

## CPB Memorandum

Hoofdafdeling : Modellen, Arbeid en Inkomen  
Afdeling : Macro Modellen  
Samensteller : Nick Draper, Fre Huizinga, Henk Kranendonk  
Datum : 13 april 2001

### Potentiële Groei volgens de Productiefunctie Benadering

*In dit memorandum beschrijven we de productiefunctie-methode, die gebruikt is voor de berekening van de groei van de potentiële productie. Deze berekeningen liggen ten grondslag aan Don (2001), 'Het groeipotentieel op middellange termijn,' CPB-document no 1.*

1	Inleiding	1
2	Wat is de potentiële productie?	1
3	Potentiële werkgelegenheid	4
3.1	Het structurele arbeidsaanbod	4
3.2	Evenwicht op de arbeidsmarkt	6
3.2.1	De evenwichtswaarde van de arbeidsinkomensquote	6
3.2.2	Loonvorming	9
3.2.3	Evenwichtswerkloosheid	9
3.3	De ontwikkeling van de potentiële werkgelegenheid	12
4	De structurele arbeidsproductiviteit	12
4.1	De structurele arbeidsbesparende technologische ontwikkeling	13
4.2	De kapitaalarbeidsverhouding	14
4.3	De ontwikkeling van de structurele arbeidsproductiviteit	15
4.4	De relatie tussen de structurele en feitelijke arbeidsproductiviteit	16
4.4.1	Boekhoudkundige benadering	16
4.4.2	Economische benadering	17
5	Potentiële productie en output gap	18
	Appendix A De geschatte relaties	21
	Appendix B Schattingsresultaten niet-lineair model	24
	B.1 Geschatte ontwikkeling van de markup	25
	B.2 De statistische methode voor de berekening van de output gap	26
	B.3 De schattingsresultaten voor de loonvergelijking, arbeidsvraag en prijsvergelijking	26
	Appendix C Arima modellen ten behoeve van de HP-filters	28
	Appendix D Overzichtstabel	29

## 1 Inleiding

Dit memorandum beschrijft berekeningsmethodes die zijn gehanteerd ten behoeve van het CPB-document "Het Nederlands groeipotentieel op middellange termijn." Met name wordt ingegaan op de productiefunctie-methode, waarmee de groei van de potentiële productie kan worden geschat. Deze potentiële groei wordt bepaald door de structurele groei van het arbeidsaanbod, de ontwikkeling van de evenwichtswerkloosheid en de structurele groei van de arbeidsproductiviteit. De feitelijke groei kan lager zijn dan de potentiële, maar soms ook hoger.

Voor de periode 2002-2006 schatten we de groei van het potentiële BBP op gemiddeld  $2\frac{3}{4}\%$  per jaar, tegen een potentiële groei van  $3\frac{1}{4}\%$  per jaar in 1996-2001. De verwachte versnelling in de structurele arbeidsproductiviteit weegt niet op tegen de vertraging in de potentiële werkgelegenheid.

## 2 Wat is de potentiële productie?

In deze paragraaf gaan we dieper in op het begrip potentiële productie. Onder de potentiële productie verstaan we het houdbare niveau van productie dat bereikt kan worden gegeven de productiestructuur, de stand van de technologie en de beschikbare productiefactoren. Dit houdbare niveau ligt lager dan de technisch maximaal haalbare productie, waarbij de beschikbare productiefactoren maximaal worden benut. In de praktijk is zo'n maximale benutting niet houdbaar en niet efficiënt. De houdbare benutting van de factor arbeid wordt gekarakteriseerd door de evenwichtswerkloosheid op de arbeidsmarkt. Dat is het werkloosheidsniveau waar de aanpassingsprocessen in de economie naar toe bewegen. De potentiële werkgelegenheid is het structurele arbeidsaanbod minus de evenwichtswerkloosheid. De potentiële productie is de potentiële werkgelegenheid vermenigvuldigt met het structurele niveau van de arbeidsproductiviteit, dat bepaald wordt door de kapitaalintensiteit en de stand van de technologie.

Stel dat de productie in de marktsector, gemeten als bruto toegevoegde waarde factorkosten, door arbeid en kapitaal wordt voortgebracht met constante schaalopbrengsten. In gelineariseerde vorm ziet een productiefunctie met constante schaalopbrengsten in kapitaal en arbeid er als volgt uit

$$\ln y = \lambda \ln l_e + (1-\lambda) \ln k_e, \quad (1)$$

waarin  $y$  de feitelijke productie is,  $\lambda$  een wegingsparameter<sup>1</sup>,  $l_e$  de inzet van arbeid in efficiency eenheden en  $k_e$  de kapitaalgoederenvoorraad in efficiency eenheden. Schalingsparameters zijn voor het betoog niet van belang en worden daarom niet weergegeven. De variabelen  $l_e$  en  $k_e$  zijn gelijk aan:

$$\begin{aligned} l_e &= l d_l e^{v_l} ; \\ k_e &= k d_k e^{v_k} , \end{aligned} \tag{2}$$

waarin  $l$  en  $k$  de inzet van arbeid (in arbeidsjaren) en kapitaal weergeven,  $d_l$  en  $d_k$  de bedrijfstijd van arbeid (het aantal uren per arbeidsjaar) en kapitaal, en  $v_l$  en  $v_k$  de stand van de technische vooruitgang van arbeid en kapitaal. We veronderstellen dat de bedrijfstijd van kapitaal constant is en dat de technische vooruitgang van kapitaal nul is<sup>2</sup>, zodat  $\ln k_e = \ln k$ .

De potentiële productie wordt bepaald door in de productiefunctie de potentiële werkgelegenheid, de structurele productiviteit en de feitelijke kapitaalgoederenvoorraad in te zetten. Invullen in (1) geeft:

$$\begin{aligned} \ln y^* &= \lambda [\ln l^* + \ln d_l + v_l^*] + (1-\lambda) \ln k \\ &= \ln l^* + \lambda \ln d_l + (1-\lambda) [\ln k - \ln l^*] + \lambda v_l^* \end{aligned} \tag{3}$$

waarin een ster (\*) aanduidt dat het om een structurele variabele gaat. De potentiële werkgelegenheid is:

$$l^* = I_g^* (1 - u^*) - I_g \tag{4}$$

waarin  $I_g^*$  het structurele arbeidsaanbod in manjaren is,  $u^*$  de evenwichtswerkloosheid (ook wel NAIRU genoemd, de afkorting voor 'Non Accelerating Inflation Rate of Unemployment') en  $I_g$  de werkgelegenheid in de niet-marktsector.

Definieer de structurele arbeidsproductiviteit  $h^*$  zodanig dat (3) kan worden geschreven als

$$\ln y^* = \ln h^* + \ln l^* , \tag{5}$$

<sup>1</sup> Onder de veronderstelling dat ondernemers hun kosten minimaliseren, kan worden aangetoond dat deze wegingsparameter gelijk is aan de loonkostenquote. Onder volledige mededinging is de loonkostenquote gelijk aan de arbeidsinkomensquote.

<sup>2</sup> Deze veronderstelling is bij de empirische uitwerking getoetst en wordt niet verworpen.

dus als

$$\ln h^* = \lambda \ln d_1 + (1-\lambda)[\ln k - \ln l^*] + \lambda v_1^* \quad (6)$$

De structurele arbeidsproductiviteit wordt dus bepaald door de structurele totale factor productiviteit ( $TFP = \lambda v_1^*$ ), de structurele kapitaal- arbeid- verhouding en de arbeidstijd.

De potentiële productie van de marktsector is per definitie gelijk aan het product van de potentiële werkgelegenheid in de marktsector en de structurele arbeidsproductiviteit. De potentiële ontwikkeling van het BBP krijgt men door de groei van de potentiële productie van de marktsector en de geraamde groei van de productie in de niet-marktsector te aggregeren.

Wijkt de feitelijke productie af van de potentiële productie dan spreekt men van een output gap. De output gap, *gap*, verenigt in zich zowel de bezettingsgraad  $q$ , de traditionele spanningsindicator voor de goederenmarkt, als een spanningsindicator voor de arbeidsmarkt. De definitie van de output gap in de marktsector is namelijk

$$\begin{aligned} \text{gap} &= \ln y - \ln y^* = \ln y - \ln y' + \ln y' - \ln y^* \\ &= \ln q + \lambda(\ln l - \ln l^*) \\ &\approx \ln q + \lambda(\ln l_s - \ln l_s^*) - \lambda(u - u^*) \quad (7) \end{aligned}$$

waarin  $y'$  de productiecapaciteit weergeeft. De productiecapaciteit wordt bepaald door in de productiefunctie (1) de feitelijke werkgelegenheid en kapitaalgoederenvoorraad in te zetten en de structurele productiviteit (Hieruit volgt tevens dat geldt:  $\ln q = \lambda(v_1 - v_1^*)$ ). Het verschil tussen de productiecapaciteit en de potentiële productie (3) wordt dus bepaald door het verschil tussen de feitelijke werkgelegenheid en de potentiële werkgelegenheid. De potentiële werkgelegenheid geeft de werkgelegenheid weer als er evenwicht is op de arbeidsmarkt, zodat het verschil met de feitelijke werkgelegenheid de spanning op de arbeidsmarkt beschrijft. De spanning op de arbeidsmarkt bestaat weer uit twee elementen, namelijk de conjuncturele component van het arbeidsaanbod en de niet structurele werkloosheid. Op termijn verwachten we dat alle drie onderdelen van de output gap en daarmee de output gap zelf naar nul gaan. Uit deze opstelling blijkt dat de output gap in zijn algemeenheid niet nul hoeft te zijn als de werkloosheid gelijk is aan zijn evenwichtswaarde. Het zou wel erg toevallig zijn als de andere twee onderdelen op dat moment ook toevallig nul zijn of elkaar precies compenseren. De enige cruciale uitzondering is het lange termijn evenwicht, waarin per definitie alles in evenwicht is.

Verondersteld wordt dat er geen sprake is van een output gap in de niet-marktsector. Op geaggregeerd niveau resulteert aldus een lagere absolute waarde van de output gap dan de waarde van de output gap in de marktsector.

### 3 Potentiële werkgelegenheid

In dit hoofdstuk bepalen we de potentiële werkgelegenheid volgens formule (4). Eerst wordt het structurele arbeidsaanbod besproken, vervolgens komt de evenwichtswaarde van de werkloosheid ter sprake.

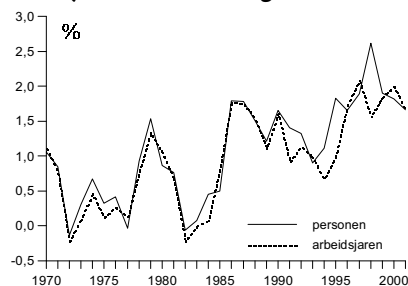
#### 3.1 Het structurele arbeidsaanbod

Het structurele arbeidsaanbod in manjaren  $I_s^*$  is voor het verleden afgeleid uit toepassing van een Hodrick-Prescott-filter op data voor de periode 1971-2006. De data voor de jaren 1971-1999 zijn gerealiseerde data. Vanwege het eindwaarde probleem (zie kader) zijn er ramingen voor de periode 2000-2006 toegevoegd. De jaren 2000-2002 zijn overgenomen uit het CEP-2001 en de jaren 2003-2006 zijn voorspeld met een ARIMA-model (zie bijlage). Vervolgens is de structurele ontwikkeling van het arbeidsaanbod in manjaren bepaald uit het HP-filter

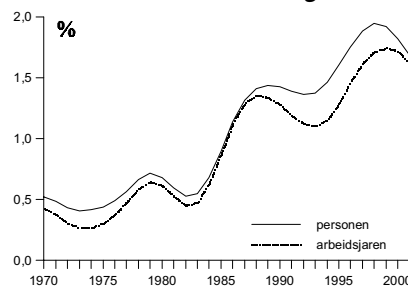
$$\min_{I_s^*} \sum_{t=1}^T (\ln I_s - \ln I_s^*) + \lambda_{hp} \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta \ln I_{s,t+1}^* - \Delta \ln I_s^*) \quad , \quad \lambda_{hp} = 10 \quad . \quad (8)$$

Omdat het arbeidsaanbod al vrij trendmatig verloopt is een tamelijk lage  $\lambda_{hp}$  voldoende om een trendmatig verloop te verkrijgen.

Figuur 3.1 Feitelijke arbeidsaanbodgroei



Structurele arbeidsaanbodgroei



Naast het structurele arbeidsaanbod in manjaren is tevens het structurele arbeidsaanbod in personen met het HP-filter bepaald voor het verleden (zie de bijlage voor het gehanteerde ARIMA model). De verhouding tussen het structurele arbeidsaanbod in personen en het structurele arbeidsaanbod in manjaren is de structurele PA-ratio.

---

### Het HP-filter

Het HP-filter is in feite een gecentreerd gewogen voortschrijdend gemiddelde. Aan het filter ligt een optimalisatieprobleem met een parameter  $\lambda_{hp}$  ten grondslag, waarbij enerzijds de doelstelling is dat de trendreeks een zo constant mogelijke groeivoet heeft en anderzijds toch zo veel mogelijk aansluit bij de oorspronkelijke reeks. Een oneindig hoge waarde van deze parameter resulteert in een constante trendmatige economische groei (de gemiddelde groeivoet over de beschouwde periode). Het andere extreem met een  $\lambda_{hp}$  van nul geeft trendmatige groei die gelijk is aan de feitelijke groei. In de praktijk wordt voor jaarcijfers meestal een waarde van 100 gekozen.

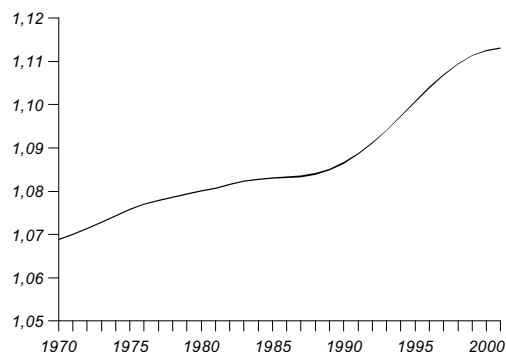
Een praktisch probleem met de methode is het zogenoemde 'eindpunt probleem'. Voor het begin- en eindpunt van een reeks kunnen we geen voortschrijdende gemiddelden meer berekenen. Het HP filter corrigeert dan wel voor het ontbreken van de data voorbij het eindpunt, maar daarbij worden de berekende trendwaarden aan het begin en het einde van de reeks zeer gevoelig voor de begin- en eindwaarden. Nieuwe of herziene waarnemingen kunnen de trendreeks dan ook fors doen veranderen. Om de gevoeligheid voor de laatste waarnemingen te beperken wordt de reeks in de praktijk daarom vaak 'verlengd' met een aantal ARIMA-voorspellingen.

De belangrijkste theoretische beperking van het HP-filter is dat de methode geen informatie geeft over de oorzaak van het verschil tussen feitelijke en trendmatige groei; het is slechts een statistische transformatie van de oorspronkelijke reeks. Daardoor biedt het ook geen handvatten voor het inbrengen van extra informatie en voor een extrapolatie naar de toekomst. Voor het maken van berekeningen voor de mogelijk groei in de komende kabinetsperiode is het HP-filter dus niet bruikbaar.

---

Figuur 3.1 geeft het feitelijk verloop van het arbeidsaanbod en tevens het structurele verloop beide in personen en arbeidsjaren. De PA-ratio is in figuur 3.2 weergegeven. De PA-ratio blijkt in het verleden trendmatig te stijgen. Voor de periode 2002-2006 is aangenomen dat deze ratio jaarlijks met 0,08% per jaar toeneemt. De geraamde toename van het arbeidsaanbod in personen is gemiddeld 1,1% per jaar in de periode 2002-2006. Deze raming van het arbeidsaanbod is in een aparte achtergrondnotitie toegelicht (B.J. Kuipers, Arbeidsaanbod op middellange termijn).

**Figuur 3.2 Trend personen arbeidsjaren verhouding (PA-ratio)**



## 3.2 Evenwicht op de arbeidsmarkt<sup>3</sup>

Deze paragraaf geeft een micro-economische onderbouwing van de evenwichtswerkloosheid (de NAIRU, de 'Non Accelerating Inflation Rate of Unemployment'). De evenwichtswerkloosheid wordt gedefinieerd als het werkloosheidspercentage waarbij er sprake is van evenwicht tussen de claim van de werknemers op de productie (de gewenste arbeidsinkomensquote) en de arbeidsinkomensquote, waarbij de ondernemers bij efficiënte bedrijfsvoering net het vereiste rendement kunnen halen. De arbeidsinkomensquote waarbij de ondernemers bij efficiënte bedrijfsvoering net het vereiste rendement kunnen halen (ELIS, de 'Equilibrium Labour Income Share') wordt in paragraaf 3.2.1 gedefinieerd. De loonvorming wordt in paragraaf 3.2.2. besproken. De evenwichtswerkloosheid in 3.2.3.

### 3.2.1 De evenwichtswaarde van de arbeidsinkomensquote

Een micro-economische onderbouwing van de evenwichtswaarde van de arbeidsinkomensquote  $aiq^*$  verloopt als volgt. Neem aan dat bedrijven op een efficiënte manier produceren en hun kosten minimaliseren. De productie wordt gemeten als de toegevoegde waarde  $y$ , die gecreëerd wordt met als inputs arbeid  $l$  en kapitaal  $k$ . Dit impliceert dat de minimale kosten per eenheid toegevoegde waarde  $c$  een gewogen gemiddelde zijn van de arbeidskosten in efficiency eenheden per werknemer  $p_l$  en de gebruikskosten van kapitaal  $p_k$ . In gelineariseerde vorm is het verband

$$\ln c = \lambda \ln p_l + (1-\lambda) \ln p_k, \quad p_l = \frac{w}{d_l e^{\nu_l}}, \quad (9)$$

waarin  $w$  de loonvoet is. De gebruikskosten van kapitaal omvatten onder andere het door de kapitaalmarkt vereiste rendement, bestaande uit rente plus risico-opslag, ook wel het 'normale rendement' genoemd.

De afzetprijs wordt gezet als een markup  $M$  over de kosten  $c$

$$\ln p = \ln c + \ln M. \quad (10)$$

<sup>3</sup> Deze paragraaf sluit aan bij: D.P. Broer, D.A.G. Draper en F.H. Huizinga, 'The Equilibrium Rate of Unemployment in the Netherlands', *De Economist* 148 (2000), blz. 345-371. In het geciteerde artikel werden schattingsresultaten gepresenteerd op basis van data voor totaal bedrijven, hier zijn de schattingen gebaseerd op data voor de marktsector.



Bij vrije toetreding zal de markup in evenwicht gelijk zijn aan (niet waargenomen) vaste kosten. In bijlage B staat beschreven hoe de trendmatige ontwikkeling van de markup is bepaald. Deze ontwikkeling wordt niet verder verklaard. Bij de berekening van de evenwichtswerkloosheid is aangenomen dat de gemiddelde markup over de schattingsperiode een goede indicator is voor zijn evenwichtswaarde.

Kostenminimalisering leidt tot een dalende kapitaalcoëfficiënt (het gebruik van kapitaal per eenheid productie) indien de relatieve kapitaalkosten stijgen en de substitutie mogelijkheden beperkt zijn ( $\sigma < 1$ )

$$\ln k = \ln y - \sigma(\ln p_k - \ln c) \quad (11)$$

met  $\sigma$  de substitutie elasticiteit. Als de daling van de kapitaalcoëfficiënt niet te groot is, zal de kapitaalkostenquote, het gedeelte van de toegevoegde waarde dat kapitaal verdient, ook van de relatieve kapitaalkosten afhangen

$$\ln \frac{kp_k}{yc} = (1 - \sigma)(\ln p_k - \ln c) \quad (12)$$

De mate waarin de kapitaalkosten de kapitaalcoëfficiënt en de kapitaalkostenquote bepalen, hangt af van de substitutiemogelijkheden. Indien er in het geheel geen substitutie plaats vindt ( $\sigma=0$ ), is de kapitaalcoëfficiënt constant en zijn de fluctuaties in de kapitaalinkomensquote groot. Daalt de kapitaalcoëfficiënt daarentegen proportioneel met de kapitaalkosten ( $\sigma=1$ ) dan zijn de fluctuaties in de kapitaalcoëfficiënt groot, maar is de kapitaalinkomensquote constant. In het verdere betoog wordt verondersteld dat de substitutiemogelijkheden tussen deze twee uitersten in ligt.

Uit de productiefunctie relatie (1) en de minimale kostenfunctie (9) volgt een relatie tussen de kapitaalkostenquote en de arbeidskostenquote

$$\ln \frac{lw}{yc} = -\frac{1-\lambda}{\lambda} \ln \frac{kp_k}{yc} \quad (13)$$

Uit het voorgaande (vergelijking 12, 13 en 10) volgt een relatie tussen de arbeidsinkomensquote  $aiq = (lw) / (yp)$ , en de relatieve kapitaalkosten bij efficiënte bedrijfsvoering

$$\ln aiq = - (1 - \sigma) \frac{1 - \lambda}{\lambda} (\ln p_k - \ln c) - \ln M \quad (14)$$

De *aiq* hangt negatief samen met de relatieve kapitaalkosten. Deze relatie impliceert dat als de kapitaalkosten toenemen, het aandeel van de arbeidskosten in de toegevoegde waarde, de *aiq*, moet dalen.

Deze *aiq* die volgt uit de kapitaalkostenontwikkeling noemen we de evenwichtswaarde <sup>4</sup> van de *aiq* (ELIS, de 'Equilibrium Labour Income Share'). Dit is de *aiq* waarbij de onderneming bij efficiënte bedrijfsvoering net het vereiste rendement kan behalen. Een hogere *aiq* betekent dat zelfs bij efficiënte bedrijfsvoering het vereiste rendement niet gehaald kan worden, waardoor de werkgelegenheidsontwikkeling geen gelijke tred kan houden met de stijging van het arbeidsaanbod en de werkloosheid zal toenemen. Bij een lagere *aiq* is het mogelijk overwinsten te behalen en zal via uitbreiding van de productie en toetreding van nieuwe bedrijven de werkgelegenheid juist sneller stijgen dan het arbeidsaanbod, waardoor de werkloosheid kan dalen.

Eén van de belangrijkste elementen in de relatieve kapitaalkosten is de reële rente. Andere elementen die de relatieve kapitaalkosten beïnvloeden zijn de afschrijvingen, de belasting-faciliteiten en de ruilvoet. De ruilvoet speelt een rol omdat investeringsgoederen een substantiële invoercomponent bevatten. Een stijging van de invoerprijs ten opzichte van de toegevoegde waarde prijs leidt daardoor tot een stijging van de relatieve kapitaalkosten.

Voor een open economie als de Nederlandse is de reële rente grotendeels exogeen, namelijk bepaald door de internationale kapitaalmarkt. Dit betekent dat de evenwichtswaarde van de arbeidsinkomensquote  $aiq^*$  ook grotendeels exogeen is. Echter dit betekent niet dat hij constant is. De reële rente kan fors fluctueren en daarmee de  $aiq^*$  ook. Een stijging van de reële rente doet de kapitaalkosten stijgen en neemt daarmee ruimte weg voor de arbeidskosten. De  $aiq^*$  daalt daardoor. Mede door dit mechanisme kan de  $aiq^*$  dan ook gezien worden als een nadere precisering van het begrip 'loonruimte' als indicatie voor een verantwoorde loonstijging.

Wat is het verband tussen de *aiq* en de werkloosheid? Zoals aangegeven zal de werkloosheid op termijn dalen als de *aiq* onder zijn evenwichtswaarde ligt en vice versa. De vraag is nu tot welk niveau de werkloosheid dan zal dalen of stijgen en of er een verband bestaat tussen het niveau van  $aiq^*$  en het niveau van de werkloosheid dat uiteindelijk tot stand komt.

<sup>4</sup> Deze analyse sluit aan op Draper en Huizinga, 'ELIS: Equilibrium labour income share', De Economist 148 (2000), blz. 671-684.

### 3.2.2 Loonvorming

In diverse studies is aangetoond dat de loonontwikkeling in Nederland redelijk kan worden beschreven als een onderhandelingsproces tussen ondernemingen en vakbonden. De uitkomst van dit proces is een loon  $w$  dat evenredig stijgt met de toegevoegde waardeprijs  $p$  en de arbeidsproductiviteit en daarnaast stijgt met de wig  $\Lambda$  en replacement rate  $rp$  en daalt met de werkloosheid  $u$ . De wig is de verhouding tussen de reële arbeidskosten van de onderneming en de koopkracht van werknemers. Het is de som van de directe en indirecte belasting, de sociale zekerheidsbijdragen en een maatstaf voor de ruilvoet. De replacement rate is de verhouding tussen de netto uitkeringen en het netto loon

$$\ln w = \ln p + \ln y - \ln l + \chi_1 \ln \Lambda + \chi_2 \ln rp - \chi_3 u + \chi_0 \quad (15)$$

Het schattingsresultaat (bijlage B) duidt op een autonome loonmatiging in de periode 1998-2000, die niet verklaard wordt door de hierboven weergegeven economische samenhang, die in de periode daarvoor opging. Bij de bepaling van de evenwichtswerkloosheid is met deze autonome loonmatiging geen rekening gehouden om twee redenen. Op de eerste plaats lijkt het niet aannemelijk dat er sprake is van een permanente loonmatiging. Op de tweede plaats zijn de data voor 1998-2000 slechts voorlopige CBS cijfers.

Loonvergelijking (15) geeft direct aan welke  $aiq$  feitelijk tot stand komt, aangezien deze volgt uit de reële loonkosten en de arbeidsproductiviteit.

$$\ln aiq = + \chi_1 \ln \Lambda + \chi_2 \ln rp - \chi_3 u + \chi_0 \quad (16)$$

Wat gebeurt er als de feitelijke  $aiq$  (die via de loononderhandelingen tot stand komt) hoger is dan zijn evenwichtswaarde? Dan ligt het bedrijfsrendement onder het vereiste rendement en zal de economische groei op termijn afnemen en de werkloosheid toenemen. De toename van de werkloosheid heeft echter een matigende invloed op de ontwikkeling van de lonen en de  $aiq$ . Op een gegeven moment zal de  $aiq$  door de hogere werkloosheid gedaald zijn tot zijn evenwichtswaarde. Op dat moment neemt de werkloosheid niet verder toe.

### 3.2.3 Evenwichtswerkloosheid

Op welk niveau is de werkloosheid dan aangeland? Op het niveau dat in de loononderhandelingen leidt tot een  $aiq$  die gelijk is aan zijn evenwichtswaarde. Beide  $aiq$ -relaties zijn hiervoor beschreven. Het werkloosheidsniveau, waarbij de  $aiq$  op zijn evenwichtswaarde

ligt, volgt hieruit. Deze werkloosheidsvoet heet de evenwichtswaarde  $u^*$  van de werkloosheid of NAIRU

$$u^* = \frac{1}{\chi_3} \left[ \chi_1 \ln \Lambda + \chi_2 \ln rp + \chi_0 + \ln M + (1-\sigma) \frac{1-\lambda}{\lambda} (\ln p_k - \ln c) \right]. \quad (17)$$

Deze uitdrukking voor de evenwichtswaarde van de werkloosheid is het resultaat van een samenspel van loononderhandelingen, prijszetting en kostenminimalisering. Hieruit volgt dat de evenwichtswerkloosheid stijgt met de relatieve kosten van kapitaal (met name de reële rente), de wig en de replacement rate.

De evenwichtswaarde van de werkloosheid wordt dus onder meer bepaald door de replacement rate en de wig. Afhankelijk van deze factoren kunnen dus verschillende evenwichtswaarden van de werkloosheid samengaan met een bepaalde evenwichtswaarde van de  $aiq$ . Er is derhalve geen één op één relatie tussen de  $aiq^*$  en de werkloosheid.

De  $aiq^*$ , de maximale  $aiq$  die bedrijven kunnen betalen met behoud van het vereiste rendement, is slechts één van de factoren die de werkloosheid op lange termijn beïnvloedt. Een stijging van het vereiste rendement of van de rente leidt tot een daling van de evenwichtswaarde van de  $aiq$  (bedrijven kunnen minder aan arbeidskosten betalen) en een stijging van de evenwichtswerkloosheid. Een daling van de wig of van de replacement rate daarentegen doet de evenwichtswerkloosheid dalen zonder dat de  $aiq^*$  verandert. Een stijging van wig en replacement rate heeft geen gevolgen voor wat bedrijven kunnen betalen en dus verandert  $aiq^*$  niet. De looneisen van de vakbonden stijgen daarentegen wel. De resulterende discrepantie tussen looneisen en wat bedrijven kunnen betalen resulteert in hogere werkloosheid.

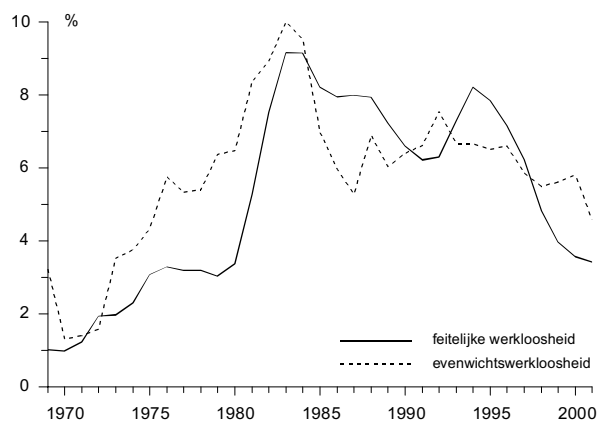
De geschetste relaties impliceren een drukkende werking van hoge werkloosheid (in relatie tot zijn evenwichtswaarde) op de lonen en  $aiq$ , zodat de  $aiq$  lager is dan zijn evenwichtswaarde. De relatief lage  $aiq$  leidt er vervolgens toe dat de werkloosheid de neiging heeft te dalen. Het tempo waarin dit gebeurt hangt af van factoren, zoals aanpassingskosten en de flexibiliteit van de marktstructuren.

**Tabel 3.1** Geschatte coëfficiënten en elasticiteiten van vergelijking (17)

coëfficiënten						
$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_0$	$\sigma$	M	$\lambda^a)$
0,35	0,56	1,67	-0,25	0,33	1,02	0,73
elasticiteiten evenwichtswerkloosheid t.o.v.						
wig	replacement rate	relatieve kapitaalkosten <sup>a)</sup>				
0,21		0,34		0,25		

<sup>a)</sup> Geëvalueerd in het jaar 1990

Tabel 3.1 geeft de geschatte coëfficiënten (zie voor een toelichting op de schattingen appendix B) en de elasticiteiten. Figuur 3.3 toont het geschatte verloop van de evenwichtswerkloosheid (gestippelde lijn) en de feitelijke werkloosheid (doorgetrokken lijn) vanaf 1969.

**Figuur 3.3** Feitelijke werkloosheid en evenwichtswerkloosheid, 1969-2001.

De figuur laat zien dat de stijging van de werkloosheid in de jaren zeventig en begin jaren tachtig grotendeels een structureel karakter had. De wig en de relatieve uitkeringshoogte stegen toen sterk. In de saneringsperiode die daarop volgde, daalde de evenwichtswerkloosheid aanvankelijk snel. Echter, het gunstige effect van de daling van de wig en relatieve uitkeringshoogte werd eind jaren tachtig en begin jaren negentig deels teniet gedaan door de forse stijging van de reële rente. Na 1992 daalde de evenwichtswerkloosheid gestaag, door een verdere daling van het relatieve uitkeringsniveau en een daling van de reële rente.

In 2001 daalt de evenwichtswerkloosheid met ruim 1%-punt. Deze scherpe daling wordt veroorzaakt door de invoering van het nieuwe belastingstelsel. De daling van de tarieven van de directe belastingen op arbeid en de stijging van de indirecte belastingen leiden per saldo tot een daling van de wig. Hierdoor daalt de evenwichtswerkloosheid met 1%-punt. Daarnaast leiden de introductie van een arbeidskorting en de verlaging van het arbeidskostenforfait en het

inactievenforfait per saldo tot een daling van de relatieve uitkeringshoogte (in netto termen), hetgeen de evenwichtswerkloosheid met nog eens  $\frac{1}{4}$ %-punt doet dalen.

Voor latere jaren houden we de evenwichtswerkloosheid in deze analyse constant.

### 3.3 De ontwikkeling van de potentiële werkgelegenheid

In het voorgaande is geschetst hoe het structureel arbeidsaanbod is bepaald en de evenwichtswerkloosheid. Samen met de geraamde ontwikkeling van de werkgelegenheid in de niet-marktsector kan nu de potentiële werkgelegenheid in de marktsector worden berekend

De werkgelegenheid in de niet-marktsector is exogeen geraamd mede op basis van de huidige beleidsvoornemens. De werkgelegenheid bij het rijk en bij defensie is grotendeels ontleend aan de rijksbegroting. De werkgelegenheids-ontwikkeling bij de overige publiekrechtelijke lichamen is gebaseerd op de ontwikkeling van enkele relevante doeluitkeringen en de groei van het gemeente- en provinciefonds. De raming van de werkgelegenheid in de zorg is gebaseerd op een veronderstelde jaarlijkse volume-groei van de productie van 2.7%.

Tabel 3.2 laat zien dat per saldo de potentiële werkgelegenheid in 2002-2006 met gemiddeld 1,1% per jaar groeit, maar half zo snel als in 1996-2001. Verantwoordelijk voor deze scherpe vertraging zijn de afname van de groei in het arbeidsaanbod en het niet verder dalen van de evenwichtswerkloosheid.

**Tabel 3.2 De potentiële werkgelegenheid**

Periode	1990-1995	1996-2001	2002-2006
	mutaties per jaar in %		
structurele groei arbeidsaanbod (in personen)	1.4	1.8	1.1
structurele groei arbeidsaanbod (in arbeidsjaren)	1.2	1.7	1.1
potentiële werkgelegenheid (in arbeidsjaren)	1.1	2.0	1.1
werkgelegenheid niet-marktsector (in arbeidsjaren)	0.3	2.1	1.3
potentiële werkgelegenheid marktsector (in arbeidsjaren)	1.4	2.0	1.0

## 4 De structurele arbeidsproductiviteit

Uit vergelijking (6) volgt dat er drie determinanten zijn voor de structurele arbeidsproductiviteit: de arbeidsduur  $d_p$ , de structurele ontwikkeling van de arbeid-vermeerderende technologische vooruitgang  $v_1^*$  en de structurele kapitaalintensiteit ( $\ln k - \ln l^*$ ). De arbeidsduur wordt constant

verondersteld na 2001. We zullen nu beschrijven hoe de structurele ontwikkeling van de arbeidsbesparende technologische ontwikkeling is bepaald en de ontwikkeling van de structurele kapitaalintensiteit.

#### 4.1 De structurele arbeidsbesparende technologische ontwikkeling

De technologische vooruitgang van arbeid  $v_t$  bepalen we met de productiefunctie (1). Het is gebruikelijk om eerste verschillen te nemen

$$\begin{aligned}\Delta \ln y &= \lambda \Delta \ln l_e + (1 - \lambda) \Delta \ln k \\ &= \lambda \Delta \ln(l d_t) + (1 - \lambda) \Delta \ln k + \lambda \Delta v_t .\end{aligned}\tag{18}$$

We definiëren de totale technische vooruitgang (het Solow residu)  $\Delta v$  als  $\Delta v = \lambda \Delta v_t$ . Het Solow residu heet ook wel de Totale Factor Productiviteit (TFP). Omdat er geen kapitaal-vermeerderende technologische vooruitgang is kan de TFP groei volledig toegerekend worden aan arbeid. De arbeids-vermeerderende technologische vooruitgang  $v_t$  kan dus ook benoemd worden als de TFP groei toegerekend aan arbeid. De arbeid-vermeerderende technologische vooruitgang is dus

$$\Delta v_t = \frac{1}{\lambda} \Delta \ln y - \Delta \ln(l d_t) - \frac{(1 - \lambda)}{\lambda} \Delta \ln k .\tag{19}$$

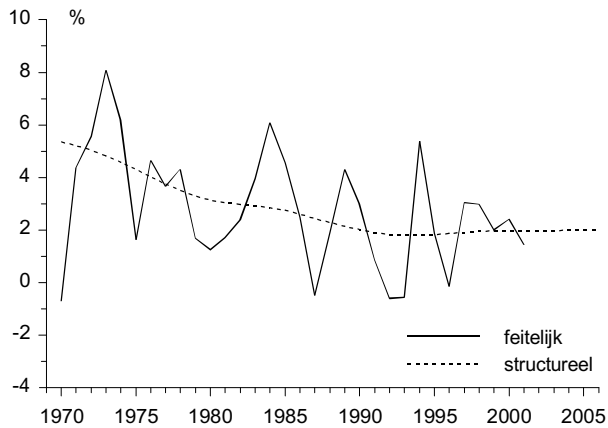
De reeks  $v_t$  kan nu worden bepaald en met een HP filter bewerkt tot een reeks voor de structurele technische vooruitgang  $v_t^*$ . Tot 1999 zijn hierbij CBS data gehanteerd. Vanwege het eindwaardeprobleem zijn er ramingen voor de periode 2000-2006 toegevoegd. De jaren 2000-2002 zijn gebaseerd op data uit het CEP-2001 en de jaren 2003-2006 zijn voorspeld met een ARIMA-model (zie bijlage). Vervolgens is de structurele ontwikkeling van de technische vooruitgang bepaald uit het HP-filter

$$\min_{v_t^*} \sum_{t=1}^T (v_t - v_t^*) + \lambda_{hp} \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta v_{t,t-1}^* - \Delta v_t^*) , \quad \lambda_{hp} = 100 .\tag{20}$$

De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in Figuur 4.1.

We zien dat de technologische vooruitgang sinds het midden van de jaren '60 afneemt, begin de jaren '90 stabiliseert en eind jaren '90 licht stijgt. De stijging eind jaren negentig kan in verband worden gebracht met IT investeringen en productiviteitsstijgingen in IT sectoren. Hierover is een aparte achtergrondnotitie verschenen (van der Wiel, Sectorale arbeidsproductiviteitsontwikkeling op middellange termijn)

**Figuur 4.1** Groei totale factor productiviteit (TFP) toegerekend aan arbeid



## 4.2 De kapitaalarbeidsverhouding

Efficiënte bedrijfsvoering impliceert een efficiënte inzet van kapitaal en arbeid. Kostenminimalisering leidt tot een negatieve relatie tussen de kapitaal- arbeidsverhouding en de relatieve factorbeloning van arbeid ten opzichte van kapitaal. Uit vergelijking (10) volgt een relatie tussen de relatieve factorbeloning en de relatieve kapitaalkosten. Substitueert men deze in de relatie voor de kapitaalarbeidsverhouding dan volgt

$$\ln k - \ln l_e = - \frac{\sigma}{\lambda} (\ln p_k - \ln c) \quad (21)$$

Merk op dat arbeid in deze relatie wordt gemeten in efficiency eenheden. Stijgen de kapitaalkosten ten opzichte van de minimale kosten, bijvoorbeeld door een rentestijging op de kapitaalmarkt, dan leidt dit tot een verminderde relatieve inzet van kapitaal, als arbeid en kapitaal substitueerbaar zijn. Zijn de substitutiemogelijkheden onvolledig ( $\sigma < 1$ ), dan zal de kapitaalinkomensquote stijgen en de arbeidsinkomensquote dienovereenkomstig dalen. Er is dus een directe relatie met de evenwichts-arbeidsinkomensquote  $aiq^*$

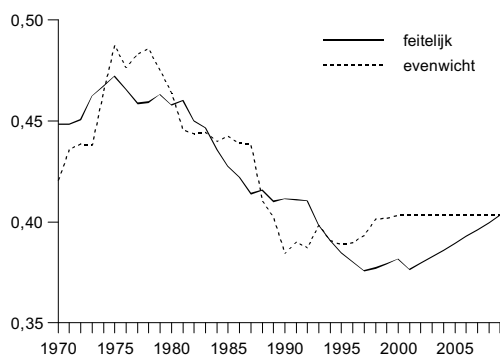
$$\ln k - \ln l_e = \frac{\sigma}{1 - \sigma} \frac{1}{1 - \lambda} (\ln aiq^* + \ln M) \quad (22)$$



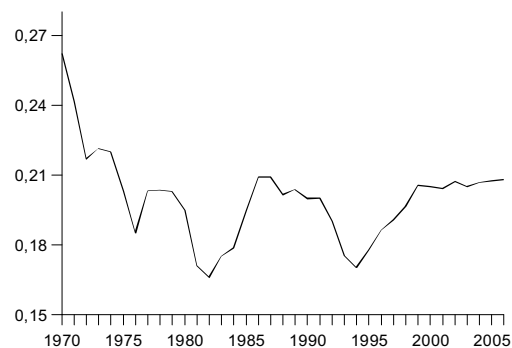
Deze relatie wordt gekenmerkt door een positief verband tussen de kapitaalarbeidsverhouding en de evenwichtswaarde van de arbeidsinkomensquote, bij normale waarden van de substitutie-elasticiteit tussen arbeid en kapitaal ( $\sigma < 1$ ).

Vergelijking (19) is gehanteerd om een raming te maken van de kapitaalarbeidsverhouding in de toekomst. Verondersteld wordt dat de relatieve kapitaalkosten na 2001 constant zijn. Verder is aangenomen dat de discrepantie tussen de feitelijk kapitaalarbeidsverhouding (het linker lid van vergelijking (19)) en de evenwichtswaarde van de kapitaalarbeidsverhouding in 8 jaar wordt gedicht. Deze veronderstellingen leiden tot figuur 4.2.

**Figuur 4.2 Kapitaalarbeidsverhouding in efficiency eenheden**



**Investeringsquote**



Deze raming van de kapitaal- arbeidsverhouding levert samen met de potentiële werkgelegenheidsontwikkeling, de stand van de techniek en de arbeidstijd een raming voor de kapitaalgoederenvoorraad op. De investeringen volgen dan uit de gehanteerde kapitaalaccumulatie-vergelijking

$$i = k - k_{-1}(1 - \delta) \quad \text{en} \quad \delta = 0,07 \quad (23)$$

Figuur 4.2 presenteert de investeringen relatief ten opzichte van de bruto toegevoegde waarde factorkosten. We zien dat de verwachte stijging van de kapitaal-arbeidsverhouding gerealiseerd kan worden met een investeringsquote die globaal op het huidige niveau ligt.

### 4.3 De ontwikkeling van de structurele arbeidsproductiviteit

Tabel 4.1 laat zien dat de arbeidsbesparende technische vooruitgang in de jaren negentig jaarlijks gemiddeld 1,9%-punt bijdraagt aan de groei van de structurele arbeidsproductiviteit in

de marktsector. Er zit een lichte versnelling in deze bijdrage, zodat bij technische extrapolatie een raming van 2%-punt resulteert voor 2002-2006. Deze versnelling kan verklaard worden uit een geleidelijk zichtbaar worden van ICT-effecten.

Ook ICT-gerelateerd, en kwantitatief belangrijker voor de versnelling van de structurele arbeidsproductiviteit, is de verwachte stijging van de (structurele) kapitaalintensiteit, gemeten als de kapitaal- arbeidsverhouding. Al in 1998 kwam een einde aan de gestage daling van deze determinant. Zoals hierboven uiteengezet is de verwachte stijging in 2002-2006 gebaseerd op het geleidelijk bereiken van de structurele kapitaalarbeidsverhouding die past bij het actuele niveau van de factor- prijsverhouding.

**Tabel 4.1 Opbouw structurele groei arbeidsproductiviteit marktsector, 1990-2006**

Periode	1990-1995	1996-2001	2002-2006
	mutaties per jaar in %		
Arbeidsbesparende technische vooruitgang	1.9	1.9	2.0
Effect arbeidstijd (uren per arbeidsjaar)	0.0	-0.1	0.0
Effect kapitaalintensiteit	-0.3	-0.1	0.2
Structurele arbeidsproductiviteit marktsector	1.5	1.7	2.2

## 4.4 De relatie tussen de structurele en feitelijke arbeidsproductiviteit

### 4.4.1 Boekhoudkundige benadering

De feitelijke en structurele arbeidsproductiviteit lopen op lange termijn parallel. Over de periode 1971 tot 2001 was de groei van de feitelijke arbeidsproductiviteit in de marktsector 2,25% en die van de structurele 2,30%, ongeveer gelijk dus. In de jaren negentig waren deze groeicijfers respectievelijk 1,44% en 1,61%, wel een duidelijk verschil. We kunnen dit verschil als volgt onderbouwen.

Voor de arbeidsproductiviteit in de marktsector geldt:

$$\Delta \ln h = \Delta \ln y - \Delta \ln l \tag{24}$$

$$l = I_g(1 - u) - I_g^* .$$

Voor de structurele arbeidsproductiviteit geldt hetzelfde, maar dan met allemaal structurele variabelen. Omdat de ontwikkeling van  $I_g$  en  $I_g^*$  gelijk is, wordt het verschil tussen feitelijke en

structurele arbeidsproductiviteit veroorzaakt door verschillen in structurele en feitelijke productie, arbeidsaanbod en werkloosheid (de laatste factor gecorrigeerd voor de werkgelegenheid niet marktsector). Gelineariseerd:

$$\Delta \ln h - \Delta \ln h^* = (\Delta \ln y - \Delta \ln y^*) - (\Delta \ln I_s - \Delta \ln I_s^*) + (\Delta u - \Delta u^*) \quad (25)$$

De eerste term tussen haakjes is de niet structurele groei in de productie (de toename van de output gap) voor de marktsector, de tweede term de niet structurele groei van het arbeidsaanbod en de derde de niet structurele toename van de werkloosheid. Voor de periode 1991- 2001 leidt dit tot de onderbouwing die in tabel 4.2 is gegeven.

**Tabel 4.2**      **Determinanten van het verschil tussen de feitelijke en structurele arbeidsproductiviteit**

periode	1990 - 1995	1996 - 2001
	mutaties per jaar in %	
verschil groei arbeidsproductiviteit	-0,1	-0,2
w.v. niet struct. groei productie	-0,3	0,6
niet struct. groei arbeidsaanbod	0,1	-0,2
niet struct. toename werkloosheid	0,1	-0,6

Positieve getallen op de laatste twee regels van tabel 4.2 geven aan dat de werkgelegenheid minder sterk steeg dan de potentiële werkgelegenheid, ofwel door een relatief geringe stijging van het arbeidsaanbod of door een relatief sterke stijging van de werkloosheid. Tabel 4.2 geeft aan dat in de periode 1990-1995 de feitelijke arbeidsproductiviteit relatief laag was vanwege een relatief geringe stijging van de productie. In de periode 1996-2001 was de arbeidsproductiviteit relatief laag omdat de snelle groei van de werkgelegenheid niet voldoende werd gecompenseerd door de stijging van de productie. Meer economisch geredeneerd was in de periode 1990-1995 de daling van de bezettingsgraad debet aan de relatief lage arbeidsproductiviteitsgroei. In de periode 1996-2001 waren dat de afnemende meeropbrengsten als gevolg van de snelle stijging van de werkgelegenheid. De volgende paragraaf geeft hier een directe onderbouwing van.

#### 4.4.2 Economische benadering

Het verschil tussen de structurele en feitelijke arbeidsproductiviteit kan ook economisch worden geanalyseerd. Deze economische analyse maakt gebruik van de productiefunctie. Volgens de productiefunctie wordt het verschil tussen de feitelijke en structurele arbeidsproductiviteit

$$\Delta \ln h - \Delta \ln h^* = (1-\lambda) \Delta [\ln k - \ln l] - (1-\lambda) \Delta [\ln k - \ln l^*] + \Delta \ln q \quad (26)$$

bepaald door het verschil in kapitaal- arbeidsverhouding tussen de feitelijke en het structurele situatie en door de bezettingsgraad van de productiecapaciteit. Is de arbeidsinzet per eenheid kapitaal feitelijk groter dan de structurele inzet dan daalt de productiviteit doordat de productietechniek gekenmerkt wordt door afnemende meeropbrengsten. Een hoge bezettingsgraad van de productiecapaciteit kan deze economische samenhang vertroebelen.

**Tabel 4.3 Determinanten van het verschil tussen de feitelijke en structurele arbeidsproductiviteit**

periode	1990 - 1995	1996 - 2001
	mutaties per jaar in %	
verschil groei arbeidsproductiviteit	-0,1	-0,2
w.v. afnemende meeropbrengsten	0,1	-0,2
bezettingsgraad effecten	-0,2	0,0

Uit tabel 4.3 blijkt dat het verschil tussen de feitelijke en structurele arbeidsproductiviteit in de tweede helft van de jaren negentig wordt veroorzaakt door een lagere kapitaal- arbeidsverhouding dan de structurele waarde.

## 5 Potentiële productie en output gap

In het voorgaande is geschetst welke ontwikkelingen zich aftekenen voor arbeidsaanbod, evenwichtswerkloosheid en arbeidsproductiviteit in de komende jaren. Welke potentiële groei kan hieruit nu worden afgeleid voor het BBP op middellange termijn?

De groei van het potentiële BBP is de som van de groei van de potentiële werkgelegenheid en de structurele groei van de arbeidsproductiviteit. De potentiële werkgelegenheid is het arbeidsaanbod minus de evenwichtswerkloosheid en representeert dus het effectief beschikbare arbeidsaanbod. Daarbij moet bovendien rekening worden gehouden met een eventuele verdere groei van deeltijdwerk: de potentiële werkgelegenheid luidt in personen en de potentiële werkgelegenheid in arbeidsjaren.

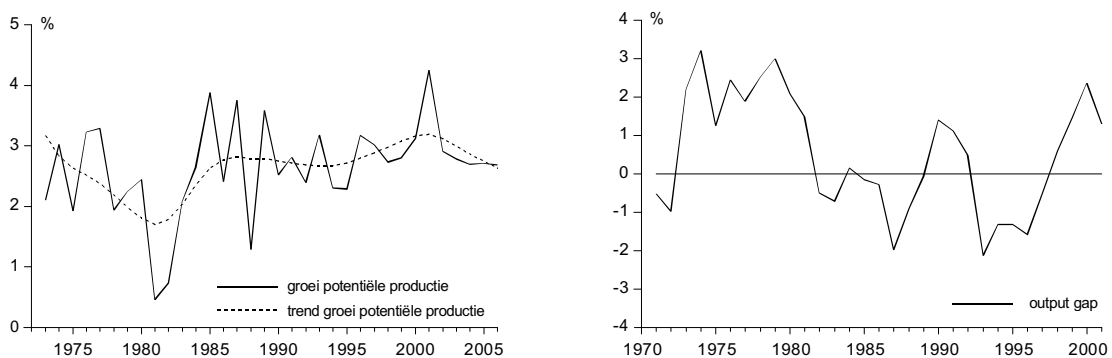
**Tabel 5.1 Potentiële groei Nederland, 1990-2006**

Periode	1990-1995	1996-2001	2002-2006
	mutaties per jaar in %		
Groei potentiële werkgelegenheid (in arbeidsjaren)	1,1	2,0	1,1
w.v. structurele groei arbeidsaanbod (in personen)	1,4	1,8	1,1
mutatie evenwichtswerkloosheid	-0,1	0,3	0,0
effect deeltijd	-0,2	-0,2	-0,1
Structurele groei arbeidsproductiviteit	1,5	1,2	1¼
Potentiële groei BBP	2,6	3,2	2¾
Feitelijke groei BBP	2,4	3,7	.

Tabel 5.1 laat zien dat per saldo de potentiële werkgelegenheid in 2002-2006 met gemiddeld 1% per jaar groeit, maar half zo snel als in 1996-2001. Verantwoordelijk voor deze scherpe vertraging zijn de afname van de groei in het arbeidsaanbod en het niet verder dalen van de evenwichtswerkloosheid. De verwachte versnelling in de structurele arbeidsproductiviteit met  $\frac{1}{2}\%$ -punt kan niet verhinderen dat de potentiële groei afneemt van 3,2% per jaar in 1996-2001 naar  $2\frac{3}{4}\%$  per jaar in 2002-2006.

De feitelijke productie ligt soms onder en soms boven de potentiële productie. De zogenoemde *output gap* meet het verschil: een positief verschil duidt op een situatie van hoogconjunctuur, een negatief verschil op een situatie van laagconjunctuur. De conjuncturele situatie is neutraal bij een output gap van nul. Conjuncturele fluctuaties rond het pad van potentiële groei zijn het gevolg van verschillen in de ontwikkeling van vraag- en aanbodfactoren op korte termijn. Voor een open economie als de Nederlandse is de externe vraag (wereldhandelsgroei) een belangrijke determinant van de conjunctuur. Daarnaast vertonen de particuliere binnenlandse bestedingen (investerings en consumptie) conjuncturele schommelingen, en ook het overheidsbeleid kan een stimulerende of juist een restrictieve invloed uitoefenen.

**Figuur 5.1 Potentiële groei en output gap volgens de productiefunctie-methode**



Figuur 5.1 toont de potentiële groei en de output gap voor Nederland vanaf 1973. Gemiddeld is de potentiële groei in de jaren zeventig gedaald, maar sinds 1982 weer gestegen. De output gap in figuur 5.1 is afgeleid uit de confrontatie van feitelijk BBP en potentieel BBP. Tabel 5.1 geeft vanaf begin jaren negentig de berekende data voor de output gap.

In 2001 neemt de potentiële productie sterk toe en de output gap sterk af. Dit is het gevolg van de belastingherziening in dit jaar, die gunstig uitwerkt op het structurele arbeidsaanbod en op de evenwichtswerkloosheid. Beide effecten zullen met vertraging doorwerken naar het feitelijke gedrag op de arbeidsmarkt, zodat de snelle daling van de output gap enigszins

misleidend is. Voor de feitelijke groeimogelijkheden op middellange termijn zijn de gunstige effecten van de belastingherziening op de potentiële productie natuurlijk wel van belang.

---

1990	1.4	1996	-1.6
1991	1.1	1997	-0.5
1992	0.5	1998	0.6
1993	-2.1	1999	1.5
1994	-1.3	2000	2.4
1995	-1.3	2001	1.3

---

## Appendix A De geschatte relaties

In de hoofdtekst is een gelineariseerde versie gepresenteerd van het geschatte model. De projecties zijn met deze gelineariseerde versie gemaakt. Het geschatte model, waarmee de historische analyse is gemaakt, is met name niet-lineair bij de beschrijving van het producentengedrag. De veronderstelde minimale kostenfunctie is van het CES-type:

$$C = \frac{C_{\min}}{q} = \beta \frac{y}{q} c \quad , \quad c = \left[ \theta p_l^{1-\sigma} + (1-\theta)p_k^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad ,$$

$$p_l = \frac{w}{p_{l0} d_l e^{v_l'}} \quad , \quad v_l' = v_l^* + \gamma_1 t + \gamma_2 t^2$$

(o)

$$, \quad v_k' = -\frac{\lambda}{1-\lambda}(\gamma_1 t + \gamma_2 t^2)$$

$$p_k = \frac{p_{ie}}{e^{v_k'} p_{k0}} \left( 1 - \frac{(1-\delta)(1+\beta_i^e)}{1+(1-t_g)r} \right) \quad , \quad p_{ie} = p_i \frac{1-t_b(c_i+d_i)}{1-t_b} \quad .$$

waarin:

$c$  index kostenontwikkeling minimale kosten per eenheid product.

$C$  productie kosten

$C_{\min}$  minimale productie kosten

$c_i$  investeringspremies

$d_i$  belastingfaciliteiten

$d_l$  arbeidstijd

$p_l$  loonvoet in efficiency eenheden

$p_k$  kapitaalkosten in efficiency eenheden

$p_k$  gebruikskosten van kapitaal

$p_{ie}$  effectieve investeringsprijs

$p_i$  investeringsprijs

$\hat{p}_i^e$  verwachte prijsstijging van de investeringen

$q$  bezettingsgraad

$r$  lange rente

$t_g$  inkomstenbelasting voet

$t_b$  vennootschapsbelasting voet

$t$  tijdtrend

$v_l'$  arbeidsbesparende technologische vooruitgang

$v_l^*$  groei totale factor productiviteit (TFP) toegerekend aan arbeid

$v_k'$  kapitaal-vermeerderende technologische vooruitgang  
 $w$  loonvoet  
 $y$  productie (toegevoegde waarde)

De parameter  $\lambda$  wordt van jaar op jaar benaderd door de kostenquote

$$\lambda = 0,5 \frac{lw}{lw+kpk} + 0,5 \left( \frac{lw}{lw+kpk} \right)_{-1} . \quad (1)$$

Merk op dat voor de totale factorproductiviteit (TFP) geldt

$$\text{TFP} = \lambda v_l' + (1 - \lambda) v_k' = \lambda v_l^* . \quad (2)$$

De TFP groei is in eerste instantie volledig toegerekend aan arbeid. Het verdeelmodel is zodanig geconstrueerd, dat na verdeling over arbeidsbesparende en kapitaal-besparende technologische vooruitgang de som gelijk blijft aan waargenomen TFP ontwikkeling.

Deze CES minimale kostenvergelijking is om twee redenen gehanteerd. Op de eerste plaats beperken we ons hier tot één soort arbeid. Er hoeven dus geen ingewikkelde substitutieprocessen beschreven te worden. Hierdoor volstaat een eenvoudige functionele vorm. Op de tweede plaats voldoet een CES-functie aan alle te stellen economische criteria, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de Symmetric Generalized McFadden kostenfunctie<sup>5</sup>. Deze laatste functionele vorm kan worden beschouwd als een tweede orde benadering van een willekeurige productiefunctie. Een belangrijk nadeel van deze laatste specificatie is evenwel dat deze kostenfunctie niet voor alle prijscombinaties positief is. Dit is voor praktische toepassingen bezwaarlijk. Aangezien dan ook de berekende factorvraag negatief kan worden.

De parameters  $p_{lo}$  en  $p_{ko}$  zijn de loon- en kapitaalkosten in het basisjaar. Deze herschaling houdt verband met een algemene herschaling waarbij in het basisjaar de loon- en kapitaalkosten en de bedrijfstijden gelijk zijn aan 1 en de stand van de technische vooruitgang voor kapitaal en arbeid gelijk aan nul.

De arbeidsvraag en kapitaalvraag,  $k$ , volgt uit toepassing van Shephards lemma

<sup>5</sup> Zie voor een toepassing waarin meerdere soorten arbeid worden onderscheiden:: Draper, D.A.G. en A.J.G. Manders (1997), 'Structural changes in the demand for labour,' *De Economist*, vol. 145, nr 4.



$$l_e = \frac{\partial C_{\min}}{\partial p_l} \quad , \quad l_e = l d_l e^{v_l'} p_{l_0} \quad ,$$

$$k_e = \frac{\partial C_{\min}}{\partial p_k} \quad , \quad k_e = k e^{v_k'} p_{k_0} \quad .$$
(3)

De kapitaalgoederenreeks is geconstrueerd met de kapitaal-accumulatievergelijking

$$k = k_{-1}(1 - \delta) + i \quad , \quad \delta = 0,07 \quad .$$
(4)

De prijzen worden gezet als een markup  $M$  over de marginale kosten  $\beta c$

$$p = M \beta c \quad , \quad M = \mu e^{v_p} \quad .$$
(5)

Er is een één op één relatie tussen de minimale kostenfunctie en de volgende productiefunctie

$$y = q \beta^{-1} \left[ \theta \frac{1}{\sigma} l_e^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\theta) \frac{1}{\sigma} k_e^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad .$$
(6)

De output gap,  $gap$ , is gedefinieerd als

$$gap = \ln \left( y \beta \left[ \theta \frac{1}{\sigma} l_e^*{}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\theta) \frac{1}{\sigma} k_e^*{}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right] \right)^{-\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad \text{met}$$

$$l_e^* = l^* d_l e^{v_l'} \quad \text{en}$$

$$l^* = l_s(1-u^*) - l_g \quad ,$$
(7)

waarin  $l_g$  de werkgelegenheid in de niet-marktsector  $l_s$  het arbeidsaanbod in manjaren en  $u^*$  de evenwichtswerkloosheid. Deze laatste is in de niet-lineaire versie gedefinieerd als

$$u^* = \frac{1}{\chi_3} \left[ \chi_1 \ln \Lambda + \chi_2 \ln r p + \chi_0 + \ln M - \ln \left( 1 - (1-\theta) \left( \frac{p_k}{c} \right)^{1-\sigma} \right) \right] \quad .$$
(8)

De evenwichtswerkloosheid is mede gebaseerd op de loonvergelijking

$$\ln w = \ln p + \ln y - \ln l + \chi_1 \ln \Lambda + \chi_2 \ln r p - \chi_3 u + \chi_0 \quad .$$
(9)

waarin

$\Lambda$  de wig  
 $rp$  de replacement rate

Het systeem dat geschat wordt, bestaat uit: de werkgelegenheidsvergelijking, de prijsvergelijking, de loonvergelijking en de outputgap vergelijking. Deze laatste is toegevoegd, omdat al te grote afwijkingen van de via de statistische methode berekende outputgap niet realistisch lijken. De via de statistische methode berekende outputgap (zie bijlage B, waarin de schattingen worden toegelicht) wordt beschouwd als waarneming bij het schatten van de output gap volgens de productiefunctie methode. Merk op dat de kapitaalvraagrelatie niet wordt meegeschat. Zowel de proxie voor de kapitaalgoederenvoorraad als voor de gebruikskosten van kapitaal zijn grof. Dit leidt tot een neerwaartse bias bij het meten van de substitutie-elasticiteit. Vandaar dat de voorkeur wordt gegeven aan het weglaten van deze vergelijking en controle achteraf of de ‘geschatte kapitaalvraag’ globaal consistent is met de waarneming van de kapitaalvraag volgens de accumulatievergelijking.

#### **Appendix B Schattingsresultaten niet-lineair model**

Het gepresenteerde model sluit aan bij eerdere analyses (op.cit Broer e.a., 2000 en op cit.; Draper e.a. 2000). Toch wijken de schattingsresultaten af van deze eerdere studies. Hiervoor zijn een aantal redenen.

1. In Broer e.a. is de arbeidsvraag en de loonvergelijking gebaseerd op data voor totaal bedrijven, terwijl hier schattingen worden gepresenteerd voor de marktsector, dat wil zeggen totaal bedrijven, exclusief de zorgsector en de sectoren delfstofwinning en exploitatie onroerend goed.
2. De schattingen in Draper e.a. waren gebaseerd op data van vóór de algehele data revisie van het CBS. In de huidige schattingen is de datarevisie verwerkt.
3. In de voorgaande schattingen werd de technologische vooruitgang gemodelleerd en meegeschat. Hier is totale factorproductiviteit (TFP) bepaald met de techniek van growth accounting. Vervolgens is voor de TFP een verdeelmodel geschat. De kapitaalbesparende technologische vooruitgang blijkt niet significant van nul te verschillen
4. In de vorige schattingen is de markup gemodelleerd en meegeschat. Hier is trendmatige ontwikkeling van de markup vooraf bepaald en niet meegemodelleerd.

### B.1 Geschatte ontwikkeling van de markup

In de hoofdtekst (paragraaf 4.1) is één manier beschreven om de aan arbeid toegerekende totale factor productiviteit te berekenen. Men kan de aan arbeid toegerekende totale factor productiviteit ook berekenen door van de kostenfunctie uit te gaan. Linearisatie leidt onder de veronderstelling dat  $\mathbf{v}_k$ ,  $\gamma_1$  en  $\gamma_2$  nul zijn tot

$$\Delta \mathbf{v}_l = -\frac{1}{\lambda} \Delta \ln C/y + \frac{1-\lambda}{\lambda} \Delta \ln p k + \Delta \ln w - \Delta \ln d_l, \quad (10)$$

met  $\lambda = 0,5 \frac{l w}{l w + k p k} + 0,5 \left( \frac{l w}{l w + k p k} \right)_{-1}$ .

Men kan aantonen<sup>6</sup> dat deze aan arbeid toegerekende totale factor productiviteit gelijk is aan die berekend op de wijze aangegeven in de hoofdtekst.

Substitueert men in relatie (15) de prijsvergelijking (10) dan volgt

$$\Delta \mathbf{v}_{lp} \equiv \Delta \mathbf{v}_l - \frac{1}{\lambda} \Delta \mathbf{v}_p = -\frac{1}{\lambda} \Delta \ln p + \frac{1-\lambda}{\lambda} \Delta \ln p k + \Delta \ln w - \Delta \ln d_l. \quad (11)$$

De reeks  $v_{lp}$  is dus de aan arbeid toegerekende TFP groei verminderd met de herwogen verandering in de markup  $\Delta v_p$ . Ze kan door toepassing van (17) worden bepaald en met een HP filter bewerkt tot een reeks voor de structurele ontwikkeling  $v_{lp}^*$ . Tot 1999 zijn hierbij CBS data gehanteerd. Vanwege het eindwaarde probleem zijn er ramingen voor de periode 2000-2006 toegevoegd. De jaren 2000-2002 zijn gebaseerd op data uit het CEP-2001 en de jaren 2003-2006 zijn voorspeld met een ARIMA-model (zie bijlage C. Vervolgens is de structurele ontwikkeling bepaald uit het HP-filter

$$\min_{\mathbf{v}_{lp}^*} \sum_{t=1}^T (v_{lp}^* - v_{lp}^*) + \lambda_{hp} \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta v_{lp,t+1}^* - \Delta v_{lp,t}^*) \quad , \quad \lambda_{hp} = 100. \quad (12)$$

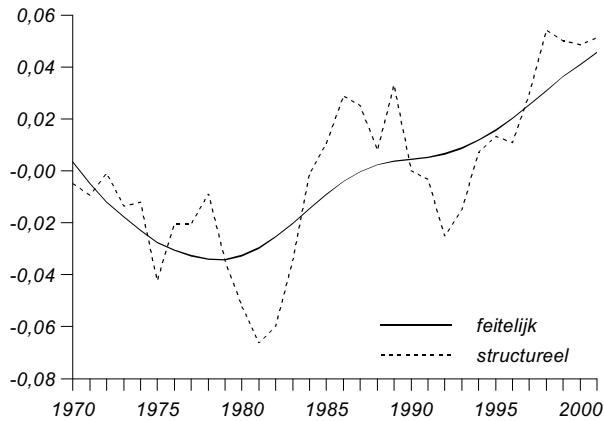
Door de trendmatige ontwikkeling  $v_{lp}^*$  en  $v_l^*$  met elkaar te confronteren krijgt men de structurele ontwikkeling van de markup

$$\Delta \mathbf{v}_p^* \equiv \lambda (\Delta \mathbf{v}_l^* - \Delta \mathbf{v}_{lp}^*) \quad (13)$$

<sup>6</sup> Een bewijs uit het ongerijmde is eenvoudig. De veronderstelling dat de twee grootheden niet aan elkaar gelijk zijn, leidt tot de niet houdbare conclusie dat de totale kosten ongelijk zijn aan de som van de loon en kapitaalkosten.

Deze reeks voor de structurele ontwikkeling (figuur c.1) van de markup is in de prijsvergelijking gesubstitueerd. Deze ontwikkeling is niet gemodelleerd. De figuur laat zien dat het rendement van bedrijven rond 1980 een dieptepunt bereikte.

**Figuur 3.1 Toegerekende markup ontwikkeling**



### B.2 De statistische methode voor de berekening van de output gap

Tot 1999 zijn hierbij CBS data gehanteerd voor de bruto toegevoegde waarde van de marktsector ( $y$ ). Vanwege het eindwaarde probleem zijn er ramingen voor de periode 2000-2006 toegevoegd. De jaren 2000-2002 zijn gebaseerd op data uit het CEP-2001 en de jaren 2003-2006 zijn voorspeld met een ARIMA-model (zie bijlage C. Vervolgens is de structurele ontwikkeling bepaald uit het HP-filter

$$\min_{\tilde{y}} \sum_{t=1}^T (\ln y_t - \ln \tilde{y}_t)^2 + \lambda_{hp} \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta \ln \tilde{y}_{t+1} - \Delta \ln \tilde{y}_t)^2, \quad \lambda_{hp} = 100. \quad (14)$$

De output gap is gedefinieerd als

$$gap = \ln y - \ln \tilde{y} \quad (15)$$

Deze reeks is gebruikt in het schattingsprogramma als prior.

### B.3 De schattingsresultaten voor de loonvergelijking, arbeidsvraag en prijsvergelijking

De schatting voor de outputgap vergelijking wordt niet apart besproken, aangezien deze geen coëfficiënten heeft die elders niet voorkomen. Het systeem van vergelijkingen is geschat met

seemingly unrelated regression. De relaties kunnen worden gezien als de eerste stap in de Engle Granger twee-staps procedure voor foutencorrectie relaties.

In de onderstaande tabellen staan twee varianten gepresenteerd. In de eerste variant (genummerd 1) wordt gekeken of de TFP moet worden verdeeld over arbeid en kapitaal. De kapitaal besparende technologische vooruitgang blijkt niet significant van nul te verschillen (de coëfficiënt  $\gamma_1$  en  $\gamma_2$ ). Hierbij is de parameter  $\sigma$  overigens geprikt vanwege numerieke problemen. In de tweede variant wordt alleen arbeid besparende technologische vooruitgang onderscheiden. Op deze laatste versie is de hoofdtekst gebaseerd.

Tabel c.1 Loonvergelijking schattingsperiode 1969-1999<sup>a)</sup>

$$\ln w = \ln p + \ln h + \chi_1 \ln \Lambda + \chi_2 \ln r p - \chi_3 u + \chi_0 + \chi_4 \text{dum}_{9800}$$

no	$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_0$	$\chi_4$	$R^2$	se	DW
1.	0.34	0.54	1.67	-0.25	-0.04	0.99	0.014	1,39
	<i>0.04</i>	<i>0.04</i>	<i>0.18</i>	<i>0.02</i>	<i>0.01</i>			
2.	0.36	0.56	1.68	-0.25	-0.04	0.99	0.014	1,41
	<i>0.04</i>	<i>0.04</i>	<i>0.19</i>	<i>0.03</i>	<i>0.01</i>			

<sup>a)</sup>Onder de coëfficiënten staat cursief de standaarddeviatie weergegeven.

Tabel c.2 Arbeidsvraag vergelijking

$$\ln l = \ln \beta + \ln \theta + \ln y - \sigma \ln \left( \frac{p_l}{c} \right) - \ln d_l p_{l0} - v_l^* - \gamma_1 t - \gamma_2 t^2$$

no.	$\beta$	$\theta$	$\sigma$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$R^2$	se	DW
1.	0,98	0.72	0.33	-0,1 10 <sup>-2</sup>	-0.25 10 <sup>-4</sup>	0.94	0.020	0,84
	<i>0.003</i>	<i>0.0044</i>	<i>(-)</i>	<i>0.78 10<sup>-3</sup></i>	<i>0.57 10<sup>-4</sup></i>			
2.	0,98	0.72	0.33			0.93	0.020	0,79
	<i>0.003</i>	<i>0.0044</i>	<i>0.05</i>					

<sup>a)</sup>Onder de coëfficiënten staat cursief de standaarddeviatie weergegeven.

Tabel c.3 Prijs vergelijking

$$\ln p = \ln \mu_0 e^{v_p^*} + \ln \beta + \ln c$$

no.	$\mu_0$	$\beta$	$R^2$	se	DW
1.	1,022 <i>0.004</i>	0,98 <i>0.003</i>	0.99	0.015	1,10
2.	1,022 <i>0.004</i>	0,98 <i>0.003</i>	0.99	0.015	1,10

<sup>a)</sup>Onder de coëfficiënten staat cursief de standaarddeviatie weergegeven.

### Appendix C Arima modellen ten behoeve van de HP-filters

#### Arbeidsaanbod in manjaren

$$\Delta \ln I_s^m = 0,72 \Delta \ln I_{s-1}^m + 0,003 \quad (1)$$

(5,8)                      (2,0)

$$\bar{R}^2 = 0,5 \quad ; \quad DW = 1,6$$

**Schattingsperiode:** 1970 - 1999

#### Arbeidsaanbod in personen

$$\Delta \ln I_s^p = 0,70 \Delta \ln I_{s-1}^p + 0,003 \quad (2)$$

(5,5)                      (2,0)

$$\bar{R}^2 = 0,5 \quad ; \quad DW = 1,8$$

**Schattingsperiode:** 1970 - 1999

#### Arbeid-vermeerderende technologische vooruitgang

$$(1 - 0,333B + 0,597B^2) \Delta^2 v_t = (1 - 1,073B + 0,366B^2) \epsilon_t \quad (3)$$

(1,7)                      (3,9)                      (5,0)                      (1,9)

$$\bar{R}^2 = 0,5 \quad ; \quad DW = 2,1$$

**Schattingsperiode:** 1957 - 1999

Arbeid-vermeerderende technologische vooruitgang, inclusief markup

$$\Delta v_{ip} = (1 - .742B) \epsilon$$

(7,1)

$$\bar{R}^2 = 0.4 \quad ; \quad DW = 2,1$$

Schattingsperiode: 1957 - 1999

(4)

Productie marktsector

$$(1 - .50B - 0.65B^2)\Delta \ln y = 0.06 + (1 - 0.73B - 1.00B^2) \epsilon$$

(2,0)    (3,7)                    (5,1)                    (4,3)                    (6,0)

$$\bar{R}^2 = 0.23 \quad ; \quad DW = 2,0$$

Schattingsperiode: 1969 - 1999

(5)

## Appendix D Overzichtstabel

Tabel D.1 Potentiële groei Nederland, 1990-2006

	1990-1995	1996-2001	2002-2006
groei structureel arbeidsaanbod (in personen)	1.4	1.8	1.1
groei structureel arbeidsaanbod (in arbeidsjaren)	1.2	1.7	1.1
groei potentiële werkgelegenheid (in arbeidsjaren)	1.1	2.0	1.1
groei werkgelegenheid collectieve sector	0.3	2.1	1.3
groei potentiële werkgelegenheid marktsector (in arbeidsjaren)	1.4	2.0	1.0
structurele groei arbeidsproductiviteit marktsector	1.5	1.7	2.2
wv. arbeidsbesparende technische vooruitgang	1.9	1.9	2.0
effect arbeidstijd	0.0	-0.1	0.0
effect kapitaalintensiteit	-0.3	-0.1	0.2
potentiële groei productie marktsector	2.9	3.7	3.2
groei productie collectieve sector	1.8	1.9	1.8
potentiële groei bbp	2.6	3.2	2.8
feitelijke groei bbp	2.4	3.7	