

# Modelleren van huishoudens in het model PEARL

Andries de Jong <sup>1)</sup>

*In juli 2008 is de actualisering van de regionale prognose met het model PEARL door het Bureau van de Leefomgeving en het CBS gepubliceerd. De prognose van het aantal huishoudens komt tot stand via de prognose van de bevolking naar huishoudenspositie. In dit artikel wordt ingegaan op de methodologie van dit onderdeel van de regionale prognose. Tevens wordt ingegaan op dimensies van huishoudensmodellen en worden PEARL en andere huishoudensmodellen getypeerd.*

## 1. Inleiding

Huishoudensprognosemodellen zijn vaak een gecombineerde bevolking- en huishoudensprognose. Dit geldt ook voor het prognosemodel PEARL, dat tevens een allochtonenprognose bevat. Dit betekent dat de uitkomsten van dit model betrekking hebben op de bevolking naar geslacht, leeftijd, herkomstgroep (onderscheiden naar landengroepen en daarbinnen naar eerste en tweede generatie allochtonen) en ten slotte huishoudenspositie. Aan de hand van het kenmerk huishoudenspositie kunnen vervolgens huishoudens worden afgeleid. In dit artikel wordt ingegaan op het modelleren van het kenmerk huishoudenspositie. Dit gebeurt aan de hand van overgangen tussen huishoudensposities. In De Jong et al. (2006) is in detail ingegaan op het modelleren van de onderdelen bevolkings- en allochtonenprognose in het model PEARL.

De gekozen modellering van huishoudens in het model PEARL is voor een belangrijk gedeelte gestuurd door de beschikbare gegevens. Uit methodisch oogpunt is het wenselijk de overgangen (tussen huishoudensposities) als uitgangspunt te nemen bij het modelleren, en niet de ontwikkelingen in huishoudensstructuren. Dit betekent echter wel dat er gegevens over deze overgangen bekend dienen te zijn, die bovendien nader uitgesplitst zijn naar leeftijd, geslacht en herkomstgroep. Sinds de introductie van de Gemeentelijke Basisadministratie persoonsgegevens (GBA) in 1995 worden door het CBS in geautomatiseerde vorm jaarlijks de zogenoemde structuurtellingen afgeleid. Deze tellingen geven op de peildatum 1 januari de bevolking naar diverse kenmerken weer, waaronder huishoudenspositie. Ontbrekende gegevens over huishoudensposities worden via imputatie aangevuld. Het resultaat hiervan wordt gepubliceerd in de vorm van de jaarlijkse huishoudensstatistiek (zie [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)).

Sinds kort maakt het CBS deze tellingen onderling consistent, waardoor een zo goed mogelijke meting van overgangen tussen huishoudensposities mogelijk wordt gemaakt. Het model PEARL neemt deze consistent gemaakte overgangen als uitgangspunt bij het modelleren van ontwikkelingen in huishoudensposities.

<sup>1)</sup> Andries de Jong is werkzaam bij het Planbureau voor de Leefomgeving, vestiging Den Haag.

In dit artikel ligt de nadruk op de methodische aspecten van het huishoudensonderdeel van het model PEARL. Begonnen wordt met een analyse van dimensies van huishoudensmodellen. Vervolgens worden enkele (bekende) huishoudensmodellen aan de hand van deze dimensies getypeerd. Daarna wordt het prognosemodel PEARL beschreven. Het artikel eindigt met een gedetailleerde beschrijving van de algoritmen van het model.

## 2. Dimensies van huishoudensmodellen

Om huishoudensmodellen te typeren, kan gekeken worden naar de scores op bepaalde dimensies. Hieronder worden vijf dimensies onderscheiden.

De eerste dimensie heeft betrekking op het onderscheid tussen statische versus dynamische modellen. Statische modellen projecteren veranderingen in de 'structuur', maar gaan niet in op de processen die aan deze veranderingen ten grondslag liggen. Deze modellen maken vaak gebruik van de zogenoemde *headship rate*-methode, waarbij wordt gekeken naar het aandeel van de bevolking dat hoofd is van een huishouden. Een alternatieve toepassing is gebruik te maken van het aandeel van de bevolking (naar leeftijd en geslacht) dat een bepaalde positie in een huishouden bekleedt, zoals kind, alleenstaand persoon, partner of eenouder.

Statische methoden geven een prognose van deze *headship rates* of aandelen in bepaalde huishoudensposities, ontleend aan veranderingen die zijn waargenomen in een basisperiode. Door vervolgens deze cijfers op de geprognosticeerde bevolking toe te passen, kunnen de aantallen huishoudens worden bepaald. Dynamische modellen nemen overgangen tussen huishoudensposities als uitgangspunt. Deze modellen verdienen de voorkeur boven statische modellen als het erom gaat inzicht te krijgen in onderliggende processen die ervoor zorgen dat huishoudensposities in de loop der tijd wijzigen. Statische modellen geven alleen de uitkomsten van dergelijke processen weer in termen van veranderingen in aandelen mensen in specifieke huishoudensposities. Een ander voordeel van dynamische modellen is dat ze beter gebruikt kunnen worden voor simulaties, bijvoorbeeld om het effect van wijzigingen in bepaalde huishoudenovergangen op het aantal huishoudens te kunnen bepalen.

Het gebruik van dynamische modellen zorgt wel voor een aantal gegevensproblemen. De Beer (1994) onderscheidt daarvan drie typen. Ten eerste zijn er in dynamische modellen veel meer gebeurtenissen (overgangen tussen huishoudensposities) dan toestanden (de verschillende huishoudensposities). Veel overgangen worden op bepaalde leeftijden slechts door kleine groepen personen meegeemaakt. Niet alleen enquêtegegevens maar ook gegevens uit integrale bevolkingsstatistieken kunnen grote toevalsfluctuaties bevatten. Hierdoor is het moeilijk leeftijdsprofielen van deze overgangen te bepalen. Tevens is het lastig te bepalen

of er sprake is van structurele veranderingen in de leeftijdsprofielen in de tijd of van een toevallige fluctuatie in de cijfers.

Een tweede type gegevensprobleem schuilt in de kwaliteit van de gegevens. De gebeurtenissen hebben zich in het verleden afgespeeld en indien de gegevens afkomstig zijn uit enquêtes, kan er sprake zijn van geheugenfouten. Respondenten zijn zaken vergeten of wijzen die verkeerd toe (Keilman, 1993). Dit probleem speelt vooral bij gebeurtenissen die betrekking hebben op het aangaan van niet-huwelijkse samenwoningrelaties en ontbindingen hiervan. Ook bij het opstellen van de huishoudensstatistiek van het CBS speelt dit probleem. Uit registergegevens (de GBA) kan niet worden afgeleid of personen op een adres samenwonen of in een ander verband op het adres woonachtig zijn, ten minste als er geen sprake is van een gehuwd paar of kinderen die door een niet-gehuwde partner zijn erkend. In dergelijke gevallen wordt de huishoudenspositie geïmputeerd op basis van kansen ontleend aan de Enquête Beroepsbevolking van het CBS. Dit kan tot consistentieproblemen leiden als bepaalde personen op een adres in het ene jaar als partner in een samenwonend paar worden getypeerd, en in het andere jaar niet (en bijvoorbeeld getypeerd worden als twee alleenstaanden). Als vervolgens overgangen uit twee opeenvolgende jaren zouden worden afgeleid, zou dit tot overschatting leiden van het aantal overgangen. Om dit probleem te vermijden, leidt het CBS sinds kort onderling consistente jaarbestanden af waaraan vervolgens de overgangen tussen huishoudensposities ontleend worden.

Het derde type gegevensprobleem is het gebrek aan (lange) tijdreeksen. In principe kunnen dynamische modellen beter omgaan met ontwikkelingen tussen cohorten (geboortegeneraties) dan statische modellen. Meestal is er echter sprake van een zeer korte tijdreeks van de verschillende gebeurtenissen, waardoor het moeilijk is leeftijdseffecten te scheiden van cohorteffecten. Dit brengt met zich mee dat in de leeftijds patronen meestal geen cohorteffecten worden verdisconteerd en, samenhangend hiermee, dat deze leeftijds patronen vaak in de tijd constant worden gehouden. Van hoofden van huishoudens c.q. personen in diverse huishoudensposities die in statische modellen als kernindicator worden gebruikt, bestaan meestal langere tijdreeksen dan van overgangen tussen huishoudensposities. Hierdoor zijn statische modellen vaak beter in staat (waargenomen) veranderingen in de tijd te extrapoleren. Dit gebeurt meestal door de trends in het verleden naar de toekomst door te trekken. Het gevaar van vertekening is aanwezig. Daarvan is sprake als bepaalde veranderingen die alleen in een bepaalde leeftijdsrange worden waargenomen, ook alleen in die betreffende leeftijdsrange worden geprognosticeerd, en niet ook in andere leeftijdsranges. Als er sprake is van cohorteffecten die zich in de toekomst ook in andere leeftijdsranges zullen voltrekken, geeft bovenstaande wijze van modelleren vertekende resultaten. De Beer (1994) concludeert dat het wijs is om de statische én de dynamische modellen niet uitsluitend te baseren op mechanische extrapolaties.

Huishoudensmodellen kunnen vervolgens worden getypeerd aan de hand van het onderscheid tussen macro- en micromodellering. In de praktijk heeft dit onderscheid alleen

relevantie voor dynamische modellen. Microsimulatiemodellen beginnen doorgaans met een representatieve steekproef van micro-eenheden als personen, huishoudens en bedrijven, in plaats van met de gehele populatie van micro-eenheden. In macrosimulatiemodellen zijn aggregaten de analyse-eenheid. Alle personen in een populatie met een specifieke combinatie van kenmerken vormen dan zo'n eenheid. Voorbeelden zijn alle personen van een bepaalde leeftijd of alle personen die in een bepaalde gemeente wonen. In macromodellen worden de veronderstellingen op dit niveau geformuleerd. Hierdoor kan het zicht worden ontrokken op individuele keuzeprocessen die tot bepaalde uitkomsten op macroniveau leiden, zoals de leefstijl die de sterftekans kan beïnvloeden. Hier staat tegenover dat macromodellen in het algemeen als transparanter worden beschouwd, omdat ze op het geaggregeerde niveau veronderstellingen toepassen. De uitkomsten van micromodellen op het geaggregeerde niveau zijn daarentegen lastiger te interpreteren, omdat ze het gevolg zijn van (complexe) keuzeprocessen op individueel niveau.

Een andere dimensie van huishoudensmodellen betreft het onderscheid tussen analytische en verklarende modellen. Analytische modellen beschouwen alleen relaties tussen (kwantitatieve) demografische variabelen om huishoudensontwikkelingen te verklaren. Verklarende modellen bevatten naast demografische variabelen ook niet-demografische variabelen, zoals sociaal-culturele en economische variabelen, en het beleid. Dit betekent dat om een (robuust) verklarend huishoudensmodel te kunnen opstellen, kennis is vereist van het effect van deze achtergrondvariabelen op huishoudensontwikkelingen. Deels gaat het dan om variabelen die kwantitatief moeilijk te operationaliseren zijn, zoals beleidsmaatregelen. Ten tweede dient voor de toekomst de ontwikkeling van deze achtergrondkenmerken bekend te zijn. Die kenmerken moeten dan worden geprognosticeerd, wat meestal veel moeilijker is dan de extrapolatie van demografische variabelen. Vanwege deze problematiek zijn in de praktijk de meeste officiële huishoudensmodellen analytische modellen.

De volgende dimensie van huishoudensmodellen betreft de keuze tussen stochastisch modelleren en deterministisch modelleren. Stochastisch modelleren impliceert dat analyse-eenheden een variëteit aan gebeurtenissen kunnen ondergaan. In de praktijk verloopt deze modellering via de Monte-Carlo-techniek: voor elke analyse-eenheid wordt een kans getrokken uit een kansverdeling van nul tot een. Indien de getrokken kans kleiner is dan de (overgangs)kans van een bepaalde gebeurtenis, dan ondergaat de betreffende eenheid die gebeurtenis en anders niet. Dit betekent dat als een prognose verschillende keren wordt opgesteld, de uitkomsten elke keer van elkaar verschillen. Het CBS gebruikt deze techniek onder andere bij het bepalen van prognoseintervallen. Bij het deterministisch modelleren wordt elke persoon of elke risicobevolking onderworpen aan een vaststaande (overgangs)kans van een bepaalde gebeurtenis. In macromodellen worden bijvoorbeeld subpopulaties onderworpen aan bepaalde kansen of frequenties, waardoor bepaalde gedeelten uit die groepen de betreffende gebeurtenis meemaken. Dit betekent dat als een prognose verschillende keren wordt opgesteld, de uitkomsten elke keer precies hetzelfde zijn.

Een laatste dimensie van huishoudensmodellen betreft het onderscheid tussen hiërarchisch en simultaan modelleren. Micro-eenheden (zoals personen) maken een bepaalde levensloop mee. Kinderen hebben de kans om alleen te gaan wonen of te gaan samenwonen, terwijl samenwonende personen alleen kunnen komen te staan door een scheiding of sterfte van de partner. Personen kunnen in een bepaald tijdvak meerdere gebeurtenissen ondergaan, waarbij de volgorde van diverse gebeurtenissen bekend is: een kind kan aan het begin van een jaar alleen gaan wonen en later in het jaar gaan samenwonen. Als in een model een bepaald tijdvak (bijvoorbeeld een jaar) als uitgangspunt wordt genomen, is die volgorde van gebeurtenissen niet bekend. Modellen kunnen nu op verschillende manieren omgaan met het feit dat meerdere gebeurtenissen in een tijdvak kunnen optreden. De gemakkelijkste manier is te werken met een hiërarchische ordening van gebeurtenissen, waarbij bovendien personen per tijdvak/leeftijd slechts één type overgang mogen meemaken. Bij het modelleren mogen kinderen bijvoorbeeld op een bepaalde leeftijd uit het ouderlijk huis vertrekken om alleen te gaan wonen, maar ze kunnen dan niet op die leeftijd gaan samenwonen. Het nadeel van deze wijze van modelleren is dat fouten worden geïntroduceerd. Zo zal in werkelijkheid een gedeelte van de personen die in een bepaald jaar alleen zijn komen te staan, aan het einde van het jaar een andere huishoudenspositie hebben ingenomen. Hierdoor treedt in het model een overschatting op van het aantal personen dat de overgang naar alleenstaand heeft meegemaakt. Deze fout kan worden vermeden door de overgangen tussen de verschillende huishoudensposities simultaan te modelleren. Hiertoe dient een systeem van simultane vergelijkingen te worden opgesteld. Volgens de richtlijnen van de meerdimensionale demografie (Rogers, 1975) dient daarbij op de risicobevolking op tijdstip  $t$  (een vector bestaande uit de personen in de verschillende posities) de overgangskansen van het jaar  $t$  (een matrix gevuld met de betreffende overgangskansen) te worden toegepast om de risicobevolking op tijdstip  $t + 1$  te berekenen. Vervolgens kunnen met behulp van de beginbevolking (op tijdstip  $t$ ) en de eindbevolking (op tijdstip  $t + 1$ ) en de overgangskansen de juiste aantallen overgangen tussen de verschillende huishoudensposities worden afgeleid.

### 3. Typering van enkele huishoudensmodellen

In Nederland en in het buitenland zijn verschillende (nationale en regionale) huishoudensmodellen ontwikkeld. Deze modellen zullen worden getypeerd aan de hand van de in de vorige paragraaf onderscheiden dimensies.

#### 3.1 De huishoudensprognose van het CBS

Vanaf 1992 publiceert het CBS op nationaal niveau huishoudensprognoses (De Beer et al., 1992, De Jong en De Beer, 2001). Het CBS-model kan worden getypeerd als ten dele dynamisch en ten dele statisch, macromodelling, analytisch, deterministisch en (deels) simultaan. De huishoudensprognose van het CBS onderscheidt zowel de bevolking naar huishoudensposities als huishoudens naar type en grootte.

Het opstellen van de huishoudensprognose verloopt in diverse stappen.

In de eerste stap worden de uitkomsten van de bevolkingsprognose, die de bevolking onderscheidt naar geslacht en leeftijd, verbijzonderd door het kenmerk burgerlijke staat toe te voegen. Dit gebeurt met behulp van een dynamisch model dat veronderstellingen over eerste huwelijkssluiting, hertrouw, echtscheiding en verweduwing bevat.

In de tweede stap wordt de –nu beschikbare – bevolking naar burgerlijke staat met behulp van een statisch model nader uitgesplitst naar huishoudenspositie. Aan de hand hiervan kunnen de aantallen huishoudens naar type worden afgeleid. Hierbij tellen alleenstaanden en eenouders voor één huishouden, en samenwonende personen elk voor een half huishouden. Binnen de categorie personen met de huishoudenspositie ‘overig’ tellen hoofden van huishoudens voor één huishouden en de anderen voor nul.

In de derde en laatste stap worden de huishoudens nader onderscheiden naar grootte. Dit gebeurt met behulp van een macrosimulatiemodel (De Jong, 1994). Hierin wordt het aantal vrouwen naar thuiswonend kindertal gemodelleerd met behulp van vruchtbaarheidscijfers, gegevens over geboorte-intervallen en kansen om uit huis te gaan kansen van thuiswonende kinderen.

#### 3.2 De PRIMOS-prognose

Het PRIMOS-model (Gordijn en Heida, 1979) laat zich typeren als dynamisch, macromodelling, deels analytisch deels verklarend, deterministisch en hiërarchisch. PRIMOS staat voor Prognose-, Informatie-, en Monitoring Systeem. Het is een multiregionaal bevolking-, huishoudens- en woningbehoeftemodel dat gegevens op gemeentelijk niveau genereert. Eind jaren zeventig ontstond dit model ten behoeve van de woningbouwprogrammering van het ministerie. Er was behoefte aan een regionaal bevolkingprognosemodel waarmee voor de korte termijn op een laag regionaal schaalniveau bevolkings- en woningbehoefteprognoses konden worden gemaakt. TNO heeft destijds de eerste versie van het PRIMOS-model ontwikkeld. Terwijl de prognosehorizon van het PRIMOS-model in de beginfase zo'n vijf jaar besloeg, wordt het tegenwoordig ingezet als een model dat ook voor de langere termijn prognoses kan berekenen, tot zo'n dertig jaar vooruit.

De bevolking en huishoudens (en recent ook allochtonen) worden in het huidige model geïntegreerd vooruitberekend. De eenheden in het model zijn personen naar leeftijd, geslacht en positie in het huishouden. Voor het bepalen van de huishoudensontwikkeling wordt gebruikt gemaakt van overgangskansen tussen verschillende huishoudentypen, die nader zijn onderscheiden naar leeftijd. Door het woningmarktmodel SOCRATES in de modelberekeningen te betrekken, wordt tevens rekening gehouden met kwantitatieve en kwalitatieve aspecten van de woningmarkt.

Tot de prognose van 2005 bevatte het PRIMOS-model een werkgelegenheidsmodel dat op basis van een afstemming van vraag en aanbod op de arbeidsmarkt modelleert hoeveel mensen zo ver buiten hun woonplaats een nieuwe baan vinden dat ze moeten verhuizen. Als invoer voor het model worden de nationale bevolking- en huishoudensprog-

nose van het CBS genomen, informatie over de woningvoorraad uit het Systeem Woningvoorraad (SYSWOV) en de woningbehoefte-informatie uit het Woningbehoefte-onderzoek (WBO en de opvolger WoON).

De huidige versie van het model draagt veel kenmerken van een zogenoemd top-down model. Dit betekent dat cijfers die beschikbaar zijn op nationaal niveau (zoals de demografische gebeurtenissen uit de nationale prognose van het CBS) of op nationaal niveau worden afgeleid (zoals overgangen tussen huishoudensposities) via een verdeelfunctie worden toegewezen aan gemeenten. Dit geldt niet voor de modellering van de binnenlandse migratie. Die gebeurt getrapd: het nationale aantal binnenlandse migranten wordt eerst toegekend aan woningmarktgebieden, en vervolgens binnen deze gebieden aan de verschillende gemeenten op basis van verhoudingen van vraag en aanbod op de woningmarkt.

### 3.3 LIPRO

Het LIPRO-model (Van Imhoff en Keilman, 1991; Van Imhoff, 1995) kan op basis van de onderscheiden dimensies van huishoudensmodellen worden gekenschetst als dynamisch, macromodellering, analytisch, deterministisch en simultaan. In 1988 heeft het Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut (NIDI) de ontwikkeling van dit model ter hand genomen. LIPRO staat voor Lifestyle PROjections. In het model worden de processen van huishoudensvorming en –ontbinding gemodelleerd. Het LIPRO-model berekent het toekomstig aantal huishoudens naar type op basis van de verdeling van de bevolking in particuliere huishoudens naar leeftijd, geslacht en huishoudenspositie. Elf huishoudensposities worden onderscheiden: drie voor kinderen, vier voor personen die met een partner leven, één voor alleenstaande personen, één voor ouders in een eenoudergezin en twee voor de overige huishoudensposities. Met deze elf posities worden 69 mogelijke overgangen tussen huishoudensposities gedefinieerd. Een persoon kan in één projectiejaar meer dan één overgang meemaken. Naast deze gebeurtenissen op het terrein van huishoudens, beschrijft het model ook geboorte, sterfte, immigratie en emigratie. De overgangen worden berekend aan de hand van overgangskansen. Het zijn de *occurrence-exposure rates*, die de intensiteit weergeven waarmee gebeurtenissen zich aan een individu voordoen. Het aantal onderscheiden huishoudentypen is zeven.

Een belangrijk onderdeel van LIPRO is het zogenoemde consistentie-algoritme, dat moet zorgen voor consistentie tussen de aantallen gebeurtenissen die de leden van een huishouden meemaken.

Het model is in diverse landen gebruikt voor het maken van projecties. Momenteel wordt het model niet meer door het NIDI onderhouden. Het LIPRO-model kan zowel voor de nationale als de regionale prognose worden ingezet. Het LIPRO-model is een zogenoemd bottom-up model: op regionaal niveau worden de berekeningen uitgevoerd, door aggregatie worden nationale cijfers verkregen. Dit betekent dat de veronderstellingen van het model op regionaal niveau dienen te worden opgesteld.

### 3.4 Huishoudensmodellen van statistische bureaus in Europa

De meeste officiële huishoudensprognoses van statistische bureaus in Europa zijn gebaseerd op een statisch model, te weten het *headship rate*-model of een variatie hierop (De Beer, 1994). In het algemeen zijn de huishoudensprognoses een nadere uitwerking van de officiële bevolkingsprognoses. Het is namelijk gebruikelijk *headship rates* toe te passen op de uitkomsten van de bevolkingprognose. De prognosehorizon is meestal zo'n twintig jaar. Uit het overzicht van De Beer (1994) blijkt dat alleen de nationale statistische bureaus van Noorwegen en Rusland gebruik maken van een dynamisch model. De statistische bureaus van Oostenrijk, Canada, Cyprus en Engeland publiceren ook regionale huishoudensprognoses.

Dat de meeste officiële huishoudensprognoses geënt zijn op een statisch model, is te verklaren uit het feit deze modellen minder complex zijn dan de dynamische modellen. In dynamische modellen zijn er veel meer overgangen tussen huishoudensposities (hetgeen in dynamische modellen wordt gemodelleerd) dan het aantal verschillende huishoudensposities (hetgeen in statische modellen wordt gemodelleerd). Bovendien vergen dynamische modellen veel meer gedetailleerde gegevens dan waarover de meeste nationale statistische bureaus beschikken. Nederland vormt hierop een uitzondering aangezien de huishoudensbestanden van het CBS een zeer grote mate van detail bevatten, dankzij het feit dat deze bestanden afgeleid zijn uit de GBA.

## 4. Typering van PEARL

Het model PEARL staat voor Projecting population Events At Regional Level. In het model staan gebeurtenissen centraal. Voor de huishoudensprognose worden in het model overgangen tussen huishoudensposities voorspeld. Het feit dat PEARL overgangen modelleert, betekent dat dit model geclassificeerd kan worden als een dynamisch huishoudensmodel.

In de regionale prognose met behulp van PEARL zijn de overgangskansen afkomstig uit de jaarlijkse huishoudensstatistiek van het CBS. Het gaat bovendien om een versie waarin de verschillende jaarbestanden onderling consistent zijn gemaakt. Deze statistiek omvat een integrale waarneeming van personen naar huishoudenspositie. Ondanks de zeer hoge kwaliteit van de gebruikte overgangskansen in PEARL blijft het gevaar dat de uitkomsten niet plausibel en niet stabiel zijn. Vooral op gemeentelijk niveau kan sprake zijn van toevalsfluctuaties in de overgangskansen. Zelfs op nationaal niveau kan het werken met de jaarlijkse overgangskansen niet geheel veilig zijn. Dit is vooral het geval voor huishoudensposities die door relatief kleine aantallen personen worden bezet. Hier staat tegenover dat het gevaar deels wordt bezworen doordat de uitkomsten van PEARL in elk prognosejaar consistent worden gemaakt met de uitkomsten van de nationale huishoudensprognose van het CBS (Alders en Nicolaas, 2005). Dit betekent in de praktijk dat de gemeentelijke uitkomsten geaggregeerd naar het

nationale niveau één op één overeenstemmen met de gegevens uit de nationale huishoudensprognose. Hierdoor wordt het gevaar van ernstige gemeentelijke afwijkingen sterk gereduceerd.

In beginsel voert PEARL de modellering uit op het macroniveau. Daarnaast bevat het model een microlaag waarin de resulterende gebeurtenissen aan personen worden toegewezen. Ten behoeve van het opstellen van de regionale prognose is ervoor gekozen in het model de veronderstellingen op het macroniveau te formuleren. Voor de huishoudensprognose betekent dit dat overgangskansen worden bepaald op het niveau van de afzonderlijke gemeenten. Deze worden vervolgens toegepast op de aantallen personen in de verschillende onderscheiden huishoudensposities, en uitgesplitst naar leeftijd, geslacht en herkomstgroep. De resulterende gebeurtenissen worden vervolgens op microniveau verdisconteerd: in de microlaag van het model gaan individuele personen over van de ene naar de andere huishoudenspositie.

Omdat huishoudens worden afgeleid uit de huishoudenspositie van personen, leidt dit ertoe dat huishoudens ontstaan, worden opgeheven of van type veranderen. In deze microlaag vormen alle personen die deel uitmaken van de bevolking aparte objecten. De microlaag is enkel bedoeld als een administratieve laag waarin de gebeurtenissen worden doorvertaald naar overgangen van individuele personen. Op het niveau van de microlaag worden dus geen veronderstellingen neergelegd. Het toewijzen van gebeurtenissen aan individuele personen gebeurt door binnen een specifieke risicobevolking op steekproefbasis personen te trekken en aan hen de overgang toe te wijzen. Overigens zal in de toekomst PEARL ook de mogelijkheid bieden om gebruikt te worden als een microsimulatiemodel. In dat geval worden juist wel veronderstellingen in de microlaag neergelegd door op persoonsniveau overgangskansen toe te passen. Door aggregatie kunnen dan cijfers op diverse regionale niveaus worden afgeleid. Dit type toepassing is in het bijzonder geschikt voor het doorrekenen van scenario's.

De microlaag maakt het mogelijk om nieuwe informatie uit een prognose te halen. Op basis van waargenomen gegevens kunnen nu al levenslopen worden afgeleid. Dit is bijvoorbeeld mogelijk op basis van informatie uit steekproefonderzoeken. Daarbij wordt vaak aan de respondenten gevraagd hun levensloop te reconstrueren. Ook op basis van een tijdreeks van structuurtellingen uit de GBA zouden in principe levenslopen zijn af te leiden. In werkelijkheid is dit nog amper te doen, omdat de tijdreeks slechts teruggaat tot 1995, het jaar waarin de GBA werd ingevoerd. Ook de microlaag in PEARL maakt het mogelijk om levenslopen te volgen (die zich grotendeels in de toekomst zullen afspeelen). Hierdoor kan voor alle personen worden nagegaan welke wisselingen van huishoudensposities – in combinatie met andere demografische gebeurtenissen – ze in de loop van de tijd meemaken. Zo kan worden nagegaan waar ze zijn geboren, naar welke plaatsen ze zijn verhuisd, of ze zijn gaan samenwonen, kinderen hebben gekregen en weer alleen zijn gaan wonen als gevolg van het uit elkaar gaan en sterfte van de partner. Aan de hand van de verschillende combinaties van gebeurtenissen, kan een waaier aan levenslopen worden opgesteld. Bovendien kan, uitgaande

van een groep personen met eenzelfde uitgangspositie, voor elke specifieke combinatie worden afgeleid hoe groot de kans op deze volgorde van gebeurtenissen is.

Een ander type informatie dat kan worden afgeleid, is de verblijfsduur in bepaalde fasen van de levensloop, bijvoorbeeld de periode waarin personen alleenstaan tussen het moment van het verlaten van het ouderlijk huis en het moment van samenwonen. In het kader van de regionale prognose is de ruimtelijke dimensie hierbij uiteraard van groot belang. Als bijvoorbeeld in bepaalde regio's personen niet alleen vaker maar ook langer alleenstaand zijn, verhoogt dit de druk op de woningmarkt.

PEARL is een analytisch model, maar niet een volledig analytisch model. In het model zitten geen sociaal-culturele of economische variabelen in het model, zoals inkomen of opleidingsniveau. Er is wel één belangrijke achtergrondvariabele opgenomen, te weten het woningaanbod. Dit woningaanbod speelt een rol bij de bepaling van de bestemming van migratiestromen over korte afstand. Het woningaanbod is afkomstig uit veronderstellingen over de jaarlijkse uitbreiding van de woningvoorraad. De aantallen die bij deze inputvariabele horen, worden bepaald aan de hand van een groot aantal overwegingen, zoals afgegeven woningbouwvergunningen, de realisatie van nieuwbouw, de verwachte sloop en de nieuwbouwprogrammering. Vooral dit laatste aspect is erg beleidsgevoelig.

Bij PEARL is sprake van een deterministische modellering. Er wordt gewerkt met een set van (overgangs)kansen die voor alle prognosejaren op gemeentelijk niveau zijn geformuleerd. Doordat deze kansen rechtstreeks op de risicobevolking worden toegepast, bevat de prognose geen stochastische elementen. Dit betekent voorts dat elke run van het model dezelfde uitkomsten oplevert.

Wat betreft het modelleren van huishoudensovergangen sluit PEARL aan bij de principes van de meerdimensionale demografie. Dit betekent dat gewerkt wordt met simultaan modelleren. Hiërarchische modellen zijn, in wiskundige zin, eenvoudiger. Een nadeel is echter dat deze wijze van modelleren fouten in de zin van over- en onderschattingen met zich meebrengt. Om deze reden is ervoor gekozen in PEARL huishoudensovergangen simultaan te modelleren.

In het model PEARL worden eerst de componenten afgehandeld die leiden tot een toename van de bevolking: eerst geboorte, dan immigratie (en ook de zogenoemde correcties). Daarna komen de gebeurtenissen die leiden tot een afname aan bod: eerst sterfte, dan emigratie. Vervolgens worden de overgangen tussen huishoudensposities afgehandeld, waarbij dus simultaan op gemeentelijk niveau de diverse overgangskansen tussen huishoudensposities worden toegepast. Ten slotte wordt dan het (meest uitgebreide) onderdeel binnenlandse migratie afgehandeld. Doordat het modelleren van de huishoudensposities dan al is gebeurd, betekent dit dat er gewerkt wordt met huishoudensposities aan het 'einde' van het kalenderjaar. Dit heeft belangrijke consequenties voor de analyse van binnenlandse migratiepatronen. Hierbij dienen de binnenlandse migraties ook met de huishoudensposities aan het eind van het kalenderjaar te worden geanalyseerd. Voor dit doel koppelt het CBS

de records over binnenlandse migratie op individueel niveau aan de structuurtelling uit de GBA (op 1 januari van het kalenderjaar volgend op het jaar waarin de migratie heeft plaatsgevonden). Deze koppeling is mede nodig omdat de (elektronische GBA-) berichten over binnenlandse migratie geen informatie over de huishoudenspositie bevatten.

In PEARL is gekozen voor de bottom-up benadering. Een groot voordeel van de bottom-up aanpak is dat expliciet rekening wordt gehouden met het effect van de omvang van de risicobevolking op de omvang van de te voorspellen gebeurtenis. Bovendien worden veronderstellingen opgesteld op het geëigende niveau, te weten dat van gemeenten. Toch is er geen sprake van een volledige bottom-up optiek, aangezien de uitkomsten consistent worden gemaakt met de nationale prognose van het CBS. Dit gebeurt aan de hand van de methode die door Eichperger et al. (1979) is beschreven. Deze methode behelst een proportionele aanpassing van de regionale uitkomsten over de gebeurtenissen aan het nationale totaal. Hierbij worden de regionale cijfers aangepast met behulp van een correctiefactor, die bestaat uit de verhouding tussen het nationale cijfer en de som van de regionale cijfers.

## 5. Berekening van de bevolking naar huishoudenspositie in PEARL

In PEARL is de prognose van de bevolking (naar herkomstgroep) geënt op het cohort-componenten-model. Hierbij vormen de (bevolkingsgroei)componenten geboorte, sterfte, buitenlandse migratie en binnenlandse migratie het uitgangspunt. Door deze componenten te verdisconteren op de startbevolking in een bepaald kalenderjaar, wordt de eindbevolking berekend. Er wordt gebruik gemaakt van een sequentiële wijze van modelleren, dat wil zeggen dat de bijdragen van de verschillende groeicomponenten aan de bevolkingsgroei na elkaar worden berekend. Voor het bepalen van de prognose van de bevolking naar huishoudenspositie zal echter gebruik worden gemaakt van een simultane manier van modelleren.

Voor elk kalenderjaar in de prognoseperiode is per regio (gemeente) de bevolking naar leeftijd, geslacht, herkomstgroep en huishoudenspositie op 1 januari bekend. Uit het bevolkingsgedeelte van de regionale prognose is bekend hoe groot het aantal levendgeborenen, het aantal overledenen, het aantal correcties en de aantallen immigranten en emigranten zijn. Voor het bevolkings- en alloctonengedeelte van de regionale prognose dienen deze aantallen te zijn uitgesplitst naar geslacht, leeftijd, herkomstgroep en generatie. Voor het huishoudensgedeelte is het tevens nodig dat de aantallen worden uitgesplitst naar huishoudenspositie. Met betrekking tot de aantallen overledenen en de aantallen correcties geldt dat aselekt wordt getrokken uit de (gemeentelijke) bevolking naar huishoudenspositie in de betreffende combinatie van geslacht, leeftijd en herkomstgroep. Voor de immigratie en emigratie wordt gebruik gemaakt van vaste verdeelsleutels die zijn afgeleid uit recente waarnemingen uit de GBA.

Per kalenderjaar dient de startbevolking naar huishoudenspositie bekend te zijn. In het startjaar van de prognose wordt deze ontleend aan de huishoudensstatistiek, in de prognosejaren vloeit de huishoudenspositie voort uit de berekeningen. Vervolgens worden de overgangen tussen huishoudensposities berekend. Als resultante wordt een nieuwe verdeling van de bevolking naar huishoudenspositie gegenereerd.

Ten slotte wordt op deze nieuwe (risico)populatie de binnenlandse migratie verdisconteerd: per gemeente wordt het aantal personen (naar geslacht, leeftijd en herkomstgroep) berekend dat binnen de gemeente en naar andere gemeenten verhuist. De personen die gaan verhuizen worden hiertoe per (vertrek)gemeente aselekt uit de betreffende risicobevolking getrokken (door deze volgorde is de huishoudenspositie vóór de verhuizing dus al bekend en hoeft deze niet meer apart te worden gemodelleerd).

Analoog aan de huishoudensprognose van het CBS worden op basis van hun huishoudenspositie de volgende categorieën personen onderscheiden:

- thuiswonende kinderen: alle in het huishouden van hun ouder(s) aanwezige eigen, pleeg-, stief- of adoptiekinderen die zelf geen kinderen hebben;
- alleenstaanden: personen die alleen in een woonruimte zijn gehuisvest en hierdoor een eenpersoonshuishoudens vormen. Tot alleenstaanden worden ook personen gerekend die met anderen hetzelfde adres bewonen maar een eigen huishouding voeren;
- samenwonende personen: personen die - al dan niet gehuwd - een gemeenschappelijke huishouding voeren met een vaste partner;
- eenouders: personen met thuiswonende kinderen die niet samenwonen met een vaste partner;
- overige personen: personen die met andere personen op hetzelfde adres wonen maar geen partnerrelatie met die andere personen onderhouden en geen kind zijn van die andere personen. Te denken valt bijvoorbeeld aan kostgangers die bij een gezin inwonen of studenten die een huishouden vormen;
- institutionele personen: personen die langer dan een jaar in een instelling verblijven, zoals verpleeg- en verzorgingshuizen, kindertehuizen, opvoedingsinternaten, revalidatiecentra en gevangenis.

In PEARL wordt alleen de bevolking naar huishoudenspositie expliciet gemodelleerd, en niet de huishoudens. Analoog aan de werkwijze van de CBS huishoudensprognose worden vervolgens met behulp van de bevolking naar huishoudenspositie de aantallen huishoudens afgeleid. Hierbij tellen alleenstaanden en eenouders voor één huishouden, en samenwonende personen elk voor een half huishouden. Binnen de categorie personen met de huishoudenspositie overig tellen hoofden van huishoudens voor één, de anderen voor nul.

Aangezien de prognose van de bevolking naar huishoudenspositie in PEARL gebaseerd is op een dynamische model, dienen de diverse overgangen tussen de onderscheiden huishoudensposities te worden bepaald. Omdat de regionale prognose ook de dimensies regio en herkomstgroep bevat, moeten de overgangskansen ook voor de combinaties hiertussen worden bepaald. In de praktijk bete-

kent dit dat per gemeente, en vervolgens voor elke herkomstgroep en daarbinnen voor de eerste en tweede generatie de modelvergelijkingen moeten worden toegepast.

Om het maken van kwantitatieve veronderstellingen te vereenvoudigen, is de volgende werkwijze toegepast. Het model dient te beschikken over leeftijds patronen van overgangskansen vanuit een bepaalde huishoudenspositie naar alle andere huishoudensposities. Hierbij worden nationale leeftijdscurven als uitgangspunt genomen. Deze worden voor elke herkomstgroep en hierbinnen naar generatie op nationaal niveau afgeleid (voor overgangen die getalsmatig van weinig belang zijn, is dit onderscheid niet gemaakt). Vervolgens worden deze overgangskansen gemeentespecifiek gemaakt door hierop een regionalisatiefactor toe te passen. Dit betekent dat de leeftijds patronen niet gebaseerd zijn op de waargenomen leeftijds patronen op gemeentelijk niveau. De reden voor deze werkwijze is dat op gemeentelijk niveau sprake kan zijn van (sterke) toevalsfluctuaties in

de leeftijdsspecifieke cijfers. In plaats daarvan wordt op basis van waarnemingen een regionalisatiefactor bepaald, die een indruk geeft van de afwijking van de specifieke gemeente van de landelijke score op een bepaalde kernindicator. Deze factor wordt vervolgens gebruikt om het landelijke leeftijdsspecifieke patroon om te zetten in het gemeentelijke patroon.

In het kader van het simultaan modelleren van de bevolking naar huishoudenspositie krijgt elke huishoudenspositie een eigen specificatie. Bovendien wordt deze vergelijking voor elke afzonderlijke gemeente toegepast (en elke herkomstgroep en daarbinnen voor de eerste en tweede generatie). Voor thuiswonende kinderen luidt de vergelijking als volgt (voor deze en alle volgende vergelijkingen geldt dat ze voor mannen en vrouwen dienen te worden opgesteld; om de vergelijkingen eenvoudig te houden is dit onderscheid echter vervallen; voor de andere huishoudensposities dienen soortgelijke vergelijkingen te worden opgesteld):

$$(1) T_{x+1}^T = T_x^T - OL_{x+1}^T + T_{x+1}^A - T_{x+1}^S - T_{x+1}^E - T_{x+1}^O - T_{x+1}^I + A_{x+1}^T + S_{x+1}^T + E_{x+1}^T + O_{x+1}^T + I_{x+1}^T + IM_{x+1}^T - EM_{x+1}^T + AR_{x+1}^T - V_{x+1}^T$$

waarbij

T = huishoudenspositie thuiswonend

A = huishoudenspositie alleenstaand

S = huishoudenspositie samenwonend

E = huishoudenspositie eenouder

O = huishoudenspositie overig

I = huishoudenspositie institutioneel

$T_x^T$  = thuiswonende kinderen met leeftijd x op 1 januari;

$OL_{x+1}^T$  = overleden thuiswonende kinderen met leeftijd x+1 op 31 december;

$T_{x+1}^A$  = thuiswonende kinderen van leeftijd x op 1 januari en in huishoudenspositie alleenstaand op leeftijd x+1 op 31 december;

$T_{x+1}^I$  = thuiswonende kinderen met huishoudenspositie institutioneel en leeftijd x+1 op 31 december;

$I_{x+1}^T$  = institutioneel wonende personen met huishoudenspositie thuiswonend kind en leeftijd x+1 op 31 december;

$IM_{x+1}^T$  = immigrerende thuiswonende kinderen met leeftijd x+1 op 31 december;

$EM_{x+1}^T$  = emigrerende thuiswonende kinderen met leeftijd x+1 op 31 december;

$AR_{x+1}^T$  = thuiswonende kinderen die in een vestigingsgemeente arriveren (en afkomstig zijn uit een andere gemeente) met leeftijd x+1 op 31 december;

$V_{x+1}^T$  = thuiswonende kinderen die uit een gemeente vertrekken (naar een andere gemeente) met leeftijd x+1 op 31 december.

Gecombineerd met de vergelijkingen die behoren tot de bevolkings- en allochtonenprognose van de regionale prognose (De Jong et al., 2006) geldt evenwel het volgende. In de regionale prognose worden eerst de vergelijkingen uitgevoerd die betrekking hebben op de onderdelen geboorte, sterfte, overige correcties, immigratie en emigratie. Zoals hierboven al gemeld, is hierbij geboorte, sterfte, correcties, immigratie en emigratie al uitgesplitst naar huishoudenspositie. Dit betekent dat in vergelijking (1) deze gebeurtenissen niet hoeven te worden opgenomen. Personen met een bepaalde huishoudenspositie lopen in een bepaald kalenderjaar het risico te overlijden of te emigreren, en kunnen daarna dus niet meer een overgang van huishoudenspositie meemaken. Voor personen met een bepaalde huishoudenspositie die zich via immigratie in een bepaalde gemeente vestigen, ligt dit anders. Deze nieuwkomers lopen in hetzelfde jaar het risico een overgang van huishoudenspositie mee te maken.

Voor de eenvoud is in de regionale prognose tevens als uitgangspunt genomen dat een persoon in de huidige woongemeente een huishoudenovergang meemaakt en dat een persoon dus niet samenvallend met de betreffende transitie naar een andere gemeente verhuist. In een volgende stap worden personen blootgesteld aan het risico van verhuizen (binnen de eigen gemeente en naar een andere gemeente). Dit betekent dat in vergelijking (1) ook niet hoeft te worden opgenomen dat personen in de betreffende gemeente arriveren of eruit vertrekken. Bepaalde personen maken als het ware in een bepaald kalenderjaar eerst de overgang van de ene naar de andere huishoudenspositie mee en kunnen pas daarna (in de nieuwe huishoudenspositie) naar een andere gemeente verhuizen.

Het bovenstaande betekent dat vergelijking (1) als volgt kan worden ingekort:

$$(2) T_{x+1} = T_x + T_{x+1}^A - T_{x+1}^S - T_{x+1}^E - T_{x+1}^O - T_{x+1}^I + A_{x+1}^T + S_{x+1}^T + E_{x+1}^T + O_{x+1}^T + I_{x+1}^T$$

De transitie van personen van de ene naar de andere huishoudenspositie kan worden uitgedrukt in de vorm van een overgangskans. Voor thuiswonende kinderen die alleen gaan wonen luidt deze kans als volgt:

$$(3) t_x^A = \frac{2 \cdot T_{x+1}^A}{T_x + T_{x+1} + T_{x+1}^A}$$

waarbij

$t_x^A$  = de kans dat thuiswonende kinderen met leeftijd x op 1 januari (in de loop van een bepaald kalenderjaar) overgaan naar de huishoudenspositie alleenstaand.

Dit betekent dat het aantal overgangen van thuiswonende kinderen naar de huishoudenspositie alleenstaand als volgt kan worden uitgedrukt:

$$(4) T_{x+1}^A = \frac{t_x^A}{2 - t_x^A} (T_x + T_{x+1})$$

$$t_x^{A*} = \frac{t_x^A}{2 - t_x^A}$$

De vergelijkingen (3) en (4) kunnen op soortgelijke wijze voor de andere overgangen tussen huishoudensposities worden geformuleerd. Als formule (4) - en de tegenhangers voor de andere huishoudensposities - in vergelijking (2) - en de tegenhangers voor de andere huishoudensposities - wordt gesubstitueerd en vervolgens wordt uitgewerkt, leidt dit tot de volgende formule (en tot soortgelijke formules voor de andere huishoudensposities):

$$(5) (1 + t_x^{A*} + t_x^{S*} + t_x^{E*} + t_x^{O*} + t_x^{I*}) T_{x+1} - a_x^T A_{x+1} - s_x^T S_{x+1} - e_x^T E_{x+1} - o_x^T O_{x+1} - i_x^T I_{x+1} =$$

$$(1 - t_x^{A*} - t_x^{S*} - t_x^{E*} - t_x^{O*} - t_x^{I*}) T_x + a_x^A A_x + s_x^T S_x + e_x^T E_x + o_x^T O_x + i_x^T I_x$$

waarbij

- $t_x^{A*}$  = (getransformeerde) kans dat thuiswonende kinderen met leeftijd x op 1 januari (in de loop van een bepaald kalenderjaar) overgaan naar de huishoudenspositie alleenstaand;
- $t_x^{I*}$  = (getransformeerde) kans dat thuiswonende kinderen met leeftijd x op 1 januari (in de loop van een bepaald kalenderjaar) overgaan naar de huishoudenspositie institutioneel;
- $a_x^T$  = (getransformeerde) kans dat alleenstaande personen met leeftijd x op 1 januari (in de loop van een bepaald kalenderjaar) overgaan naar de huishoudenspositie thuiswonend kind;
- $A_x$  = alleenstaande personen met leeftijd x op 1 januari;
- $i_x^T$  = (getransformeerde) kans dat institutioneel wonende personen met leeftijd x op 1 januari (in de loop van een bepaald kalenderjaar) overgaan naar de huishoudenspositie thuiswonend kind;
- $I_x$  = institutioneel wonende personen met leeftijd x op 1 januari.

Het systeem bestaande uit soortgelijke vergelijkingen voor elke huishoudenspositie kan elegant worden weergegeven met behulp van notities afkomstig uit de matrixalgebra. Hieronder wordt een dergelijk systeem weergegeven, waarbij om het overzichtelijk te houden alleen voor thuiswonende kinderen de overgangskansen zijn weergegeven, terwijl voor de andere huishoudensposities punten zijn ingevuld:

$$(6) \begin{bmatrix} 1 + k_x & -a_x^T & -s_x^T & -e_x^T & -o_x^T & -i_x^T \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{x+1} \\ A_{x+1} \\ S_{x+1} \\ E_{x+1} \\ O_{x+1} \\ I_{x+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - k_x + a_x^T + s_x^T + e_x^T + o_x^T + i_x^T \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_x \\ A_x \\ S_x \\ E_x \\ O_x \\ I_x \end{bmatrix}$$

waarbij

$$k_x = +t_x^{A*} + t_x^{S*} + t_x^{E*} + t_x^{O*} + t_x^{I*}$$



Bovenstaande vergelijking kan worden vereenvoudigd door het te schrijven als:

$$(7) \quad A_x P_{x+1} = B_x P_x$$

In deze vergelijking geeft uitdrukking  $A_x$  de eerste matrix (met overgangskansen) weer,  $P_{x+1}$  de kolomvector met de populatie naar huishoudenspositie met leeftijd  $x + 1$  (op 31 december),  $B_x$  de tweede matrix (met overgangskansen) en  $P_x$  de kolomvector met de populatie naar huishoudenspositie met leeftijd  $x$  (op 1 januari). Deze uitdrukking kan dan als volgt worden herschreven:

$$(8) \quad P_{x+1} = A_x^{-1} B_x P_x$$

Met behulp van deze vergelijking kan de bevolking naar huishoudenspositie met leeftijd  $x+1$  (op 31 december) voor elke gemeente worden berekend. Daarna kunnen met formule (4) en de tegenhangers van de andere huishoudensposities alle overgangen tussen de diverse huishoudensposities worden berekend.

## Literatuur

Alders, M. en H. Nicolaas, 2005, Huishoudensprognose 2004-2050: belangrijkste uitkomsten, *Bevolkingstrends* 53(2), blz. 14-18.

Beer, J. de, A. de Jong, W. van Hoorn en J. Latten, 1992, Nationale Huishoudensprognose 1992. *Maandstatistiek van de Bevolking* 40(7), blz. 28-46.

Beer, J. de, 1994, Projections of households and families: overview of current practice. Paper gepresenteerd op de

FCE/Eurostat Joint Work Session on Demographic Projections, Mondorf-les-Bains, Luxemburg, 1-4 Juni 1994.

Gordijn, H. en H. Heida, 1979, Een multi-regionaal demografisch model en de ontwikkeling van een monitoringssysteem. Planologisch Studiecentrum TNO, Delft.

Imhoff, E. van, en N.W. Keilman, 1991, LIPRO 2.0. An application of a dynamic demographic projection model to household structure in the Netherlands. Swets en Zeitlinger BV, Amsterdam/Lisse.

Imhoff, E. van, 1995, LIPRO. A multistate household projection model. In: Imhoff, E. van et al. (eds.), *Household demography and household modeling*, blz. 273-291. Plenum Press, New York.

Jong, A. de, en J. de Beer, 2001, Het huishoudensprognosemodel. *Maandstatistiek van de Bevolking* 49(7), blz. 16-20.

Jong, A.H., 1994, A macosimulation model for projections of households by size. Paper gepresenteerd op de FCE/Eurostat Joint Work Session on Demographic Projections. Mondorf-les-Bains, Luxemburg, 1-4 Juni 1994.

Jong, A. de, M. Alders, P. Feijten, P. Visser, I. Deerenberg, M. van Huis en D. Leering, 2005, Achtergronden en veronderstellingen bij het model PEARL. Naar een nieuwe regionale bevolkings- en alloctonenprognose. Nai Uitgevers, Rotterdam.

Keilman, N., 1993, Emerging issues in demographic methodology. In: Blum, A. en J.L. Railu (eds.), *European population*, vol. 2 Demographic dynamics. John Libbey Eurotext, Montrouge.