

# **Prognosemodel De Kast: actuele en onderbouwde prognoses voor treinmobiliteit**

Jan Banninga – Nederlandse Spoorwegen – jan.banninga@ns.nl  
Jasper Willigers – Significance – willigers@significance.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
21 en 22 november 2019, Leuven**

## **Samenvatting**

Prognosemodellen zijn onmisbaar bij studies naar de toekomstige mobiliteit. Ze geven een inschatting van wat nog komen moet en geven inzicht in effecten van mogelijke omgevings- en beleidsscenario's. Op basis van deze inzichten wordt beleid ontwikkeld om Nederland bereikbaar te houden.

Het prognosemodel De Kast is het afgelopen decennium intensief gebruikt als beleidsinstrument bij NS. Daarnaast zijn meerdere landelijk strategische spoorstudies uitgevoerd met het model. Door middel van elasticiteiten berekent het model een bijdrage aan de groei of krimp in het aantal reizen per stationsrelatie als gevolg van de effecten van de economie, demografie, ontwikkeling van het autogebruik, kwaliteit van het voor- en natransport en de dienstregeling. Om te zorgen dat het model aansluit bij de informatiebehoefte en recente gegevens over reizigersgedrag is in 2018 een modelherschikking uitgevoerd.

Bij de modelschatting is gebruik gemaakt van een lange tijdreeks vanaf 1997. Voor recente jaren geldt dat OV-Chipkaartgegevens een stabiel en consistent beeld schetsen van de treinmobiliteit. Om het model goed te laten aansluiten bij de informatiebehoefte geldt verder:

- Een modellering in dagdelen in plaats van motieven sluit beter aan bij de behoefte aan goede spitsprognoses. Er zijn veel realisatie-gegevens beschikbaar op dagdeelniveau en in de toepassing worden analyses uitgevoerd op dagdeelniveau;
- Het stationskeuzemodel dat geïntegreerd in De Kast wordt opgenomen, is sterk verbeterd. In het verbeterde stationskeuzemodel wordt rekening gehouden met de deur-tot-deur reis en verschillende voor- en natransportmiddelen. Hierdoor worden effecten van bijvoorbeeld een nieuwe metroverbinding beter ingeschat;
- Er is meer differentiatie voor dienstregelingseffecten gewenst: Er is onderzocht wat de impact is van grote/kleine veranderingen, verbeteringen/verslechtingen, korte/lange afstand en ingroei-effecten op de vervoersvraag.

De schatting van de elasticiteiten is gedaan met een optimaliseringsalgoritme, waarin a) de som van de kwadratische afwijking tussen de waargenomen en gemodelleerde volumegroei wordt geminimaliseerd en b) elke observatie gewogen kan worden meegenomen in de minimalisatieprocedure. Uitkomsten zijn gevalideerd aan de hand van bandbreedtes en gemiddelden van de elasticiteiten afkomstig uit een uitgevoerd literatuuronderzoek.

Met de recente aanpassingen heeft NS een actueel prognosemodel, geschat op recente gegevens. Het geeft NS inzichten in de toekomstige treinmobiliteit en reizigersstromen op een voldoende gedetailleerd niveau. De betrouwbare en nauwkeurige prognoses zijn daarmee goed toepasbaar voor de brede waaier aan NS-beleid. Ze helpen om voor de toekomst de juiste uitbreidingen te doen in het materieelpark, bij het maken van verstandige keuzes in de dienstregelingontwikkeling en in de businessplanning.

## 1. Achtergrond

### 1.1 Prognoses onmisbaar voor beleid

De trein draagt in grote mate bij om Nederland bereikbaar te houden. Dagelijks maken meer dan een half miljoen mensen gebruik van de trein. Het railnetwerk verbindt steden; belangrijke woon-, werk- en winkellocaties zijn, zeker in combinatie met stedelijk openbaar vervoer en aanvullende ov-diensten, goed te bereiken met de trein. NS denkt goed na welk beleid en maatregelen nodig zijn om continuïteit te borgen. Wanneer naar de toekomst wordt gekeken, moet rekening worden gehouden met tal van factoren. Er moet worden geanticipeerd op een toenemende vervoersvraag, verstedelijking en maatschappelijke vraagstukken zoals het klimaatvraagstuk. Ook wensen van reizigers en stakeholders worden meegenomen, het gaat daarbij om zowel stedelijke regio's, landelijke regio's en de grensgebieden. Op verschillende schaalniveaus zal dat om uiteenlopende oplossingen vragen.

Een goede inschatting van de omvang de toekomstige treinmobiliteit is van groot belang bij het opstellen van beleid en besluitvorming. NS gebruikt al jaren het prognosemodel 'De Kast'. De Kast geeft reizigersprognoses voor verschillende tijdhorizonten (van één jaar tot 20 jaar) en detailniveaus. Deze prognoses worden binnen NS gebruikt bij uiteenlopende vraagstukken voor zowel de korte (o.a. effect van dienstregelingwijzigingen voor het komende jaar), middellange (o.a. aan- en verkoop materieel) als de lange termijn (o.a. investeringsprogramma's).

#### *Elasticiteitenmodel De Kast*

De Kast is een elasticiteitenmodel: door middel van elasticiteiten voor variabelen die van invloed zijn op de ontwikkeling van de treinmobiliteit, berekent het model de verandering van het aantal treinreizen. Het is van belang dat De Kast aansluit bij actueel reizigersgedrag en dat het goed toepasbaar is voor specifieke NS-vraagstukken. De kracht van het model ligt in de volgende eigenschappen:

- Hanteren flexibele input (het definiëren van eigen scenario's, maar ook specifieke uitgangspunten voor Schiphol of effecten van de doortrekking van de Noord-Zuidlijn);
- Effecten worden over meerdere jaren gespreid (vertragingseffecten);
- Effectopbouw kan worden afgeleid. Door de modulaire opbouw kunnen effecten geïsoleerd worden getoond.

Deze eigenschappen maken dat De Kast-prognoses geschikt zijn voor jaar-op-jaar analyses. Geïsoleerde effecten van bijvoorbeeld NS-beleid zijn goed af te leiden en het is mogelijk een ruimtelijke verdeling van effecten inzichtelijk te maken.

#### *Herschattning elasticiteiten*

Afgelopen jaar zijn de elasticiteiten herschat en is er een update geweest van het model naar versie De Kast 3.0. Er is daarbij rekening gehouden met de volgende afwegingen:

- Er is meer data (o.a. chipkaartgegevens) beschikbaar voor een goede schatting van de elasticiteiten;
- Modelleren in dagdelen in plaats van motieven sluit beter aan bij de behoefte aan betere spitsprognoses;

- Geïntegreerd stationskeuzemodel is sterk verbeterd, zie ook “Een op herkomst en bestemming gebaseerd stationskeuzemodel” (Mats Verschuren, CVS 2016);
- Er is behoefte aan meer differentiatie voor dienstregelingseffecten: grote/kleine veranderingen, verbeteringen/verslechtingen, korte/lange afstand, ingroei-effect.

## 1.2 Achtergrond De Kast

In 2009 is de eerste versie van het NS-prognosemodel De Kast opgeleverd. Bij de ontwikkeling van De Kast is vastgesteld dat het ontwerp van het model moet voldoen aan de volgende kenmerken (De Keizer, De Vries, De Bruyn, CVS 2009):

- Transparant: Uitkomsten moeten goed verklaarbaar zijn door een gedetailleerde effectopbouw;
- Actueel: uitgaan van zo recent mogelijke basiscijfers;
- Consistent: sluit aan bij bestaande modellen en geeft jaar-op-jaar prognoses;
- Bottom-up: het totaal is de som van prognoses van individuele stationsrelaties, bepaald door lokaal gedifferentieerde input.

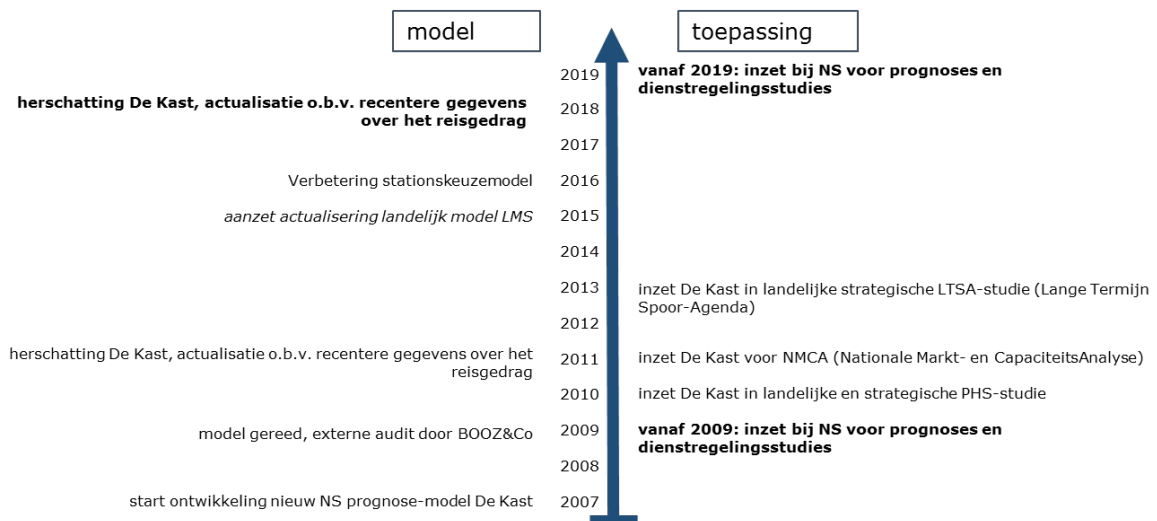
### *Modulaire opbouw*

Er is gekozen voor een modulaire opbouw van een “Kast” met “Lades”. Basis van het model is de meest recente stationsrelatiematrix. De stationsrelatiematrix is een herkomst-bestemmingsmatrix van alle stations in Nederland. Door middel van elasticiteiten levert iedere module van het model een bijdrage aan de groei of krimp in het aantal reizen per stationsrelaties. De belangrijkste modules berekenen de effecten van de economie, demografie, ontwikkeling van het autogebruik, kwaliteit van het voor- en natransport en de dienstregeling.

Door de modulaire opbouw kan de bijdrage aan de groei voor iedere module afzonderlijk worden berekend. Dit is een enorm voordeel ten opzichte van veel andere modellen, waarvan niet altijd duidelijk is welke effecten de grootste invloed op de groei hebben. Het model geeft daarbij onderscheid in het effect van exogene en van endogene ontwikkelingen. Voorbeelden van exogene ontwikkelingen zijn de economische- en demografische ontwikkelingen, filedruk en kosten van het autogebruik. Beleid van NS is daarbij vooral volgend op de ontwikkelingen. NS heeft wel invloed op de endogene ontwikkelingen en daarmee de ontwikkeling van de treinmobiliteit. Voorbeelden zijn de dienstregeling van de toekomst, tarief en opening of sluiting van stations.

## 1.3 Historie De Kast

De Kast is door de jaren heen ingezet bij zowel interne als externe studies. Elk jaar stelt NS bijvoorbeeld nieuwe prognoses op voor intern gebruik, waarbij wordt uitgegaan van actuele uitgangspunten en recente gegevens over de treinmobiliteit. Tot 2017 is De Kast eveneens ingezet voor landelijke strategische spoorstudies in opdracht van het Ministerie, zoals de PHS-studie (Programma Hoogfrequent Spoor) en de LTSA-studie (Lange Termijn Spoor-Agenda), zie verder ook figuur 1.

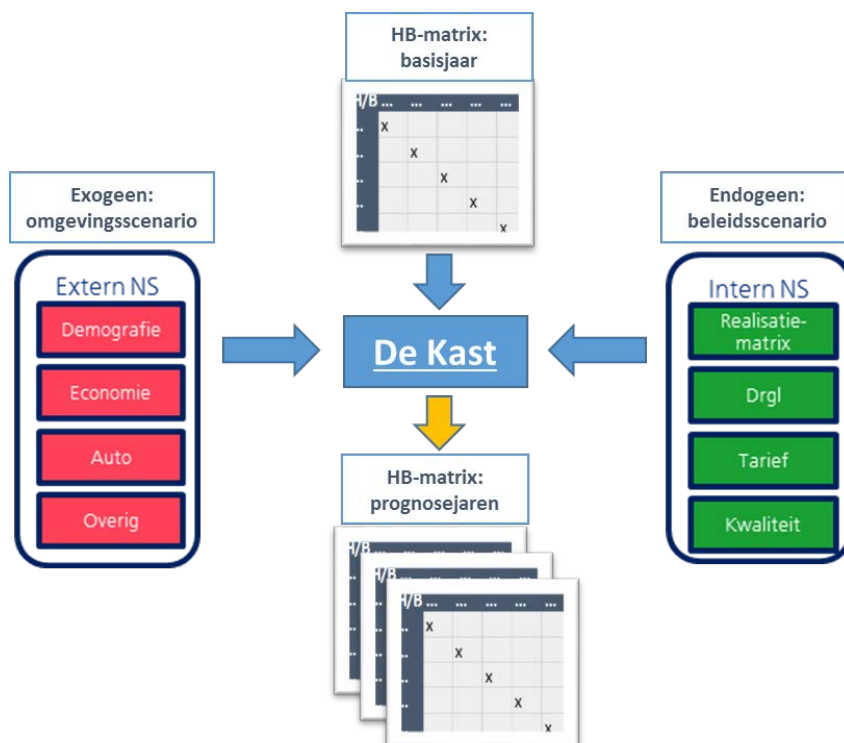


Figuur 1: Globaal overzicht ontwikkeling en gebruik prognosemodel De Kast

## 2. Herschatting De Kast

### 2.1 Modelbeschrijving

De basis voor alle prognoses uit De Kast is de huidige vervoersomvang gedefinieerd in een stationsrelatiematrix. Het prognosemodel De Kast bestaat vervolgens uit vier modules met elk een eigen rol die de effecten van toekomstscenario's op de vervoersvraag berekenen. Er is daarbij onderscheid in de omgevingsscenario's waarin de sociaal-economische ontwikkelingen zijn gedefinieerd en de beleidsscenario's waarin ontwikkelingen in het trein- en openbaar vervoer product (bijv. de dienstregeling) zijn gedefinieerd, zie figuur 2.



Figuur 2: Overzicht invoer en uitvoer De Kast

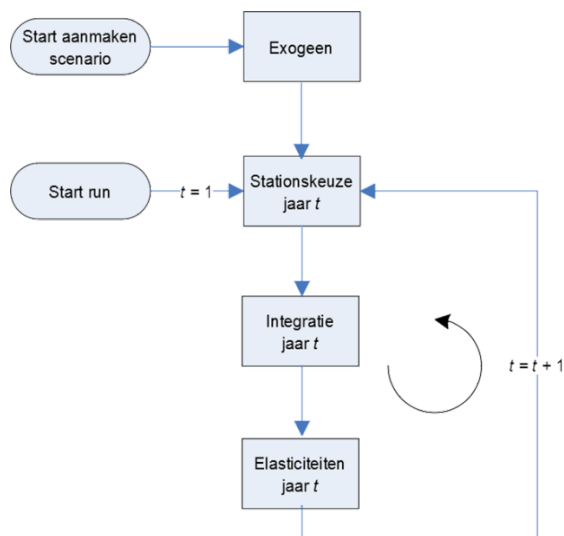
Sociaal-economische ontwikkelingen, zoals bevolkingsgroei, bepalen mede de toekomstige vervoersvraag. Er wordt een omgevingsscenario aangeboden, waarin voor één of enkele toekomstjaren een stand van zaken voor economie, demografie en autobezit en –gebruik zijn gedefinieerd. De **exogene module** zorgt ervoor dat invoer van een scenario voor de relevante variabelen wordt omgezet in een tijdreeks op gemeenteniveau voor elk jaar in de te analyseren periode.

De **stationskeuzemodule** berekent de kans dat iemand via een route reist, gegeven de herkomst en bestemming (op PC4-niveau) van de reis. Het gaat dan om de keuze van de in- en uitstapstations en de voor- en natransportwijzen. Deze keuze is afhankelijk van het voor- en natransport, maar ook van de reistijd in de trein.

De **integratiemodule** combineert het exogene omgevingsscenario met de stationskeuze. Het scenario per gemeente wordt met behulp van de stationskeuzekansen vertaald naar een scenario per stationsrelatie. Daarnaast wordt uit het verschil tussen de stationskeuzekansen van opeenvolgende jaren een raming gemaakt van het aantal reizigers via nieuw geopende stations.

Het **elasticiteitenmodel** verwerkt het scenario van exogene ontwikkelingen per stationspaar samen met ontwikkelingen van de Level of Service (LOS) en reiskosten in de stationsrelatiematrix. Stationsrelaties van en naar nieuw geopende stations worden aan de matrix toegevoegd.

De Exogene module moet voor een omgevingsscenario eenmalig uitgevoerd te worden. De andere drie modules zijn afhankelijk van het beleidsscenario (o.a. uitgedrukt in Level of Service van de trein). Figuur 3 toont de volgorde waarin de modules worden uitgevoerd. Voor elk jaar worden de drie modules – stationskeuzemodule, integratiemodule en elasticiteitenmodule – achtereenvolgens uitgevoerd. De elasticiteitenmodule leest daarbij de matrix van het voorgaande jaar en berekent nieuwe reizigersaantallen.



*Figuur 3: Volgorde waarin modules worden uitgevoerd*

NS voert eens in de vier jaar een herschatting van het prognosemodel uit. Door gebruik te maken van recente inzichten en gegevens over het reisgedrag sluit het model goed aan bij de actualiteit. Daarnaast zijn soms aanpassingen in de modelformulering gewenst op basis van ervaringen bij de modeltoepassing.

## 2.2 Keuzes en data

Voor de modelschattingen zijn data uit verschillende bronnen gecombineerd:

- Reizigersaantallen uit stationsrelatiematrices vanaf 1997;
- Endogene verklarende variabelen uit de LOS-matrices vanaf 1997;
- Exogene verklarende variabelen uit een modeltoepassing met historische data.

Binnen de matrices met reizigersaantallen en de LOS-waarden zijn nog enkele selecties gemaakt om te bepalen welke relaties wel en niet meegenomen zijn in de modelschatting. Er is rekening gehouden met wisselende concessies, internationale reizen zijn niet meegenomen en is een trendbreuk-analyse uitgevoerd om outliers te detecteren. Voor recente jaren geldt dat OV-Chipkaartgegevens een stabiel en consistent beeld schetsen van de treinmobiliteit. Omdat groeicijfers uit deze recente gegevens nauwkeuriger zijn dan van langer geleden, krijgen deze een hoger gewicht in de modelschatting.

De exogene variabelen worden bepaald door een run te doen de exogene module, de stationskeuzemodule en de integratiemodule. Hiervoor worden historische data gebruikt. Voor de exogene variabelen zijn de historische gegevens afkomstig van de volgende databronnen:

- LMS-SEGS: De LMS-SEGS omvatten ruimtelijke gegevens (op LMS-zoneniveau: 1406 zones in Nederland) over onder andere bevolkingsomvang, studenten, beroepsbevolking, arbeidsplaatsen en autobezit. Omdat de LMS-SEGS veel gebruikt worden als bron voor scenario's, is ook voor de historische gegevens zoveel mogelijk van de LMS-SEGS gebruikgemaakt;
- LMS-runs: Autoreistijden zijn afkomstig van consistente LMS-runs van enkele historische jaren (1995, 2000, 2006 en 2008) en het toekomstjaar 2020. Tussenliggende jaren zijn geïnterpoleerd, waarbij rekening is gehouden met de jaarlijkse landelijke ontwikkeling van het reistijdverlies op het hoofdwegennet;
- CBS Statline: Van CBS Statline worden gegevens gebruikt van het bruto regionaal product en van de ontwikkeling van de brandstofkosten en parkeerkosten voor het autoverkeer.

Tabel 1 geeft de databron per variabele voor de exogene module.

Variabele	Ruimtelijk detailniveau	Bron
<i>Bevolking</i>		
Bevolkingsomvang totaal	PC4	LMS SEGS
Bevolkingsomvang per leeftijdsklasse (in 9 klassen)	Gemeente	LMS SEGS
Aantal studenten (WO en HBO, alleen voltijdstudenten)	Gemeente	LMS SEGS
<i>Economie</i>		
Aantal arbeidsplaatsen	Gemeente	LMS SEGS
Werkzame beroepsbevolking per leeftijdsklasse	Gemeente	LMS SEGS
Bruto Binnenlands Product tegen marktprijzen	Regionaal/Landelijk <sup>1</sup>	CBS Statline
<i>Autobezit en –gebruik</i>		
Autobezit	Gemeente	LMS SEGS
Gemiddelde autoreistijd (index)	COROP-relaties	LMS-runs
Benzineprijs (€/l)	Landelijk	CBS Statline
Benzineefficiëntie (l/km)	Landelijk	CBS Statline
Aantal benzineauto's	Landelijk	CBS Statline
Dieselprijs (€/l)	Landelijk	CBS Statline
Dieseleefficiëntie (l/km)	Landelijk	CBS Statline
Aantal dieselauto's	Landelijk	CBS Statline
Parkeerkosten (CPI parkeren en tol)	Landelijk	CBS Statline

Tabel 1: Overzicht invoervariabelen voor de exogene module

### 2.3 Resultaten modelschatting

De groei van het aantal reizigers (volume) is gemodelleerd in de vorm van een elasticiteitenmodel:

$$\text{VolumeGroei}(h,b,r;j) = C \times \text{fac1}^{\text{elast1}} \times \dots \times \text{facN}^{\text{elastN}}$$

waarbij :

VolumeGroei : groeifactor van het aantal reizigers op de relatie (h,b,r) voor het jaar j

h : herkomstzone

b : bestemmingszone

r : richting van de verplaatsing (heen of terug)

j : jaar

C : constante groeifactor: deze factor kan door de modelschatting bepaald worden

fac1...N : verklarende factor, bijvoorbeeld groei van aan tal inwoners in een bepaalde zone

elast1...N : elasticiteit van de verklarende factor: deze factor kan door de modelschatting bepaald worden

De schatting van de elasticiteiten is gedaan met een optimaliseringsalgoritme, waarin a) de som van de kwadratische afwijking tussen de waargenomen en gemodelleerde volumegroei wordt geminimaliseerd en b) elke observatie gewogen kan worden meegenomen in de minimalisatieprocedure. Van alle mogelijke minimalisatieprocedures is gekozen voor de (aangepaste) methode van Powell<sup>1</sup>. Deze methode werkt in meerdere dimensies, is relatief snel, en vereist niet dat de modelspecificatie een nette afgeleide

<sup>1</sup> Zie Press et al. (2007) "Numerical Recipes –the Art of Scientific Computing" hoofdstuk10.7, Cambridge University Press

functie heeft. Dit geeft flexibiliteit om ook specificaties met een knik of een sprong te testen/ schatten.

De schatting is uitgevoerd in een aantal fasen:

- fase 1: de afhankelijkheid van de dienstregeling/ gegeneraliseerde reistijd (GRT);
- fase 2: de productie / attractiefactoren;
- fase 3: spoor-specifieke factoren;
- fase 4: auto-specifieke factoren.

In **fase 1** zijn de dienstregelingseffecten onderzocht. Voor dienstregelingontwerp is het van belang dat dienstregelingseffecten correct worden bepaald. Onderzocht is in hoeverre differentiatie voor deze effecten kan worden aangebracht: grote/kleine veranderingen, verbeteringen/verslechtingen, korte/ lange afstand, ingroei-effect.

Uit eerder onderzoek (o.a. in Zwitserland) is bekend dat de GRT-elasticiteit op een bepaalde hb-relatie afhangt van de afstand. In de schatting komt dit eveneens naar voren, op kortere afstanden is de elasticiteit lager. Vanaf ongeveer 40 kilometer is de elasticiteit constant.

Uit prospect theory is bekend dat reizigers anders kunnen reageren op verbeteringen en verslechtingen. Uit de testen kwam een duidelijk verschil naar voren. Een kanttekening wordt hier gemaakt. Door onderscheid aan te brengen in verbeteringen en verslechtingen kunnen ongewenste effecten optreden wanneer een relatie tijdelijk verbetert/verslechtert in de dienstregeling. De modelschatting is daarom uitgevoerd met en zonder onderscheid naar verbeteringen en verslechtingen.

Wanneer reizigers geconfronteerd worden met wijzigingen in de dienstregeling, het tarief of kwaliteit, dan reageren ze niet allemaal direct. Op korte termijn is niet iedereen in staat gedrag aan te passen. Het kan tot twee jaar duren voordat alle reizigers hun gedrag hebben aangepast. Het meenemen van vertraagde effecten van dienstregelwijzigingen is van groot belang om nauwkeurige jaar-op-jaar prognoses op te stellen.

Reizigers kunnen eveneens anders reageren op grote/ kleine veranderingen. In de modelschatting komt dit eveneens naar voren. Ook hier bestaat echter een risico op ongewenste effecten, waardoor deze differentiatie niet in alle modelschattingen is meegenomen.

Tot slot wordt in fase 1 het stationskeuze-effect bepaald, inclusief vertraagde effecten: wanneer iemand een reis wil maken tussen een herkomst- en een bestemmingszone, dan kan hij in bepaalde gevallen (bijv. bij een reis tussen twee grote steden) kiezen uit meerdere in- en uitstapstations. Wanneer de dienstregeling op één combinatie van een in- en een uitstapstation verbetert, dan wordt die combinatie meer gebruikt en andere combinaties minder. In dat geval zullen reizigers vanaf een groter gebied gebruik gaan maken van deze stations en daardoor zal het aantal reizen op deze relatie toenemen. Met behulp van het stationskeuzemodel kunnen deze effecten worden meegenomen in de modelschatting.

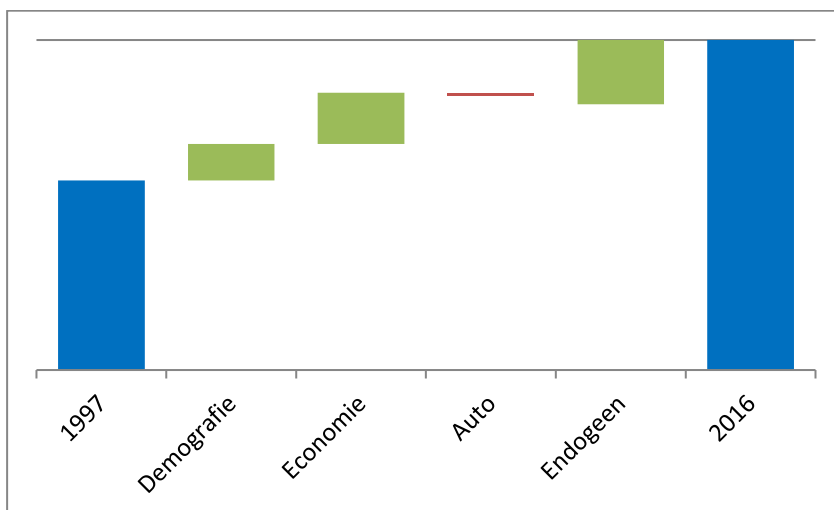


In **fase 2** is bepaald welke productie- en attractiefactoren een verklarende factor zijn voor de groei van het aantal reizigers. Deze factoren zijn additioneel op de bepaalde factoren die met de ontwikkeling van de dienstregeling te maken hebben. Grofweg zijn de productie- en attractiefactoren onder te verdelen in demografische- en economische factoren.

Naast de dienstregeling zijn er nog andere spoor-specifieke factoren die een verklarende factor zijn voor de groei van het aantal reizigers. Hierbij is gekeken naar de klanttevredenheidsscore (als maat voor de kwaliteit van de dienstverlening), het tarief, maar ook het sluiten van poortjes en stationsverbouwingen. In **fase 3** zijn deze factoren onderzocht en nader bepaald.

Tot slot is in **fase 4** bepaald welke auto-specifieke factoren (autobezit, autokosten, parkeerkosten en reistijd auto) een verklarende factor zijn voor de groei van het aantal reizigers.

De uitkomsten van de modelschatting zijn gevalideerd aan de hand van bandbreedtes en gemiddelden van de elasticiteiten afkomstig uit een uitgevoerd literatuuronderzoek. Er zijn back-casts uitgevoerd voor de periode waarop de modellen geschat zijn. Aandachtspunt is de constatering dat in tijden van bovengemiddelde economische groei of krimp het treingebruik erg complex te voorspellen is. Figuur 4 toont een watervaldiagram voor de ontwikkeling van het treingebruik 1997-2016 (gemiddelde werkdag) op basis van een back-cast met De Kast. De endogene variabelen dragen sterk bij aan de groei van het treingebruik, dit is in lijn met het KiM-rapport "Verklaring van de ontwikkeling van het ov-gebruik in Nederland over 2005-2016" (Van der Loop, Bakker, Savelberg, Kouwenhoven, Helder, KiM 2018).

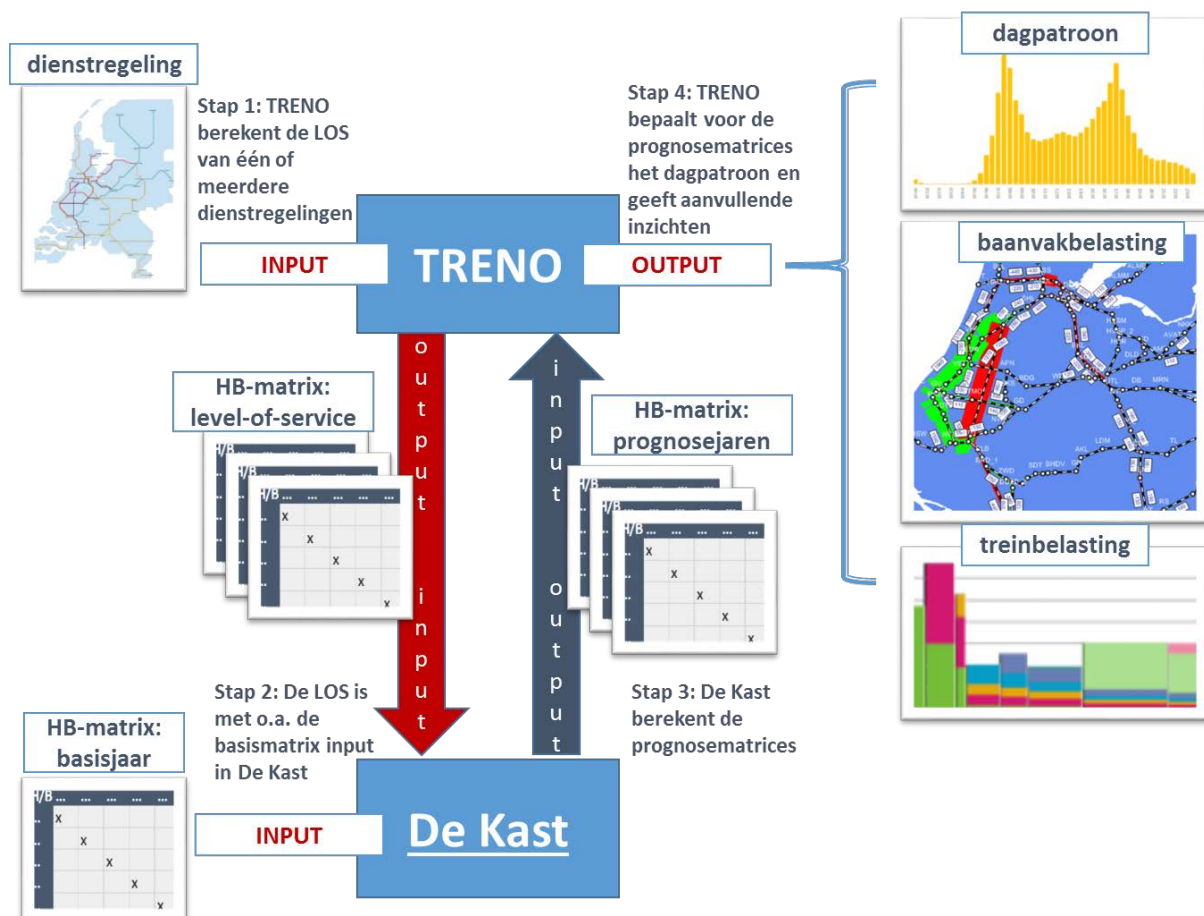


Figuur 4: Ontwikkeling 1997-2016 op basis van een back-cast

### 3. Modelinzet NS

#### 3.1 Overzicht modellen NS: De Kast en TRENO

De Kast staat niet enkel op zichzelf. Zowel aan de input- als aan de outputzijde is afstemming vereist. Essentieel daarbij is de relatie tot het recent ontwikkelde model TRENO. Het model deelt reizen toe aan de dienstregeling en maakt het mogelijk dienstregelingen integraal te toetsen op klantattractiviteit, rendement en uitvoerbaarheid. TRENO wordt uitgebreid beschreven in het paper "TRENO: Integraal rekenen voor een betere dienstregeling" (Verschuren, Guis en Hogenberg, CVS 2018). Figuur 4 geeft de interactie tussen De Kast en TRENO weer.



Figuur 4: samenhang vervoersmodel TRENO en prognosemodel De Kast

TRENO wordt gebruikt om de Level of Service (LOS) te berekenen van een dienstregeling (stap 1). De LOS is een maat voor de kwaliteit van de dienstregeling voor de reiziger op elke willekeurige stationsrelatie, zie ook "Modelleren van klantvoorkeuren in dienstregelingsstudies" (Guis en Nijenstein, CVS 2015). Voor elke minuut van de dag wordt berekend wat de gegeneraliseerde reistijd is die bestaat uit de reistijd in de trein, de overstapweerstand (reizigers reizen liever rechtstreeks), toeslagweerstand (omrekening op basis van Value of Time) en de weerstand voor eventuele wachttijd (een verbinding met een hoge frequentie heeft minder wachttijd).

De LOS is input in De Kast, zodat de effecten van wijzigingen in de dienstregelingen meegenomen worden in de prognoses (stap 2). De LOS wordt als een matrix aangeboden aan De Kast.

De Kast levert stationsrelatiematrices die de toekomstige treinmobiliteit beschrijven (stap 3). De reizen uit deze matrices kunnen met TREN0 worden toegedeeld aan een dienstregeling. De functionaliteiten van TREN0 maken het mogelijk om prognosematrices op etmaalniveau te vertalen naar half-uursmatrices en deze toe te delen aan treinen (stap 4). Op deze wijze wordt inzicht gekregen in baanvak- en treinbelastingen en overstapstromen op een gedetailleerd niveau. Door toedelingsresultaten van verschillende situaties met elkaar te vergelijken worden reizigerseffecten zichtbaar en kan bijvoorbeeld worden afgeleid in welke treinseries en op welke trajecten groei plaatsvinden.

### *3.2 LMS prognoses en De Kast*

De Kast is het prognosemodel van NS, maar werd tot 2017 ook door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) ingezet voor spoorprognoses en landelijk strategische spoorstudies. Na de oplevering van versie 3 van het Groeimodel voor het Landelijk Model Systeem (LMS) in 2017 worden deze studies uitgevoerd met het LMS. Het LMS geeft mobiliteitsprognoses voor de vervoerswijzen autobestuurder, autopassagier, trein, bus, tram of metro, fietsen en lopen. Het LMS is daarmee in tegenstelling tot De Kast een multimodaal prognosemodel waarin vervoerswijzekeuze wordt meegenomen. Onder andere de NMCA 2017 is uitgevoerd met het LMS en brengt potentiële bereikbaarheidsopgaven en mobiliteitsknelpunten op de lange termijn in beeld. De NMCA Spoor 2030-2040 is daar onderdeel van. Samen met het ministerie, regionale overheden en ProRail zoekt NS naar oplossing voor knelpunten en gebruikt daarvoor het LMS.

LMS-prognoses zijn een stip aan de horizon. Om verdere groei en veranderingen in de toekomst op te vangen is het nodig op tijd te anticiperen. Actuele prognoses die door De Kast zijn opgesteld helpen daarbij, omdat niet enkel de stip aan de horizon wordt geschetst maar ook het bijbehorende groeipad. Doordat voor de lange termijn gebruik wordt gemaakt van de Welvaart en Leefomgeving (WLO) zijn de omgevingsscenario's tot zekere hoogte op elkaar afgestemd. Verschillen zijn er echter ook in zowel invoergegevens als modelwerking waarbij De Kast-prognoses zich kenmerken door:

- Gebruik van recente inzichten uit de realisatie. Als basisjaar wordt uitgegaan van de vervoersvraag uit het voorgaande kalenderjaar;
- Hanteren van actuele inzichten over de verwachte exogene en endogene ontwikkelingen;
- Achterliggende uitgangspunten die zijn toegespitst op de treinmobiliteit, er is in detail rekening gehouden met het treinproduct, de NS-dienstverlening en de ontwikkelingen van jaar op jaar;
- Een inschatting voor tussenliggende jaren, zodat ook de jaarlijkse ontwikkeling van de treinmobiliteit wordt geprognosticeerd;
- Een midden-scenario dat geldt als 'meest realistische' inschatting en aanvullende scenario's waarmee een realistische bandbreedte voor specifiek de treinmobiliteit wordt weergegeven;

De prognoses uit De Kast zijn hiermee goed toepasbaar voor de brede waaier aan NS-beleid.

### 3.3 Toepassingen bij NS

Sinds de oplevering van de eerste versie, heeft De Kast een prominente plek gekregen in het beleid van NS. Het model wordt onder andere toegepast bij de volgende vraagstukken:

- **Invulling van het materieelpark.** Is bijvoorbeeld nieuw materieel nodig en vanaf welk jaar moet dit instromen? Omdat ook bij een bovengemiddelde groei van het aantal reizigers er wel voldoende treinen moeten zijn, wordt bij deze beslissingen vooral gekeken naar een scenario met sterke groei;
- **Businessplanning en bepalen van budgetten.** De toekomstige vervoersvraag geeft inzicht in toekomstige kosten en opbrengsten. Om een financieel gezond beleid te voeren zijn deze inzichten cruciaal;
- **Strategie-ontwikkeling.** Hoe ziet het toekomstige verplaatsingspatroon eruit en hoe moet er geanticipeerd worden op toekomstige ontwikkelingen? Maar ook, wat is de impact van de invloed die NS daar nog op kan uitvoeren?
- **Dienstregelingontwikkeling.** NS studeert voortdurend aan de dienstregeling van morgen. Dit is een iteratief proces, waarin dienstregelingseffecten uit meerdere varianten tegen elkaar worden afgewogen en een variant vervolgens wordt geoptimaliseerd. Maar ook, wanneer kunnen productstappen het beste worden uitgevoerd?
- **Stationsbeleid.** Groeit een station mee met de landelijke trend? Zijn er aanvullende voorzieningen/ faciliteiten nodig wanneer gekeken wordt naar het toekomstige aantal in-, uit- en overstappers.

Naast bovenstaande vraagstukken zijn er nog talloze toepassingen, zoals keuzes over opening- of sluiting van stations, de bepaling van prijseffecten en het tariefbeleid.

## 4. Conclusie

De nieuwe versie van De Kast geeft een doorkijk naar de toekomst. De prognoses zijn de basis voor beleid en helpen bij het maken van verstandige keuzes. Er is echter nog veel onzekerheid, zoals een verdere invulling van het klimaatbeleid en de impact van technologische ontwikkelingen. Toch bieden de prognoses houvast en kan het prognosemodel gebruikt worden om verschillende scenario's door te rekenen.

Een prognosecijfer staat niet op zichzelf, meerdere factoren zijn van invloed. Voor de juiste invulling van beleid is het relevant te weten wat de impact is van de factoren die leiden tot groei danwel krimp. Door de modulaire opbouw van De Kast is een effectopbouw goed uit te voeren.

Ook een prognosemodel staat niet op zichzelf. De afstemming tussen De Kast en TRENO biedt NS tal van analysemogelijkheden. Zo kan worden onderzocht in welke treinen drukker worden en met welke dienstregeling verwachte knelpunten voorkomen kunnen worden.

## **Literatuur of Referenties**

“TRENO: Integraal rekenen voor een betere dienstregeling”, Mats Verschuren, Niek Guis en Justin Hogenberg, bijdrage aan CVS 2018.

“Modelleren van klantvoorkeuren in dienstregelingsstudies”, Niek Guis en Sandra Nijënstein, bijdrage aan CVS 2015

“Nieuw prognosemodel “De Kast” als beleidsinstrument”, Bart de Keizer, Bert de Vries en Menno de Bruyn, bijdrage aan CVS 2009

“Nationale Markt- en Capaciteits Analyse”, Ministerie IenW, mei 2017

“Een op herkomst en bestemming gebaseerd stationskeuzemodel”, Mats Verschuren, bijdrage aan CVS 2016

“Herschattning elasticiteitenmodel De Kast – Schattingsrapportage”, Jasper Willigers, Marco Kouwenhoven, juni 2019