dan ooit te voorspellen. De OV-Chipkaart is hierin een ware game changer.

In de kalibratie is voor alle geselecteerde Herkomst-Bestemming-relaties gekeken naar de verschillen tussen de verdeling van de reismogelijkheden zoals berekend in het vervoersmodel en in de realisatie. Door het minimaliseren van verschillen is de kalibratie opgezet als een optimalisatieprobleem. Dit probleem is niet analytisch oplosbaar en dus is er gekozen voor een heuristiek. Er is gebruik gemaakt van de gradient descent-methode. De methode heeft voor alle genoemde toepassingen plausibele parameters gevonden. Er zijn voor ieder motief coëfficiënten bepaald voor de functie van de gegeneraliseerde reistijd en de parameters van de verdeelfunctie zijn vastgesteld.

In alle onderzochte keuzesituaties (een reis met of zonder overstap, met reistijdverschillen, treinsoortverschillen, onregelmatige tijdligging, wel of geen toeslag, etc.) werden na kalibratie plausibele resultaten gevonden. Ook voor HB-relaties die een combinatie van dit soort keuzesituaties bevatten werd een goede verdeling gevonden. Voor vrijwel alle onderzochte HB-relaties geven de nieuwe instellingen betere resultaten dan de oude instellingen, wanneer wordt vergeleken met de realisatiedata.

Dankzij de OV-Chipkaart zijn NS en ProRail in staat om veel beter te verklaren waarom reizigers bepaalde reismogelijkheden kiezen en daarmee te voorspellen hoe reizigers zich zullen gaan verdelen in een nieuwe dienstregeling.

1. Achtergrond

1.1 Een unieke kans: de OV-Chipkaart als game changer



Figuur 1 Zit men liever een uur in de Sprinter of wacht men op de Intercity?

Voor veel toepassingen binnen NS en ProRail is het noodzakelijk goed te kunnen voorspellen welke trein(en) reizigers zullen kiezen. Zit men liever een uur in de rechtstreekse Sprinter of wacht men op de Intercity? Neemt de reiziger liever de rechtstreekse trein die niet zo vaak rijdt, of stapt hij liever over met hoogfrequente treinen? Dit is belangrijk om te weten bij het uitwerken van de dienstregeling, bij de aanschaf van materieel, het toetsen van de transfercapaciteit van een station, etc. Hiervoor wordt binnen NS en ProRail een gezamenlijk

vervoersmodel gebruikt. Het is een belangrijk instrument voor het maken en ondersteunen van beleid. Dit model moet zoals elk model eens in de zoveel tijd gekalibreerd worden om goed te blijven aansluiten bij de praktijk.

Waar het kalibreren in het verleden via enquête-data gebeurde, is de introductie van de OV-Chipkaart als vervoersbewijs een ware *game changer*. Sinds juli 2014 checken reizigers in én uit (uitgezonderd E-Tickets) en bovendien scannen conducteurs gedurende de reis de OV-Chipkaart. Met deze dataset van honderden miljoenen gerealiseerde reizen ligt er een unieke mogelijkheid om het vervoersmodel beter dan ooit te kalibreren en het reisgedrag beter dan ooit te voorspellen. Dit state-of-the-art vervoersmodel stelt NS en ProRail in staat om de dienstregeling en materieelinzet veel beter af te stemmen op de vervoersvraag en de impact van dienstregelingswijzigingen helder inzichtelijk te maken (zie ook "Modelleren van klantvoorkeuren in dienstregelingsstudies", Guis en Nijënstein).



Figuur 2: Sinds 9 juli 2014 checken alle reizigers in en uit

1.2 Bestaande verdeelfunctie

Sinds 2013 wordt door NS en ProRail gebruikt gemaakt van het softwarepakket VISUM, ontwikkeld door het Duitse PTV, om het vervoer uit een Herkomst-Bestemmingmatrix (HB-Matrix) te verdelen over de verschillende reismogelijkheden die een dienstregeling biedt. Dit pakket wordt ook gebruikt door onder andere Deutsche Bahn (DB) en de Zwitserse federale spoorwegen (SBB). De model- en rekeninstellingen worden door NS en ProRail gezamenlijk vastgesteld, zodat de vervoersmodellen op elkaar zijn afgestemd. Bij de overgang naar VISUM is in eerste instantie besloten om de instellingen af te stemmen op de instellingen van het oude vervoersmodel. Deze instellingen worden inmiddels al lang naar tevredenheid gebruikt, maar kennen een aantal bezwaren waarvan de belangrijkste zijn:

- De instellingen zijn gebaseerd op een beperkt aantal keuzesituaties die met enquêtes zijn onderzocht.
- De instellingen zijn niet gebaseerd op recente data en daarmee onvoldoende toepasbaar voor huidige beleidsvraagstukken.
 - De populatie treinreizigers is veranderd. De huidige populatie maakt mogelijk andere keuzes.
 - Nut en disnut van reizen met de trein is veranderd door nieuwere treinen (WiFi, Airco, etc) en andere ondersteunende middelen (reisplanners, apps). Dit kan invloed hebben op keuzes van reizigers. Ook stations zijn in de loop der tijd flink veranderd, met invloed op de overstapweerstand.
 - De dienstregeling kent veel hogere frequenties, waardoor zich andere keuzesituaties voordoen.
 - In de tijd dat de oude instellingen werden vastgesteld bestonden er nog geen treinen met toeslag. Voor het goed modelleren van de invloed van toeslag zijn daarom aparte onderzoeken uitgevoerd.
- Bovendien hebben recente onderzoeken de verdeelfunctie ingehaald, zoals:
 - Specifieke onderzoeken zoals uitgebreid onderzoek naar de weerstand van overstappen (De Keizer, Kouwenhoven en Hofker, 2014).
 - Algemene onderzoeken naar reisgedrag zoals het NS-reizigersonderzoek "KLIMAAT" dat eens in de 5 jaar wordt uitgevoerd, en het NS KlantTevredenheidsOnderzoek (KTO).

Naast de bovengenoemde bezwaren van de bestaande verdeelfunctie biedt ook het pakket VISUM mogelijkheden die nog onvoldoende werden benut. In voorgaande modellen werd nog vaak verdeeld over treinseries binnen een "Basis Uur Patroon" (BUP), omdat de dienstregeling cyclisch (elk uur hetzelfde) is. Door de overgang naar VISUM is het mogelijk te verdelen over afzonderlijke treinen in een 24-uurs dienstregeling waarbij reizigers zich gedurende de tijd door het netwerk verplaatsen. De toedeling in VISUM is dynamisch: er wordt rekening gehouden met de afgelegde weg in de tijd, wat belangrijk is voor capaciteitsberekening voor zowel trein- als stationscapaciteit).

Bij het instellen van de nieuwe verdeelfunctie dient ook rekening worden gehouden met deze functionaliteit in VISUM.

1.3 Doelstelling

De primaire doelstelling van het kalibreren van de verdeelfunctie is dat deze na de kalibratie zo goed mogelijk het keuzegedrag van reizigers weerspiegelt, zodat het model kan worden ingezet als ondersteuning van beleidsbeslissingen en operationele processen.

Er is een aantal keuzesituaties vastgesteld waar het model goed moet functioneren. Voor een groot aantal (rechtstreekse) relaties is er nauwelijks sprake van keuzegedrag, aangezien er slechts één reismogelijkheid is. Het model moet echter ook een goede verdeling geven wanneer er wel sprake is van een duidelijke keuze. Per relatie zijn dit steeds andere keuzes, vaak een combinatie van meerdere aspecten.

Keuzesituatie	Bijvoorbeeld..
0 of 1 overstap	Schiphol – Groningen*, Schiphol – Arnhem*
0, 1 of 2 overstappen	Amsterdam Centraal – Groningen*
1 of 2 overstappen	Heerenveen – Amsterdam Centraal
Exacte halfuurligging	Apeldoorn – Amersfoort
Exacte kwartierligging	Gouda – Rotterdam Centraal
Met vs. zonder toeslag	Rotterdam Centraal – Amsterdam Zuid*
Ongelijke ligging 2x per uur	Heerenveen – Wolvega
Ongelijke ligging 4x per uur	Hilversum – Hilversum Sportpark
Verschillende reistijd	Hilversum – Deventer
Sprinter vs. Intercity, gelijke rijtijd	Heemstede-Aerdenhout – Haarlem
Sprinter vs. Intercity, ongelijke rijtijd	Den Haag Centraal – Leiden Centraal*

Tabel 1: Overzicht keuzesituaties. Relaties met een * worden in het hoofdstuk “Resultaten” geanalyseerd

2. Brondata: Verdeling reizigers over treinen

2.1 Verschillende bronnen

Er is een aantal bronnen en methoden verkend die ingezet kunnen worden bij het kalibreren van de verdeelfunctie:

- een uit te voeren stated-preference onderzoek;
- een uit te voeren revealed-preference onderzoek;
- routeinformatie op basis van mobiele telefoongegevens;
- gerealiseerde OV-Chipkaart reizen

De eerste twee mogelijkheden betreffen uit te voeren onderzoeken naar het keuzegedrag van reizigers. In het keuzegedrag bij het kiezen van een reismogelijkheid spelen vaak meerdere aspecten een rol die ook onderling van invloed op elkaar kunnen zijn. Een uit te voeren onderzoek kan de invloed van meerdere aspecten goed in beeld brengen. Nadeel van een onderzoek is dat deze altijd wordt uitgevoerd op een steekproef en dat het onmogelijk is alle (combinaties van) keuzesituaties daarin op te nemen.

De laatste twee mogelijkheden maken gebruik van zeer omvangrijke datasets waaruit relevante informatie over het keuzegedrag kan worden afgeleid. Om mobiele telefoongegevens bruikbaar te maken voor een kalibratie zijn veel bewerkingen nodig om de data om te zetten in het keuzegedrag van reizigers in de uitgevoerde dienstregeling. Het gebruik van OV-Chipkaartdata ligt voor de hand, vanwege de omvangrijke dataset en het feit dat alle mogelijke keuzesituaties die zich in de praktijk voordoen in deze dataset voorkomen.

2.2 ROCKT

Een "check-in" en "check-uit" geven in beginsel echter nog geen inzicht welke treinen reizigers hebben gekozen. Daarvoor is binnen NS een model ontwikkeld, genaamd ROCKT (Reizen OV-ChipKaart per Trein). ROCKT koppelt OV Chipkaart "check-in" en "check-uit" gegevens aan reismogelijkheden volgens de gerealiseerde dienstregeling. Uit het tijdstip en de locatie van in- en uitchecken en de actuele gegevens van de gerealiseerde dienstregeling is in veel gevallen met redelijke zekerheid vast te stellen welke treinen gekozen zijn. Bij meerdere reismogelijkheden wordt een kansverdeling gemaakt over de reismogelijkheden aan de hand van empirisch bepaalde haalkansen van vertrek en overstap, en een uitstroom kans.



Figuur 3 Een reiziger heeft vaak keuze tussen reismogelijkheden

De kwaliteit van de verdeling van ritten over reismogelijkheden wordt getoetst met behulp van conducteursscans van OV Chipkaarten. Op basis van deze toetsen is geconcludeerd dat ROCKT een goede benadering geeft van het gerealiseerde reisgedrag en daarmee een unieke mogelijkheid biedt de instellingen voor de verdeelfunctie in VISUM te bepalen.

2.3 Privacy

In ROCKT is privacy een zeer belangrijk aspect. Voor elke reis wordt automatisch een anoniem "Reis-id" gegenereerd. Daarna is elke reis alleen nog te identificeren door het gegenereerde "Reis-id" en kan er geen enkele relatie meer worden gelegd met de reiziger of de OV-Chipkaart.

Voor de kalibratie van de verdeelfunctie in VISUM is zelfs geen gebruik gemaakt van de "Reis-id"s en is alleen een dataset met geaggregeerde vervoersstromen gebruikt.

3. Werkwijze

De verdeelfunctie in VISUM moet het keuzegedrag van reizigers goed weerspiegelen. Voor een gegeven tijdsperiode en een gegeven dienstregeling moet de reizigersverdeling over de beschikbare reismogelijkheden worden berekend. Om te zorgen dat het vervoersmodel VISUM het gerealiseerde keuzegedrag (volgens ROCKT) voldoende benadert is een kalibratie uitgevoerd. Voor het uitvoeren van de kalibratie is gekeken naar (1) factoren die bepalend zijn voor het keuzegedrag en (2) de mogelijkheden binnen de verdeelprocedure in VISUM.

3.1 Dataset

Per dag zijn er ongeveer 1 miljoen NS-reizen en worden meer dan 70.000 relaties bediend. Vanwege de lange rekentijden en de hoeveelheid "zuiverwerk" (de dienstregeling verandert gedurende het jaar een aantal keer met enkele minuten, waardoor de reismogelijkheden niet altijd gelijk blijven) is gekozen om de dataset te verkleinen.

Eerst zijn alle dagen met grote verstoringen verwijderd uit de dataset. Verstoringen in de dienstregeling leiden immers tot een aangepast keuzegedrag, dat de resultaten vertroebelt. Hiervoor is gebruik gemaakt van een overzicht over de punctualiteit die ProRail dagelijks bijhoudt.

Vervolgens is de dataset verder verkleind door een beperkt aantal herkomsten te beschouwen. Bij de selectie van deze herkomsten is rekening gehouden met een aantal factoren, zoals grootte van het station, type station, geografische ligging, productie versus attractie en Intercity- versus Sprinterbediening. Op deze manier blijven nog circa 200.000 gerealiseerde reizen per werkdag over en deze dataset is representatief voor het reisgedrag van alle reizen. De dataset omvat gerealiseerde reizen van enkele weken en zo is uiteindelijk gewerkt met een dataset van meer dan 5 miljoen reizen.

3.2 Te kalibreren parameters

Om de te kalibreren parameters te vinden wordt aangesloten bij de verdeelprocedure in VISUM. De verdeelprocedure in VISUM voor het modelleren van het reisgedrag kent een aantal stappen:

1. **Zoek**algoritme voor reismogelijkheden
2. **Schrap**criteria voor niet relevante reismogelijkheden
3. Berekening **gegeneraliseerde reistijd en tarief** van een reismogelijkheid
4. **Verdeling** van de reizen over de reismogelijkheden.

AD 1: Zoekalgoritme voor reismogelijkheden

In VISUM wordt onderscheid gemaakt tussen zoeken en selecteren van relevante reismogelijkheden. De eerste bepaalt hoe ver er doorgezocht wordt naar extra reismogelijkheden. Hiervoor wordt een Branch & Bound zoekalgoritme gebruikt.

AD 2: Schrapcriteria voor niet relevante reismogelijkheden

In de tweede stap worden de reismogelijkheden geschrapt die niet interessant zijn. Dit zijn bijvoorbeeld reismogelijkheden waar de reistijd een bepaalde factor langer is dan de kortste reistijd of het aantal overstappen veel meer dan de reis met de minste overstappen. Er worden ook reismogelijkheden geschrapt die door een andere reismogelijkheid gedomineerd worden. Wanneer bijvoorbeeld de Sprinter en Intercity van Leiden naar Den Haag op hetzelfde tijdstip vertrekken, maar de Sprinter komt veel eerder aan, dan is het niet realistisch dat een deel van de reizigers voor de Sprinter kiest. Er is daarvoor een set van *dominatiecriteria* opgesteld.

Alleen relaties die door het schrapcriterium heen komen krijgen reizen toegedeeld in de derde stap. Er is voor gekozen om de schrapcriteria redelijk soepel in te stellen zodat veel reismogelijkheden worden meegenomen.

AD 3 Berekening gegeneraliseerde reistijd (GRT) en tarief per reismogelijkheid

Voor iedere reismogelijkheid worden de generaliseerde reistijd en tarief berekend.

In de gegeneraliseerde reistijd zijn opgenomen:

- Reistijd in de trein: vastgesteld moet worden wat de invloed is van een minuut reistijd op de keuze van de reiziger. De waardering van de reistijd in de trein is

daarbij afhankelijk van het type trein. Een minuut reistijd in de Sprinter wordt als minder prettig ervaren dan een minuut reistijd in de Intercity.

- Overstappen: het aantal overstappen speelt een rol bij de keuze voor de reiziger. Vastgesteld moet worden welke weerstand een overstap heeft. Hierbij moet rekening gehouden worden met het type overstap (cross platform of cross station)
- Wachtijd bij overstappen: Naast de weerstand van overstappen zelf zal ook extra wachttijd tot het vertrek van de volgende trein de keuze van de reis bepalen.

In de kalibratie zullen de weegfactoren (α) in onderstaande formule berekend worden:

$$GRT = \sum \alpha_x * X$$

Tot slot speelt ook het tarief van de reis een rol. Met name het wel of niet kiezen voor een reis met toeslag is belangrijk.

AD 4: Verdeling van de reizen over de reismogelijkheden

Nu voor iedere reismogelijkheid de gegeneraliseerde reistijd, het tarief en het moment van vertrek bekend zijn kunnen de reizigers verdeeld gaan worden. VISUM berekent daarvoor voor iedere minuut dat een reiziger van een station zou willen vertrekken de totale weerstand van de reismogelijkheid.

Deze totale weerstand bestaat uit:

$$\text{Weerstand} = GRT + \frac{\text{Tarief}}{\text{VOT}} + \delta * \Delta T$$

In de weerstand spelen naast de GRT dus nog de Value of Time, het berekende tarief en "ΔT" een rol. De Value of Time (VOT) is niet gekalibreerd, maar overgenomen uit "De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden", KiM 18 november 2013. ΔT Staat voor de tijd tussen het vertrekmoment van de trein en de gewenste vertrektijd van de reiziger. Er wordt onderscheid gemaakt tussen ΔT_{EARLY} en ΔT_{LATE}. Eerder moeten vertrekken of langer moeten wachten hebben verschillende weerstanden (δ). Tot slot zullen de aandelen worden berekend met behulp van een verdeelfunctie. Zie kader "Verdeelfuncties"

Verdeelfuncties in VISUM

In VISUM zijn er vier mogelijke verdeelfuncties die kunnen worden toegepast. BoxCox(β, τ), Kirchof(β), Logit(β), Lohse(β). De waarde van β bepaalt bij alle modellen in hoeverre verschillen in weerstanden leiden tot verschillen in aandelen. Bij $\beta = 0$ worden alle keuzemogelijkheden even vaak gekozen. Bij een hele grote waarde van β (groter dan 10), krijgt de reismogelijkheid met de laagste weerstand 100% aandeel. Een nadeel van Kirchof is dat alleen relatieve verschillen tussen weerstanden van belang zijn en een bekend van Logit is dat alleen absolute verschillen tussen weerstanden van belang zijn.

BoxCox kan gezien worden als Logit waarbij eerst een BoxCox transformatie wordt toegepast op de weerstand. Deze transformatie is $R \rightarrow \frac{R^{\tau}-1}{\tau}$. De transformatie kan ook op individuele componenten van de weerstand toegepast worden. Bij $\tau = 0$ is BoxCox gelijk aan Kirchof en bij $\tau = 1$ is BoxCox gelijk aan Logit. Bij de default waarde van $\tau = 1/2$ is BoxCox een combinatie van Logit en Kirchof. Voor de kalibratie is uitgegaan van BoxCox, zodat ook Logit en Kirchof nog tot de mogelijke uitkomsten behoren.

3.3 Kalibratie

In de kalibratie is voor alle geselecteerde relaties gekeken naar de verschillen in verdeling over reismogelijkheden tussen de VISUM-verdeling en de ROCKT-gegevens. Een reismogelijkheid kan worden weergegeven in treinen / treinseries waarmee de reis wordt uitgevoerd. Door de verschillen over reismogelijkheden in de kalibratie te minimaliseren zullen ook aspecten als aantal reizen en reizigerskilometers per trein of treinserie en baanvak- en treinbelasting goed overeenkomen. Door het minimaliseren van verschillen op over reismogelijkheden is de kalibratie opgezet als een optimalisatieprobleem. Er is gebruik gemaakt van de *gradient descent*-methode (ook wel genaamd "steepest descent" en zie kader) om het optimum te vinden. De methode heeft voor alle genoemde toepassingen plausibele parameters gevonden. Er zijn voor ieder motief coëfficiënten bepaald voor de functie van de gegeneraliseerde reistijd en de parameters van de verdeelfunctie zijn vastgesteld.

Gradient descent-methode in optimalisatieprobleem

Het zoeken naar de beste parameters vindt plaats met een zogenaamde beoordelingsfunctie. We kunnen deze beoordelingsfunctie zien als het zoeken van de laagst gelegen plaats op een kaart van een (berg)landschap, waarbij de plaats de keuze van de te kalibreren parameters aangeeft en de hoogte aangeeft wat de waarde van de beoordelingsfunctie is.

De Gradient Descent methode begint in een willekeurig punt en kijkt om zich heen in welke richting de daling het grootste is. Dan doet het een stap in die richting en komt zo in een lager punt. Daar wordt opnieuw bepaald in welke richting de daling het grootste is, want die richting kan inmiddels veranderd zijn. Vervolgens wordt er weer een stap gezet. De stappen worden steeds kleiner en het dalen zal langzaam maar zeker steeds minder worden. Op een bepaald moment wordt de daling zo gering dat we stoppen en tevreden zijn met het resultaat.

In theorie kan een dal aan de andere kant van de heuvels dieper zijn, maar bij dit specifieke kalibratie probleem hebben we aanwijzingen dat het hele landschap eigenlijk één grote kom is met slechts één dal. Dat dal blijkt bovendien heel vlak te zijn.

4. Resultaten

Omdat het vervoersmodel een belangrijk instrument is in besluitvorming waar vaak grote beslissingen van af hangen, zijn de resultaten uitvoerig geanalyseerd. Enkele van de resultaten worden hier besproken.

De kalibratie is uitgevoerd op een deelset van herkomsten. Ter validatie is nog gekeken naar een aantal aspecten op netwerkniveau wanneer alle relaties over 2 dagen in beschouwing worden genomen, zie onderstaande tabel:

	verschil %	Opmerking
Aantal reizigerskilometers	0%	ROCKT en VISUM komen goed overeen
% Rechtstreekse reizen	1%	ROCKT en VISUM komen goed overeen
Aantal overstappen	-6%	ROCKT berekent meer overstappen
Aantal reizen Sprinter	-1%	ROCKT en VISUM komen goed overeen
Aantal reizen Intercity direct	0%	ROCKT en VISUM komen goed overeen
Aantal internationale reizen	0%	ROCKT en VISUM komen goed overeen

Tabel 2: Overzicht reizen en reizigerskilometers op netwerkniveau

De VISUM-verdeling geeft goede resultaten en ook op een gedetailleerder niveau zijn de verschillen beperkt. Wanneer bijvoorbeeld wordt gekeken naar de reizigerskilometers per treinserie dan zijn de verschillen (met uitzondering van enkele specifieke series) < 5%. Het hogere aantal overstappen in ROCKT kan verklaard worden door de invloed van (kleine) verstoringen en 'niet-realistisch' gekozen reismogelijkheden. Denk aan het extra overstappen om een snelle boodschap te doen.

In de validatie is ook ingezoomd op individuele relaties om de VISUM-verdeling te beoordelen. Hieronder enkele voorbeelden:

4.1 Schiphol Airport – Groningen: 2x per uur – rechtstreeks of met overstap

Voor de relatie Schiphol Airport – Groningen zijn elk uur 2 reismogelijkheden die qua tijd even lang zijn, maar 1 keer met overstap. De relatie was geen onderdeel van de set waarop is gekalibreerd.

Met behulp van ROCKT is voor deze relatie met zeer grote zekerheid te bepalen welke trein in realisatie gekozen is. Immers: de in- en uitcheckmomenten voor de twee treinen liggen behoorlijk ver uit elkaar.

	Realisatie	VISUM
	36%	37%
	64%	63%

Tabel 3: reismogelijkheden VISUM relatie Schiphol – Groningen

Hoewel de relatie geen onderdeel was de kalibratie, is de verdeling over de reismogelijkheden zeer goed te noemen. De rechtstreekse reismogelijkheid wordt vaker gekozen. De weerstand die uit de kalibratie komt voor een overstap van 5 minuten is tussen de 18 minuten en de 23 minuten afhankelijk voor motief en/of tijdstip. Dit is in lijn met eerder onderzoek naar de overstapweerstand van De Keizer, Kouwenhoven en Hofker (2014).

4.2 Schiphol Airport – Arnhem Centraal: 4x per uur – rechtstreeks of overstap

Voor de relatie Schiphol Airport – Arnhem Centraal zijn elk uur 4 reismogelijkheden die qua reistijd even lang zijn (72 minuten), maar in 2 van de 4 gevallen moet worden overgestapt in Utrecht Centraal. De relatie was geen onderdeel van de set waarop is gekalibreerd.

	Realisatie	VISUM
14:16 - 15:28 ⌚ 1:12 ⌘ 1x > Intercity + Intercity	14%	12%
14:31 - 15:43 ⌚ 1:12 ⌘ 0x > Intercity	36%	38%
14:46 - 15:58 ⌚ 1:12 ⌘ 1x > Intercity + Intercity	14%	12%
15:01 - 16:13 ⌚ 1:12 ⌘ 0x > Intercity	36%	38%

Tabel 4: reismogelijkheden VISUM relatie Schiphol Airport – Arnhem Centraal

De aandelen die VISUM toekent aan de routes komen wederom goed overeen met realisatie, de effecten van een extra overstap worden met VISUM goed berekend. VISUM kent 76% van de reizigers toe aan de twee rechtstreekse opties, in realisatie is dat 72%.

4.3 Amsterdam Centraal – Groningen: 2x per uur – 1x per uur routekeuze/ overstap

Voor de relatie Amsterdam Centraal – Groningen geldt een half-uurs verbinding waarbij de reiziger keuze heeft uit 3 reismogelijkheden. Alle opties hebben minimaal één overstap. Elk half uur is er een optie met een reistijd van 127 minuten. Het ene half uur is er een extra overstap, waardoor een langere reismogelijkheid met een overstap minder ook interessant is. De relatie was onderdeel van de set waarop is gekalibreerd.

	Realisatie	VISUM
14:07 - 16:14 ⌚ 2:07 ⌘ 1x > Intercity + Intercity	51%	55%
14:31 - 16:44 ⌚ 2:13 ⌘ 1x > Intercity + Intercity	41%	33%
14:37 - 16:44 ⌚ 2:07 ⌘ 2x > Intercity + Intercity + Intercity	8%	12%

Tabel 5: reismogelijkheden VISUM relatie Amsterdam Centraal – Groningen

De meest gekozen reismogelijkheid is de kortste optie met één overstap. De minst gekozen is de optie met een tweede overstap die overigens dezelfde aankomsttijd heeft als de optie met een reistijd van 127 minuten. Een reiziger is eerder geneigd iets eerder te vertrekken (6 minuten), zodat een extra overstap kan worden gemedan.

4.4 Den Haag Centraal – Leiden Centraal: Intercity of Sprinter

Voor de relatie Den Haag Centraal – Leiden Centraal geldt dat er elk kwartier een Intercity-verbinding is en tevens is er een rechtstreekse Sprinterverbinding. De Sprinterverbinding is duidelijk langer: 7 minuten op een Intercity-reistijd van 11 minuten. De relatie is geen onderdeel van de set waarop was gekalibreerd.

	Realisatie	VISUM
14:03 - 14:14  Intercity ⌚ 0:11 ⌘ 0x >	46%	49%
14:14 - 14:25  Intercity ⌚ 0:11 ⌘ 0x >	45%	38%
14:17 - 14:35  Sprinter ⌚ 0:18 ⌘ 0x >	9%	13%

Tabel 6: reismogelijkheden VISUM relatie Den Haag CS – Leiden Centraal

Uit de kalibratie blijkt dat de reistijd in de Sprinter in generieke zin 1,08 keer zo lang wordt ervaren als de reistijd in de Intercity. Dus los van het feit dat de reistijd in de Sprinter al langer is, wordt deze nóg langer ervaren.

4.5 Rotterdam Centraal – Amsterdam Zuid: wel of geen toeslag/ Intercity direct

Voor de relatie Rotterdam Centraal – Amsterdam Zuid geldt dat een overstap noodzakelijk is. Er zijn vier reismogelijkheden, waarvan één reismogelijkheid een deel met de Intercity direct bevat¹ met een extra toeslag van €2,40 maar een beduidend kortere reistijd (25 minuten korter). De relatie is onderdeel van de set waarop is gekalibreerd.

	Realisatie	VISUM
14:07 - 15:11  Intercity +  Intercity ⌚ 1:04 ⌘ 1x >	21%	24%
14:09 - 14:48 Intercity direct +  Sprinter ⌚ 0:39 ⌘ 1x > € 2,40 toeslag	72%	74%
14:22 - 15:34  Intercity +  Sprinter ⌚ 1:12 ⌘ 1x >	1%	1%
14:25 - 15:35  Sprinter +  Intercity ⌚ 1:10 ⌘ 1x >	3%	1%

Tabel 7: reismogelijkheden VISUM (nieuwe instellingen) relatie Rotterdam Centraal – Amsterdam Zuid

¹ In de gebruikte dienstregeling reed de Intercity direct nog slechts 2 keer per uur

Uit ROCKT blijkt dat op deze relatie in de realisatie ongeveer 72% van de reizigers gebruik maakt van de Intercity direct. Als gevolg van het prijsverschil worden ook de langere reismogelijkheden zonder toeslag gekozen. De modellering van impact van toeslag op treinkeuze (op basis van de Value of Time) laat een vergelijkbaar beeld zien.

4.6 Verschillen tussen periodes

Onderzocht is ook of de tijd van de dag invloed heeft op het keuzegedrag. Dit blijkt in een aantal situaties zeker het geval te zijn. Voorbeelden:

- Reizigers in de dalperiode hebben een hogere overstapweerstand en vinden snelheid minder belangrijk. Zij zullen vaker voor een rechtstreekse verbinding kiezen dan andere reizigers. Dit is te verklaren door het feit dat reizigers in de dalperiode vaker een sociaal-recreatief motief hebben en minder gebonden zijn aan een specifiek vertrek- of aankomsttijdstip. Daarnaast zijn deze reizigers vaak minder frequente treinreizigers, die liever de onzekerheid van een overstap mijden.
- De ochtendspits en de avondspits verschillen wat betreft de coëfficiënten voor de " ΔT 's", de mate waarin de vertrektijd naar voren dan wel naar achteren mag worden aangepast. Reizigers maken andere tijdgerelateerde keuzes wanneer zij naar hun werk gaan dan wanneer zij naar huis gaan.

5. Conclusie

De primaire doelstelling van dit project was het creëren van een verdeelfunctie, die goed het reizigersgedrag weerspiegelt. Uit de onderzochte keuzesituaties en nadere analyses op baanvakniveau, overstapstromen, etc. blijkt dat de nieuwe verdeelfunctie daar goed in slaagt. In alle onderzochte keuzesituaties (met of zonder overstap, met reistijdverschillen, treinsoortverschillen, onregelmatige tijdligging, wel of geen toeslag, etc.) werden plausibele resultaten gevonden. Ook voor relaties die een combinatie van keuzesituaties bevatten werd een goede verdeling gevonden. Voor vrijwel alle onderzochte relaties geven de nieuwe instellingen betere resultaten dan de oude. Op totaalniveau verschillen verdeelresultaten met de nieuwe instellingen op een groot aantal punten overigens nauwelijks met de verdeelresultaten met de oude instellingen. Pas als op details wordt ingezoomd is op sommige relaties duidelijk een verbetering zichtbaar.

Dankzij de OV-Chipkaart zijn NS en ProRail in staat om veel beter te verklaren waarom reizigers bepaalde reismogelijkheden kiezen en daarmee te voorspellen hoe reizigers zich zullen gaan verdelen in een nieuwe dienstregeling. Deze kennis speelt een cruciale rol bij het ontwerpen en toetsen van nieuwe dienstregelingen, bij het bepalen van materieelinzet, het toewijzen van opbrengsten en het maken van lange termijn prognoses.

Literatuur of Referenties

N Guis, S Nijënstein, *Modelleren van klantvoorkeuren in dienstregelingsstudies, 2015 (CVS)*

B. de Keizer, M. Kouwenhoven en F. Hofker, *New Insights in resistance to interchange, 2014 (ETC)*

E. Neuteboom, *Reizigersstromen in trein en station, mei 2016 (bijdrage voor Projectie: IPMA-tijdschrift voor projectmanagement)*

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM, *De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden, 2013 (Rapport)*