

**DYNAMO: EEN NIEUW DYNAMISCH AUTOMARKT MODEL VOOR
NEDERLAND**

Henk Meurs, MuConsult, H.Meurs@MuConsult.nl

Rinus Haaijer, MuConsult, R.Haaijer@MuConsult.nl

(september 2006)

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2006,

23 en 24 november 2006, Amsterdam

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| Samenvatting | 3 |
| 1. Inleiding | 4 |
| 2. Dynamo op hoofdlijnen: de AH-matrix | 5 |
| 2.1 Huishoudtypen en autotypen | 5 |
| 2.2 De AH-matrix in het basisjaar | 6 |
| 3. Dynamo 1.3 | 6 |
| 3.1 Modulaire opbouw van Dynamo | 6 |
| 3.2 Invoer en uitvoer | 9 |
| 4. De module HHAANTAL | 10 |
| 4.1 Modelspecificatie | 10 |
| 4.2 Modelschatting | 11 |
| 5. De module TYPEKEUZE | 14 |
| 5.1 Modelspecificatie | 14 |
| 5.2 Modelschatting | 15 |
| 6. De module EMOD | 17 |
| 6.1 Inleiding | 17 |
| 6.2 Bepaling van evenwichtsprijzen | 17 |
| 6.3 Schatting van de vertraging in de autoprijs | 18 |
| 6.4 Tweede en hogere orde effecten | 18 |
| 7. De module SLOOP | 19 |
| 8. Conclusie en discussie | 20 |

Samenvatting

DYNAMO: een nieuw dynamisch automarkt model voor Nederland

Dynamo is een door MuConsult in opdracht van AVV en MNP ontwikkeld automarktmodel. Met Dynamo kunnen voorspellingen gedaan worden met betrekking tot de omvang, samenstelling en gebruik van het Nederlandse personenautopark voor de periode 2003 – 2040, alsmede de resulterende emissies.

Het is een dynamisch model, dat wil zeggen dat effecten in het ene jaar doorwerken in het volgende jaar. Het “hart” van het model wordt gevormd door een evenwichtsmodule, waarin de tweedehands autoprijzen worden aangepast zó dat vraag en aanbod in evenwicht zijn, zowel voor het wagenpark als geheel, alsmede voor afzonderlijk huishoudtypen. Omvang, gebruik en samenstelling van het wagenpark zijn alle functies van huishoud- en autokenmerken (waaronder de vaste en variabele autokosten). Met het model kunnen de effecten bepaald worden van (voorgenomen) alternatieve beleidsmaatregelen die ingrijpen op (onder andere) de kosten van autobezit en gebruik.

Het model is als “stand-alone” executabel te runnen, waarbij de gebruiker voor een groot aantal variabelen waarden kan specificeren in het bijbehorende Excel invoerbestand. Ook de output van Dynamo wordt naar Excel bestanden weggeschreven.

In dit paper wordt de werking van Dynamo in het kort beschreven. Ingegaan wordt op de basis van het model, de “AH-matrix”, waarin voor verschillende huishoudtypen de verdeling van autotypen is vastgelegd. Daarna wordt ingegaan op de belangrijkste modelmatige modules die deel uitmaken van Dynamo. Dit zijn de module voor autobezit (HHAANTAL), samenstelling van het wagenpark (TYPEKEUZE), de evenwichtmodule (EMOD) en de module die het aantal te slopen auto's bepaalt (SLOOP).

1. Inleiding

In opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) en het Milieu en Natuur Planbureau (MNP) heeft MuConsult een nieuw dynamisch automarktmodel ontwikkeld, waarmee de effecten van algemene ontwikkelingen en (overheids)beleid op omvang, samenstelling en gebruik van het Nederlandse personenauto wagenpark gemodelleerd kunnen worden voor de periode 2003-2040.

De eisen die aan het nieuwe automarktmodel worden gesteld zijn dat met behulp van het model de dynamiek op de markt van personenauto's gesimuleerd wordt en uitspraken kunnen worden gedaan over:

- Aantal auto's per huishouden.
- Brandstofsoort.
- Gewichtsklasse.
- Leeftijd van de auto.
- Verbruik.
- Type eigenaar (particulier versus lease/bedrijfsauto's).
- Autogebruik, ofwel aantal gereden kilometers.
- Huishoudtypen (in relatie tot autotypen).
- Inkomenseffecten op groepen huishoudens.
- Effecten op overheidsopbrengsten.

Dit paper beschrijft het model "DYNAMO" dat is ontwikkeld (versie 1.3). Sectie 2 beschrijft de basis van de Dynamo, de "AH-matrix", waarna sectie 3 de modulaire structuur van Dynamo weergeeft. De volgende 4 secties gaan in op een viertal modelmatige modules van Dynamo, namelijk de bepaling van de omvang van het wagenpark (sectie 4), de samenstelling van het wagenpark (sectie 5), de evenwichtsmodule die prijzen op de tweedehands automarkt bepaalt, zó dat vraag en aanbod naar auto's in evenwicht zijn (sectie 6), en de module die het aantal te slopen voertuigen bepaalt (sectie 7). Sectie 8 geeft de belangrijkste conclusies en discussie, waaronder mogelijke uitbreidingen en verbeteringen van de huidige versie van Dynamo (1.3).

Het paper van Geurs, Smit en Haaijer, dat op ditzelfde CVS gepresenteerd zal worden, richt zich op de uitgangspunten bij de ontwikkeling van Dynamo en laat een aantal toepassingen zien.

2. Dynamo op hoofdlijnen: de AH-matrix

2.1. Huishoudtypen en autotypen

Het model beschrijft het autobezit van huishoudens. Dit gebeurt niet op het niveau van individuele huishoudens, maar op het niveau van huishoudtypen. Een huishoudtype wordt beschreven door vier kenmerken:

- Huishoudgrootte (totaal aantal huishoudleden); eenpersoons, tweepersoons, of meer dan tweepersoons huishoudens.
- Aantal werkzame personen; 0, 1, of meer dan 1 werkende.
- Leeftijd van de oudste persoon in het huishouden; jonger dan 35 jaar, 35 tot 65 jaar, of 65 jaar en ouder.
- Besteedbaar reëel huishoudinkomen; laag (maximaal euro 18.151), middel (euro 18.185 – 38.571), hoog (meer dan euro 38.571).

De combinatie van deze kenmerken levert 71 afzonderlijke huishoudtypen op die in het model gebruikt worden, dit noemen we de huishoudmatrix (“H”-matrix).

Op soortgelijke wijze worden auto's aan de hand van vier autokenmerken ingedeeld in autotypen:

- Leeftijd van de auto; minder dan 1 jaar, 1–3, 4–6, 7–10, ouder dan 10 jaar;
- Autobrandstof; Benzine, Diesel of LPG;
- Autogewicht; maximaal 950kg, 951 – 1150kg, 1151 – 1350kg, > 1350kg;
- Auto-eigendom; in privé-bezit of lease-auto / auto van de zaak;

De combinatie van deze kenmerken levert 120 afzonderlijke autotypen op. Analoog aan de matrix van huishoudtypen, is er ook een automatrix (de “A”-matrix). Een belangrijk verschil tussen beide matrices is, dat voor prognosejaren de huishoudentypen matrix een invoergegeven is voor het automarktmodel (d.w.z., exogeen, niet gemodelleerd binnen het automarktmodel), terwijl de autotypen matrix juist een uitkomst van het model is.

De huishoudentypen matrix en de autotype matrix vormen de randtotalen van een matrix die de combinaties van huishoudtypen en autotypen beschrijft. Deze matrix noemen wij de “AH-matrix” (AutoHuishoud matrix). De AH-matrix beschrijft het autobezit in een bepaald jaar voor elk huishoudtype en is daarmee de kern van het automarktmodel. Het model heeft tot doel de samenstelling (d.w.z. de vulling van de cellen) van de AH-matrix van jaar tot jaar te voorspellen. De AH-matrix bevat 8.520 (= 71 x 120) cellen.

2.2 De AH-matrix in het basisjaar (2003)

Het startjaar van Dynamo is 2003, de waarden hiervan gelden derhalve als invoer van Dynamo. Voor de kenmerken van het actieve wagenpark in 2003 is gebruik gemaakt van gegevens van de RijksDienstWegverkeer. Van de RDW is een steekproef verkregen van ongeveer 10% van het actieve wagenpark van eind december 2003 (ruim 600.000 individuele voertuigen), met daarin een groot aantal kenmerken van deze voertuigen. Op basis van dit bestand en andere gegevens over de samenstelling van het Nederlandse wagenpark (o.a. van VNA, CBS, BOVAG) is de A-matrix voor 2003 geconstrueerd.

In het Onderzoek VerplaatsingsGedrag (OVG) wordt de mobiliteit van de Nederlander vastgelegd. Hierbij worden tevens veel achtergrondvariabelen van personen en huishoudens vastgelegd, waaronder het autobezit. Deze bron is gebruikt voor het bepalen van de “H” matrix) voor 2003.

Door het “kruisen” van de “A” en “H” matrices is de uiteindelijke AH matrix voor 2003 bepaald, waarbij ervoor gezorgd is dat voor alle kenmerken die deze matrices bepalen de randtotalen kloppen. Hierbij is naast de OVG en RDW-gegevens gebruik gemaakt van verschillende andere bronnen met gegevens ten aanzien van autobezit van huishoudens.

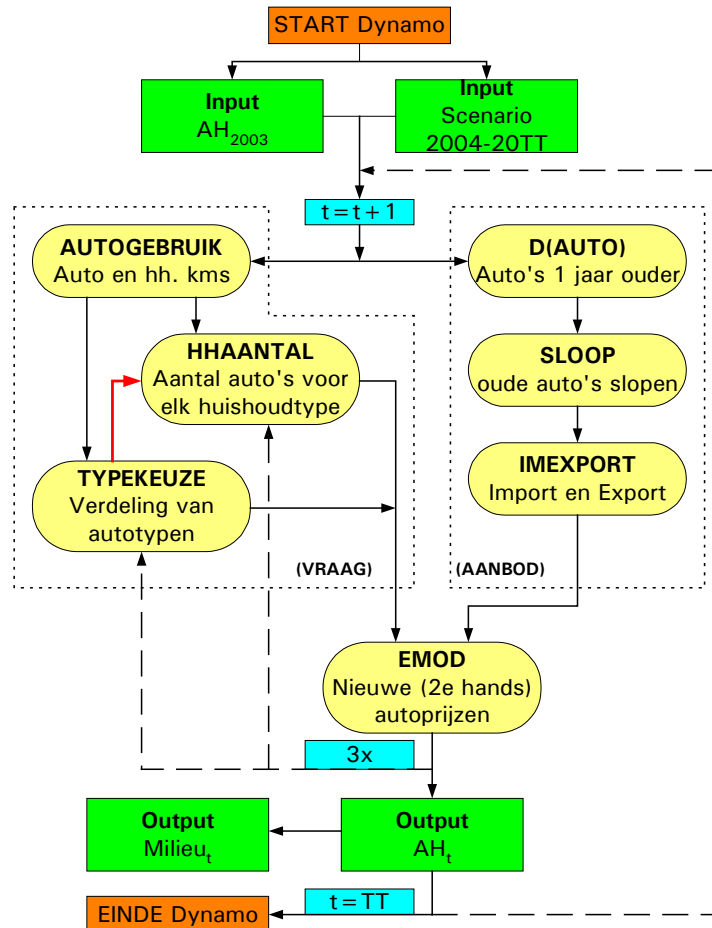
3. Dynamo 1.3

3.1. Modulaire opbouw van Dynamo

Dynano 1.3 is een in Matlab geprogrammeerd programma dat als stand-alone executabel is te runnen. Het is een dynamisch model. Uitgaande van een goede beschrijving van het autopark en het autobezit en –gebruik in het basisjaar (de AH₂₀₀₃ matrix) worden veranderingen

voorspeld, leidend tot inzicht in de kenmerken van het autopark en het autobezit in een daarop volgend jaar. Veranderingen in autobezit, autopark en autogebruik kunnen tot stand komen door externe factoren, zoals maatschappelijke ontwikkelingen en (prijs) beleidsscenario's. Figuur 1 geeft het ontwikkelde model op hoofdlijnen weer.

Figuur 1: Modulaire opbouw Dynamo



De externe factoren zijn van invloed op de **vraag** naar auto's (aantal auto's; autotypen) en van invloed op het autokilometrage naar motief. Daarnaast is uiteraard sprake van een **aanbod** van auto's. Veranderingen daarin komen tot stand door het verouderen van auto's, door sloop, en export en import. Vraag en aanbod worden met elkaar in verband gebracht in de zogenaamde **evenwichtsmodule**. In deze module wordt het prijsmechanisme gebruikt om evenwichten tot stand te brengen tussen vraag en aanbod. De uitkomst van het model is een nieuwe basismatrix met kenmerken van het autopark, autobezit, autokilometrage, en de

ontwikkeling in de evenwichtsprijzen van auto's. Door de modellen herhaaldelijk te draaien worden trends in de tijd gekregen.

Figuur 1 geeft alleen de belangrijkste modelmatige modules weer. Het automarktmodel Dynamo bestaat uit nog een (groot) aantal andere modules die worden doorlopen. Naast de modelmatige modules zijn er modules ten behoeve van de "administratie" van de berekeningen en gegevens. Op die modules zullen we in dit paper niet verder ingaan, we richten ons hier op de modelmatige modules:

- (niet in de figuur) **D(Huishoud)**, bepaalt de ontwikkeling in het aantal huishoudens per huishoudtype van jaar t naar jaar $t+1$. In Dynamo geldt dit als een externe ontwikkeling, waarbij gebruik gemaakt wordt van de WLO scenario's van het CPB. Wanneer eenmaal het scenario is gekozen liggen de huishoudaantallen in principe vast voor de hele periode.
- **Autogebruik**, bepaalt de kilometrages per motief (per huishoud x autotype) en de gemiddelde huishoudkilotrages (per huishoudtype) en autokilotrages (per autotype). De berekening is gebaseerd op de LMS elasticiteiten voor het autogebruik. Deze bedragen (default) $-0,100$ voor woon-werk, $-0,020$ voor zakelijke en $-0,236$ voor sociaal-recreatieve kilometers. Ontwikkelingen of beleid ten aanzien van de *variabele* autokosten komen via deze module in het model terecht.
- **Sloop** (en **Ongeval**), per autotype wordt de kans bepaald dat de auto gesloopt zal worden of nog een jaar in het actieve wagenpark blijft. Zie sectie 7 voor een uitgebreide beschrijving van deze module. Naast sloop ten gevolge van ouderdom verdwijnt jaarlijks $0,108\%$ van alle auto's uit het wagenpark ten gevolge van een ongeval (bron: RDW 2003).
- **ImExport**, analoog aan de voorloper van de voorloper van het automarktmodel (FACTS) wordt in de huidige versie van DYNAMO uitgegaan van een constant saldo van import en export. Voor elk autotype van het actieve wagenpark bedraagt dit saldo $-1,15\%$.
- **HHAantal**, bepaalt voor elk huishoudtype het gevraagde aantal auto's en de uitsplitsing daarvan naar 0, 1, 2, of meer dan 2 auto's. Zie sectie 4 voor een uitgebreide beschrijving van deze module.
- (niet in de figuur) **HHLease**, bepaalt voor elk huishoudtype het aantal lease-auto's. Dit vindt in deze versie feitelijk buiten het eigenlijke automarktmodel plaats, op basis van de methodiek die in FACTS is ontwikkeld. De verdeling van autotypen van lease-auto's

wordt in deze versie van het model verondersteld constant te zijn en gelijk aan de verdeling voor het basisjaar 2003.

- **Typekeuze**, bepaalt voor elk huishoudtype de verdeling van autotypen. Zie sectie 5 voor een uitgebreide beschrijving van deze module.
- **Emod**, bepaalt de evenwichtsprijzen voor de 48 autotypen op de tweedehands markt als functie van de vraag naar privé-auto's en het aanbod van privé-auto's. Zie sectie 6 voor een uitgebreide beschrijving van deze module.
- **Milieu**, bepaalt de emissies van het wagenpark. Hiervoor is de milieumodule uit de voorloper van Dynamo (FACTS) integraal in het model opgenomen.

Nadat het einde van de berekeningen voor jaar t zijn doorlopen worden de uitkomsten ervan weggeschreven en begonnen met jaar $t+1$.

3.2 Invoer en uitvoer

De invoer van Dynamo dient te worden gespecificeerd in het bijbehorende Excel invoerbestand. Voor *elk* jaar vanaf 2004 tot en met het zichtjaar (maximaal 2040) dient te worden ingevoerd:

- Aantal huishoudens per huishoudtype (71 huishoudtypen).
- Nieuwprijzen voor 12 autotypen (3 brandstofsoorten x 4 gewichtklassen)
- BTW percentage
- BPM percentage en verminderings / vermeerderingsbedrag (12 autotypen)
- MRB (60 autotypen)
- Onderhoudskosten per kilometer (60 autotypen)
- Verbruikcijfers van nieuwe autotypen (12 autotypen)
- Brandstofprijzen en accijns (3 brandstofsoorten)
- Aanbod van autotypen (12 autotypen)
- Tarief kilometerheffing (12 autotypen)
- Slooppremie (10 autoleeftijden)
- Aantallen werkenden per sector t.b.v. leaseaantallen volgens FACTS (5 sectoren)

Voor de verschillende variabelen geldt dat als default ofwel de waarden voor 2003 gelden voor alle jaren tot en met het zichtjaar, ofwel de bij het gespecificeerde WLO-scenario

behorende waarden (huishoudaantallen, leaseaantallen, brandstofprijzen en verbruikscijfers). Alle kostenvariabelen dienen in reële bedragen te worden ingevoerd, met als basisjaar 2003.

Tevens kunnen de variabele kosten elasticiteiten voor woon-werk, zakelijke en sociaal-recreatieve kilometers worden aangepast indien gewenst, en kan opgegeven worden welke output voor welke jaren wordt weggeschreven naar Excel bestanden (default: A, H en AH matrix voor alle jaren). Standaard worden de A, H en AH matrix voor het begin en eindjaar weggeschreven, alsmede uitkomsten op hoofdkenmerken en de milieu-uitkomsten.

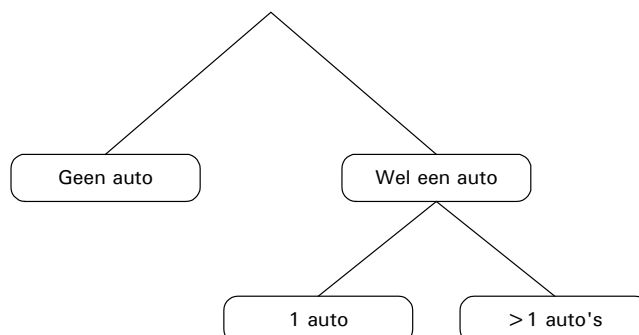
4. De module HHAANTAL

De module HHAantal modelleert het totaal aantal auto's dat in het bezit is van een huishouden op moment t . Voor elk van de 71 huishoudtypen wordt bepaald wat het aandeel huishoudens is dat over 0, 1, 2, of meer dan 2 auto's beschikt. Opgeteld over de huishoudens levert dit de totale vraag naar auto's in periode t .

4.1. Modelspecificatie

Nadat een uitgebreide modelspecificatie onderzoek is uitgevoerd resulteert een geneste structuur voor HHAantal als meest geschikte vorm in het automarktmodel (figuur 2). Het bovenste nest betreft de keuze om wel of niet een auto te bezitten, in het onderste nest wordt vervolgens gemodelleerd hoeveel auto's er in het huishouden aanwezig zijn, gegeven autobezit.

Figuur 2: Geneste structuur HHAantal



De keuze voor deze vorm is tot stand gekomen op basis van databeschikbaarheid en (overall) modelfit, alsmede de voorspelkracht van het model. Om dit laatste te kunnen testen is voor de onderzochte specificaties het wagenpark van 1998 en 1990 “terugvoorspeld”.

De verklarende variabelen in het model zijn voor het bovenste nest:

- Alternatiefspecifieke dummy’s voor huishoudkenmerken.
- Logsom variabele van het onderste nest.

En in het onderste nest zijn de verklarende variabelen:

- Autoprijsindex, de reële autoprijs (= index autokosten / algemene prijsindex).
- Het huishoud autokilometrage.
- Alternatiefspecifieke dummy’s voor huishoudkenmerken.
- Logsom variabele uit de Typekeuze module.

De variabele “Autoprijsindex” is een maat voor de verhouding in de prijsontwikkeling van de aanschafkosten van auto’s ten opzichte van de ontwikkeling in het algemene prijsniveau. Het huishoudkilometrage betreft het totale autokilometrage van een huishouden (gegeven autobezit). Merk op dat via deze variabele veranderingen in de variabele autokosten doorwerken. Immers, door een verandering in de variabele autokosten zullen de gevraagde kilometers veranderen en derhalve het autobezit.

De logsom van typekeuze representeert de aantrekkelijkste auto waaruit mensen kunnen kiezen. Gaan de autokosten omhoog, dan zal het minder aantrekkelijk worden om één of meerdere auto’s te bezitten. Vervolgens zal, in het bovenste nest, de kans stijgen dat een huishoudentype *geen* auto’s bezit (in figuur 1 wordt deze logsom gerepresenteerd door de pijl die van Typekeuze naar HHAantal loopt).

4.2. Modelschatting

Het model zoals hierboven geschetst is geschat in twee ronden. In de eerste ronde zijn op basis van gepoolde OVG’s voor de jaren 1990–1998 de coëfficiënten bij de huishoudkenmerken geschat, alsmede de logsom behorende bij de keuze tussen 0 en 1+ auto’s. In de tweede ronde zijn de parameters geschat behorend bij de prijsindex, de

kilometers en de logsom typekeuze. Deze keuze bleek noodzakelijk door de beschikbaarheid van de gegevens. Dit tweede model is geschat op de AH basismatrix (2003) van Dynamo, aangezien in het OVG geen informatie beschikbaar is over zowel typekeuze, jaarkilometrage, als de prijsontwikkeling van auto's.

In tabel 1 staan de uitkomsten van de modelschattingen weergegeven. De niet vermelde huishoudvariabelen (b.v.: laag inkomen) zijn de referentiecategorieën, deze hebben alle een waarde (coëfficiënt) gelijk aan nul.

Tabel 1: Uitkomsten modelschattingen HHAantal, eerste ronde

| Variabele | Coëfficiënt. | ltl |
|---|-----------------------------|-------------------|
| <i>Bovenste nest (>0 auto's is referentie)</i> | | |
| Logsom parameter onderste nest | 0,100 | 37,8 |
| 0 auto's, middel inkomen | -1,019 | 66,1 |
| 0 auto's, hoog inkomen | -1,583 | 89,2 |
| 0 auto's, tweepersoons huishouden | -1,474 | 112,7 |
| 0 auto's, > tweepersoons huishouden | -1,681 | 98,9 |
| 0 auto's, 35-64 | -0,862 | 57,4 |
| 0 auto's, >64 | -0,267 | 14,3 |
| 0 auto's, 0 werkenden in huishouden | 0,727 | 50,6 |
| 0 auto's, >1 werkende in huishouden | 0,008 | 0,3 |
| | R² =0,436 | N =270.910 |
| <i>Onderste nest (>1 auto is referentie)</i> | | |
| 1 auto, middel inkomen | -0,587 | 22,3 |
| 1 auto, hoog inkomen | -1,437 | 62,0 |
| 1 auto, >2pers inkomen | -0,845 | 55,3 |
| 1 auto, 35-64 | -0,179 | 7,2 |
| 1 auto, >64 | -0,231 | 6,0 |
| 1 auto, 0 werkenden in huishouden | -0,229 | 8,8 |
| 1 auto, >1 werkende in huishouden | -0,352 | 23,1 |
| | R² =0,530 | N =225.308 |

Elk van de geschatte parameters in het model heeft het verwachte teken:

- Indien auto's aantrekkelijker worden, neemt de kans toe om een auto te bezitten (de logsom hoort bij het alternatief ">1" auto, voor alle overige variabelen is dit het referentiealternatief).
- Hoe hoger het inkomen, des te lager het de kans op het niet bezitten van een auto, en hoe lager de kans op het bezitten van 1 auto.
- Hoe groter het huishouden, des te lager de kans op het niet bezitten van een auto, en hoe lager de kans op het bezitten van 1 auto.

- De middelste leeftijdscategorie heeft de grootste kans op autobezit, ouderen de kleinste kans op het bezitten van meer dan 1 auto.
- Hoe meer werkenden in het huishouden, des te lager de kans op het niet bezitten van een auto, en hoe lager de kans op het bezitten van 1 auto.

In de tweede ronde zijn op basis van de AH-matrix 2003 met 71 waarnemingen de parameters bepaald behorend bij de prijsindex, kilometrages en de logsom typekeuze. De waarde van de logsom van typekeuze is bepaalde op basis van de coëfficiënten van het typekeuze model (zie sectie 6).

Daartoe is een 'lineair' logit model geschat op de autobezitsaandelen. Aan iedere cel in de matrix zijn de autokosten, de gemiddelde kilometers en de logsom behorend bij autotypen toegevoegd. Daarnaast is een constante bepaald op basis van de huishoudkenmerken en de coëfficiënten van de modellen uit de eerste ronde. De uitkomsten zijn weergegeven in tabel 2. Bij de bepaling van de t-waarden is rekening gehouden met het aantal huishoudens in elk van de cellen.

Tabel 2: Uitkomsten modelschattingen HHAantal, 2e ronde

| Variabele (>1 auto is referentie) | Coëfficiënt. | t |
|---|----------------------------|------------------|
| (α) Autoprijsindex | 4,792 | 11,9 |
| (β) Huishoudkilometrage | -0,145 | 97,3 |
| (γ) Logsom typekeuze | -0,155 | 6,0 |
| | R²=0,946 | N =34.454 |

Het model heeft een goede fit. Ook de tekens zijn plausibel:

- (α) Naarmate de relatieve (vaste) autokosten hoger zijn wordt het voor mensen aantrekkelijker om één in plaats van twee auto's te bezitten.
- (β) Naarmate de huishoudkilometers toenemen wordt het minder aantrekkelijk om één auto's te bezitten, en dus aantrekkelijker om meer dan één auto te bezitten.
- (γ) Naarmate de autotypes aantrekkelijker worden, wordt het voor mensen minder aantrekkelijk om één auto's te bezitten, en dus aantrekkelijker om meer dan één auto te bezitten.

Als laatste stap in de modelspecificatie zijn voor elk huishoudtype kalibratieconstanten aan het model toegevoegd in beide nesten, zó dat het model exact de omvang van het wagenpark voor 2003 voorspelt.

5. De module TYPEKEUZE

De module Typekeuze heeft alleen betrekking op auto's in privé-bezit. Nadat van de totale vraag naar auto's (uit HHAantal) de lease-auto's zijn afgetrokken wordt in Typekeuze bepaald hoe de privé-voertuigen over de huishoudens worden verdeeld.

5.1 Modelspecificatie

Het model dat bepaalt welk type auto door huishoudens wordt gekozen is geschat op basis van het kilometerheffing onderzoek dat MuConsult in 2001/2002 in opdracht van het Ministerie van VROM en AVV heeft uitgevoerd naar de gevolgen van invoering van kilometerheffing voor het autobezit, autogebruik en de samenstelling van het wagenpark. Met behulp van o.a. een SP keuze-experiment is gedetailleerd onderzocht wat de gevolgen van introductie van de kilometerheffing zullen zijn op de samenstelling van het wagenpark.

Ten behoeve van het automarktmodel zijn alleen de gegevens van de bezitters van een nieuwe of tweedehands privé-auto gebruikt (562 huishoudens) die betrekking hebben op het soort auto('s) dat men heeft (RP) of zal aanschaffen (SP).

Voor het schatten van het typekeuze model is gebruik gemaakt van het Multinomiale Logit model op basis van de gecombineerde SP-RP data. De alternatieven zijn de 60 autotypen die door privé-huishoudens kunnen worden gekozen. Ook hier is de keuze voor de modelspecificatie tot stand gekomen na een uitgebreid specificatieonderzoek, waarin gekeken is naar zowel de (overall) modelfit alsmede de mate waarin een modelspecificatie het wagenpark van 1990 en 1998 kan terugvoorspellen.

De variabelen die in het model zijn opgenomen zijn:

- De Ln(Aankoopprijs).
- De totale variabele kosten per jaar.
- De hoogte van de motorrijtuigenbelasting (MRB).

- De Ln(Aantal varianten dat van elk autotype wordt aangeboden) “Ln(Size)”.
- Alternatief-specifieke dummies voor gewichtklasse x inkomensklasse.
- Alternatief-specifieke dummies voor de leeftijdklasse van de auto.

De variabele Ln(Size) is een maat voor het aanbod van modellen van een bepaald autotype. Het wagenpark bestaat immers uit veel meer modellen dan de autotypen die in het automarktmodel worden onderscheiden. Zo onderscheidt de RDW in 2003 meer dan 12.500 afzonderlijke modellen in de nieuwverkopen van dat jaar. Uit de (psychologische) literatuur is bekend dat hoe meer varianten zich in een bepaalde klasse bevinden waaruit gekozen kan worden, hoe aantrekkelijker die klasse wordt. Hiermee kan in een keuzemodel met geaggregeerde alternatieven (60 autotypen) rekening worden gehouden door dit aantal onderliggende modellen als verklarende variabele op te nemen.

5.2. Modelschatting

De modelschattingen (zie tabel 3) van de prijsvariabelen (met uitzondering van de MRB) zijn gebaseerd op de gecombineerde RPSP gegevens. Alle overige variabelen zijn gebaseerd op alleen de RP gegevens. Naast de variabelen in de tabel zijn ook nog parameters geschat voor de specifieke SP variabelen en de schaalparameter voor de variantie die noodzakelijk is bij het gezamenlijk schatten van SP en RP gegevens. Alleen de variabelen die in de module Typekeuze worden gebruikt staan vermeld. Voor de alternatief-specifieke dummy-variabelen is hier gebruik gemaakt van effects-type codering (de waarde van de referentiecategorie is gelijk aan $-\Sigma(\text{waarden overige categorieën})$).

Tabel 3 laat zien dat autobezitters een voorkeur hebben voor:

- Grote en nieuwe auto's, waarbij deze voorkeur voor voertuig grootte sterker is bij een hoger huishoudinkomen.
- Goedkope auto's in aankoop en gebruik.
- Autotypen waarvan veel varianten beschikbaar zijn (Ln(Size)).

Vanzelfsprekend vindt er in de praktijk een afweging plaats tussen de voorkeur voor groot en nieuw, en de bijbehorende kosten.

Tabel 3: Coëfficiënten in de typekeuze module

| Variabele | Coëfficiënt | t |
|---|--------------------|----------------------|
| <i>Kosten</i> | | |
| Ln(Aankoop) | -2,000 | 1,8 |
| Variabele kosten | -0,587 | 3,1 |
| MRB | -0,683 | 12,8 |
| <i>Aanbod</i> | | |
| Ln(Size) | 0,511 | 4,8 |
| <i>Grootteklasse x inkomen</i> | | |
| Laag inkomen: <951kg | -0,162 | 0,4 |
| Laag inkomen: 951-1150kg | -0,239 | 1,2 |
| Laag inkomen: 1151-1350kg | 0,054 | 0,2 |
| Laag inkomen: >1350kg | 0,346 | - ¹ |
| Middel inkomen: <951kg | -1,353 | 3,7 |
| Middel inkomen: 951-1150kg | -0,147 | 0,8 |
| Middel inkomen: 1151-1350kg | 0,666 | 4,0 |
| Middel inkomen: >1350kg | 0,834 | - ¹ |
| Hoog inkomen: <951kg | -1,477 | 3,7 |
| Hoog inkomen: 951-1150kg | -0,785 | 3,4 |
| Hoog inkomen: 1151-1350kg | 0,600 | 2,8 |
| Hoog inkomen: >1350kg | 1,663 | - ¹ |
| <i>Leeftijdklasse</i> | | |
| Nieuw | 1,298 | 2,4 |
| 1 - 2 jaar | 0,239 | 0,7 |
| 3 - 5 jaar | 0,177 | 2,0 |
| 6 - 10 jaar | -0,441 | 1,5 |
| >10 jaar | -1,273 | - ¹ |
| Waarnemingen (resp. x keuzesets) | RP: 562 x 1 | SP: 1016 x 12 |
| Alternatieven in keuzeset | RP: 60 | SP: 6 |

1: referentiecategorie

Na schatting van het model op basis van individuele respondenten in het kilometerheffing onderzoek moest het typekeuzemodel nog geschikt gemaakt worden voor gebruik binnen de structuur van de AH matrix voor 2003, zodat de typekeuze verdeling voor dat jaar exact wordt voorspeld. Hierbij is allereerst voor de verschillende kostenvariabelen de ontwikkeling in de periode 2001–2003 vastgesteld op basis van beschikbare gegevens. Vervolgens zijn aan het model een groot aantal kalibratieconstanten toegevoegd (voor elk huishoudtype x autotype) zó dat het (privé) wagenpark voor 2003 exact wordt voorspeld.

6. De module EMOD

6.1. Inleiding

Vraag en aanbod zullen in het algemeen niet in evenwicht zijn bij de geldende marktprijzen. De module EMOD past de tweedehands autoprijzen aan zó dat dit wel het geval is.

Aan de module EMOD zijn drie aspecten van belang:

1. Bepalen van evenwichtsprijzen op zodanige wijze dat geen overshooting plaatsvindt zodat het evenwicht niet wordt gevonden. Nemen we te grote aanpassingsstappen, dan bestaat deze kans; nemen we te kleine stappen, dan duurt het lang voordat deze evenwichtsprijzen worden gevonden.
2. Op welke wijze reageren potentiële autokopers/verkopers op veranderingen in de prijzen. Dit is een gedragsmatig vraagstuk.
3. Tweede en hogere orde effecten. Wanneer de (tweedehands) prijzen veranderen, zal dit effect hebben op zowel de totale vraag naar auto's (HHAantal) als naar autotypen (Typekeuze).

6.2. Bepaling van evenwichtsprijzen

De volgende iteratieregels worden gebruikt om de evenwichtsprijzen te bepalen:

1. Start met de prijzen van de vorige periode, dus de evenwichtsprijzen op de tweedehands markt uit periode $t-1$.
2. Bepaal de vraag en aanbod van tweedehands auto's op de hierboven gegeven wijze, waarbij voor nieuwe auto's de (exogene) prijzen van de lopende periode worden gebruikt.
3. Bepaal de omvang van de vraagoverschotten of -tekorten $V_k - A_k$.
4. Verander de prijs van elk tweedehands autotype met het product van het vraagoverschot en een constante $c (>0)$:

$$\Delta P_k = c(V_k - A_k)$$

5. Ga terug naar stap 2, bij de aangepaste prijzen en voer de volgende stappen uit tot de prijsaanpassingen praktisch gelijk zijn aan nul. In dat laatste geval is het marktevenwicht bereikt.

Uitkomst van dit algoritme is een set van 48 evenwichtsprijzen voor de tweedehands privé-auto's. Op basis van deze evenwichtsprijzen en de prijzen uit de voorgaande periode(n) wordt

vervolgens een nieuwe “marktprijs” bepaald. Tezamen met de 12 nieuwprijzen die via het invoerbestand in het model zijn ingestroomd levert dit de totale vector van autoprijzen in periode t .

6.3. Schatting van de vertragingen in de autoprijs

Gedragsmatig uitgangspunt is dat consumenten niet onmiddellijk op prijsveranderingen reageren, maar dat sprake kan zijn van een zekere vertraging in de reacties. Om coëfficiënten bij eventuele vertragingen te kunnen bepalen is een tijdreeks van gegevens nodig. Deze tijdreeks was beschikbaar voor de prijzen op de tweedehands markt voor de periode 1998-2003 (bron: CBS, autoprijsindexcijfers). Daarnaast zijn voor de periode 1998-2003 de AH-matrices beschikbaar die de omvang en samenstelling van het autopark weergeven in combinatie met huishoudkenmerken.

Bij het zoeken naar parameters is een zogenaamde ‘grid-search methode’ gebruikt. Bij deze methode worden door de onderzoekers verschillende combinaties van gewichten verondersteld. Basisfunctie was:

$$P_t = a P_t^{EMOD} + b P_{t-1} + c P_{t-2} + d P_{t-3} + \dots,$$

waarbij $a + b + c + d + \dots = 1$.

Combinaties van deze coëfficiënten zijn gebruikt om het automarktmodel door te rekenen, hetgeen leidt tot uitkomsten in termen van autoprijsindices, omvang en samenstelling van het autopark. Deze zijn vervolgens vergeleken met de werkelijke trends. De combinatie die de beste voorspelling van de voorgaande grootheden oplevert is geselecteerd. Het resultaat hiervan is dat de prijs van jaar t in Dynamo voor 0,1 meetelt, die van jaar $t-1$ voor 0,8 en voor jaar $t-2$ voor weer 0,1. Op deze wijze zorgt prijs voor dynamiek in het model.

6.4. Tweede en hogere orde effecten

In Dynamo 1.3 worden de modulen HHAantal – Typekeuze – EMOD binnen één jaar een aantal malen doorlopen. Hiermee hebben prijsveranderingen op de tweedehands automarkt nog hetzelfde jaar effect op de omvang en samenstelling van het wagenpark. Vooral bij de doorrekening van beleidsscenario’s is dit van belang. Immers, in de praktijk zal het effect ervan nog in hetzelfde jaar zichtbaar zijn en niet pas in het jaar daarna. In figuur 1 is dit

iteratieve proces weergeven door de (onderbroken) pijlen die teruggaan naar de modulen HHAantal en Typekeuze.

Nadat EMOD één keer is doorlopen met de tweedehands autoprijzen uit periode $t-1$, aangevuld met de nieuwprijzen voor periode t , wordt het hele systeem nog 3 keer doorlopen waarna de definitieve (tweedehands) evenwichtsprijzen voor periode t resulteren, en de uiteindelijke marktprijzen worden bepaald. Uit een groot aantal modeldoorrekeningen bleek dat meer iteraties vrijwel geen effect op de uitkomsten meer hadden.

7. De module SLOOP

Dynamo bevat een sloopmodule die de kans weergeeft dat auto's met specifieke kenmerken worden gesloopt. De module is gebaseerd op gegevens en analyses die zijn uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van VROM. Men wilde inzicht in de vraag in welke mate verschillende varianten van zogenaamde slooppremies effect zouden hebben op de kans om een auto te slopen en al dan niet een andere auto terug te kopen.

Ten behoeve van Dynamo is een deel van de verzamelde gegevens gebruikt voor de ontwikkeling van de sloopmodule. Ten behoeve van de VROM-onderzoek is uitgebreid specificatieonderzoek uitgevoerd en is een model opgesteld waarmee de effecten van beleidsvarianten zijn doorgerekend. De uitkomsten van deze exercities zijn gebruikt voor de ontwikkeling van een logitmodel dat de kans beschrijft dat een auto al dan niet wordt gesloopt.

Deze kans wordt berekend op basis van de volgende nutsvergelijkingen:

$$\begin{cases} Nut_{slopen} &= C_{slopen} + C_{Voorwaarde} \\ Nut_{niet slopen} &= C_{niet slopen} + 0,548 * (restwaarde - premie) - 1,066 * ROB' \end{cases}$$

waarbij de restwaarde, het premiebedrag en de *ROB*-jaarkosten (reparatie, onderhoud, banden) in duizenden euro's zijn gemeten. De constante $C_{Voorwaarde}$ bepaalt het effect op de sloopkans van de voorwaarde aan de uitbetaling van de premie. De constanten C_{slopen} en $C_{niet slopen}$ zijn de (kalibratie)constanten die ervoor zorgen dat het model voor 2003 exact de waargenomen sloopkansen reproduceert.

Wanneer de prijzen van (oude) tweedehands auto's veranderen, als gevolg van het verschil tussen vraag en aanbod, zal in de dynamische sloopmodule nu ook de sloopkans veranderen. Wanneer een auto meer waard wordt zal de sloopkans dalen, en indien een auto minder waard wordt zal deze kans stijgen, evenals bij hogere onderhoudskosten. Met deze module kunnen derhalve de effecten van de invoering van een slooppremie worden vastgesteld in termen van de resulterende sloopkansen, maar eveneens de afgeleide effecten zoals de prijzen van auto's, de omvang van het totale wagenpark, en de samenstelling van het wagenpark.

9. Conclusie en discussie

Met het ontwikkelde automarktmiddel DYNAMO (versie 1.3) kunnen de effecten van beleidsmaatregelen op het gebied van omvang, gebruik en samenstelling van het Nederlandse autopark in kaart worden gebracht voor de periode 2003 – 2040.

Het automarktmiddel (versie 1.3) is zeker nog niet af. Feitelijk is dit het eerste goed werkende basismiddel, met een gebruiksvriendelijke invoermodule en standaard uitgebreide outputmogelijkheden. Er zijn echter nog allerlei verbeteringen en uitbreidingen mogelijk. In een aantal gevallen zijn totnogtoe bijvoorbeeld pragmatische keuzes gemaakt, mede omdat (nog) geen geschikte gegevens beschikbaar waren om modelspecificaties te ontwikkelen. Onder andere betreft dit:

- De leasemodule D(HHLease)), hierin wordt nu een vaste verdeling van autotypen gehanteerd en is het aantal gevraagde lease-auto's geen functie van (prijs)variabelen in het model.
- Import en export (ImExport). Voor elk autotype geldt op dit moment hetzelfde saldo, onafhankelijk van (prijs)variabelen in het model.

In beide gevallen zou een nuttige uitbreiding zijn om deze module ook verder modelmatig te ontwikkelen en (mede) afhankelijk te maken van de (prijs)variabelen in het model.

In de komende tijd zal een aantal van bovenstaande potentiële uitbreidingen daadwerkelijk in volgende versies van Dynamo worden opgenomen, waarmee een automarktmiddel voor Nederland ontstaat waarmee steeds meer en steeds beter effecten van voorgenomen beleidsmaatregelen doorgerekend kunnen worden.