



# Is de spaarquote te hoog of te laag? Schattingen van de "gouden-regel"-spaarquote

Jonas Lucien De Jaeger  
0509647

Promotor: Luc HENS  
Jury: Jente Van Belle, Steffi RAES

academiejaar 2015-2016

Masterproef ingediend voor het behalen van de graad van  
Master of Science in de Toegepaste Economische Wetenschappen

**Abstract**

De "gouden-regel"-spaarquote is de spaarquote waarin de consumptie op lange termijn maximaal is. Het doel van deze masterproef is om de "gouden-regel"-spaarquote van de lidstaten van de OESO te schatten en te analyseren of de huidige spaarquote van de lidstaten te hoog, te laag of optimaal is. De evaluatie van de spaarquote gebeurt op vier manieren. Uit dit onderzoek blijkt dat de spaarquote in bijna elke geanalyseerde economie te laag is. Een optimale of te hoge spaarquote komen zelden voor. Verder onderzoek kan aantonen waar het spaartekort zich bevindt en welke maatregelen beleidsmakers kunnen nemen om de spaarquote in een economie te verhogen. EconLit-onderwerpcodes: E21, O41, O57.

### **Dankwoord**

Mijn voornaamste dank gaat uit naar professor Hens. om mij de mogelijkheid te geven om deze masterproef te schrijven en voor zijn advies en opmerkingen bij het opstellen van mijn masterproef. Ten slotte wil ik ook mijn familie, vrienden en medestudenten bedanken voor hun steun tijdens het schrijven van mijn masterproef.

## Inhoudsopgave

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abstract .....                                                                      | 2  |
| Dankwoord.....                                                                      | 3  |
| Inhoudsopgave .....                                                                 | 4  |
| Lijst van figuren.....                                                              | 6  |
| Lijst van tabellen.....                                                             | 7  |
| 1    Literatuurstudie.....                                                          | 9  |
| 1.1    Het Solow-Swan-model en de gouden regel van kapitaal.....                    | 9  |
| 1.2    Het Diamand-model en dynamische (in)efficiëntie .....                        | 20 |
| 1.3    De gewijzigde gouden regel en het berekenen van de optimale spaarquote ..... | 33 |
| 1.4    De gouden regel van kapitaal in een open economie .....                      | 38 |
| 2    Methodologie.....                                                              | 39 |
| 2.1    De gouden regel van kapitaal volgens het Solow-Swan-model.....               | 40 |
| 2.2    Dynamische efficiëntie.....                                                  | 41 |
| 2.3    Schatten van de "gouden-regel"-spaarquote.....                               | 42 |
| 2.4    De gouden regel van kapitaal in een open economie .....                      | 43 |
| 3    Berekeningen .....                                                             | 44 |
| 3.1    België .....                                                                 | 44 |
| 3.2    OESO-landen .....                                                            | 47 |
| 3.3    OESO-landen tussen 1995 en 2011 .....                                        | 54 |

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| SCHATTINGEN VAN DE "GOUDEN-REGEL"-SPAARQUOTE            | 5  |
| 3.4 OESO-landen: gouden regel in de open economie ..... | 64 |
| 4 Conclusie en toekomstig onderzoek .....               | 66 |
| Referenties .....                                       | 68 |

**Lijst van figuren**

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1: Voorbeeld van een productiefunctie. ....                                   | 10 |
| Figuur 2: Het break-even-niveau van investeringen .....                              | 12 |
| Figuur 3: Spaarquote onder de gouden regel .....                                     | 15 |
| Figuur 4: Spaarquote boven de gouden regel .....                                     | 15 |
| Figuur 5: De gouden regel van kapitaal .....                                         | 15 |
| Figuur 6: Effecten van een stijging van de spaarquote als $s < s_{gr}$ .....         | 18 |
| Figuur 7: Effecten van een daling van de spaarquote als $s > s_{gr}$ .....           | 19 |
| Figuur 8: De spaarquote in het Diamond-model met een logaritmische nutsfunctie ..... | 24 |
| Figuur 9: De stabiele staat in het Diamond-model .....                               | 29 |
| Figuur 10: De gewijzigde gouden regel van kapitaal .....                             | 35 |

**Lijst van tabellen**

|                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1: Berekeningen volgens het Solow-Swan-model, periode 1950-2011.....                                                                                             | 48 |
| Tabel 2: Berekenen van dynamische efficiëntie, periode 1950-2011 .....                                                                                                 | 50 |
| Tabel 3: Berekenen van de gouden-regel-kapitaal-productie-ratio en "gouden-regel"-<br>spaarquote, periode 1950-2011 .....                                              | 52 |
| Tabel 4: Berekeningen volgens het Solow-Swan-model, gemiddelde waarden voor de<br>periode 1995-2011 .....                                                              | 55 |
| Tabel 5: Berekenen van dynamische efficiëntie, gemiddelde waarden voor de periode<br>1995-2011 .....                                                                   | 57 |
| Tabel 6: Berekenen van de gouden-regel-kapitaal-productie-ratio en "gouden-regel"-<br>spaarquote, gemiddelde waarden voor de periode 1995-2011.....                    | 60 |
| Tabel 7: Berekenen van de gouden-regel-kapitaal-productie-ratio en "gouden-regel"-<br>spaarquote met tijdsvoorkeur, gemiddelde waarden voor de periode 1995-2011 ..... | 62 |
| Tabel 8: Berekenen van de gouden-regel-investeringsratio, gemiddelde waarden voor de<br>periode 1996-2000 .....                                                        | 65 |

Is de spaarquote te hoog of te laag? Schattingen van de "gouden-regel"-spaarquote

De "gouden-regel"-spaarquote is de spaarquote die de consumptie op de lange termijn maximaliseert. Ik schat de "gouden-regel"-spaarquote van de OESO-landen en ga na of de huidige spaarquote te hoog, te laag of voldoende is.

Ik start met een literatuurstudie over het Solow-Swan-model en het Diamond-model van economische groei. Beide modellen impliceren een gouden regel van kapitaal die de consumptie maximaliseert. Daarna behandel ik het Ramsey-Cass-Koopmans-model. Het Ramsey-Cass-Koopmans-model leidt tot de gewijzigde gouden regel van kapitaal. Aan de hand van de gewijzigde gouden regel kan ik de gemiddelde spaarquote en optimale spaarquote van een economie schatten. Ik sluit de literatuurstudie af met de gouden regel van kapitaal in een open economie.

Ik bereken of een economie te veel, te weinig of net genoeg spaart aan de hand van twee methoden: het marginaal product van kapitaal volgens het Solow-Swan-model en dynamische efficiëntie volgens het Diamond-model.

De optimale spaarquote van een economie schat ik aan de hand van de gewijzigde gouden regel van kapitaal. Op basis van de gouden regel in een open economie schat ik de optimale investeringsratio voor verschillende landen. Inspiratie voor deze vier methoden komt van Miranda (1995). De gebruikte methodologie is vooral gebaseerd op Mankiw (2013), Abel et al. (1989), Evans (1992) en Donders (1985).

## 1 Literatuurstudie

### 1.1 Het Solow-Swan-model en de gouden regel van kapitaal

Het Solow-Swan-groeimodel (Solow, 1956 en Swan, 1956) is een economisch model dat de economische groei op de lange termijn verklaart. Het model toont aan dat sparen, bevolkingsgroei en technologische vooruitgang een invloed hebben op de economische welvaart en economische groei van een land. Het Solow-Swan-model gaat ervan uit dat het aanbod ( $Y$ ) in een economie afhangt van de neoklassieke productiefunctie:

$$Y = F(K, L \times E) \quad (1)$$

Waarbij  $K$  staat voor de ingezette hoeveelheden kapitaal en  $L$  voor de ingezette hoeveelheden arbeid.  $K$  en  $L$  zijn oneindig deelbaar.  $E$  is efficiëntie van arbeid en meet de kennis, gezondheid, scholing en dergelijke van de arbeidskrachten.

In het Solow-Swan-model wordt technologie als exogeen genomen: dit wil zeggen dat technologische vooruitgang niet door het model verklaard wordt. De productiefunctie heeft constante schaalopbrengsten. Als de productiefactoren  $K$  en  $L$  verdubbelen (en  $E$  constant blijft), zal  $Y$  ook verdubbelen. Deel de productiefactoren door  $L \times E$  (het aantal effectieve arbeidskrachten in een economie):

$$Y / (L \times E) = F[K / (L \times E), (L \times E) / (L \times E)] \quad (2)$$

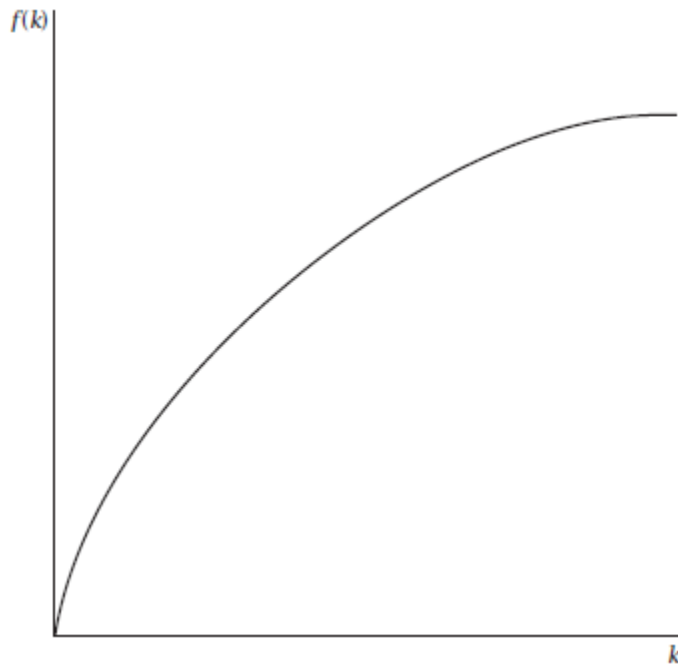
Of:

$$Y / (L \times E) = F(K / (L \times E), 1) \quad (3)$$

Vervang  $Y / (L \times E)$  door  $y$  en  $K / (L \times E)$  door  $k$  in vergelijking (3):

$$y = f(k) \quad (4)$$

vergelijking (4) en figuur 1 tonen aan dat de productie per effectieve arbeidskracht bepaald wordt door het kapitaal per effectieve arbeidskracht.

*Figuur 1:* Voorbeeld van een productiefunctie.

Vergelijking (4) voldoet aan enkele voorwaarden:

$$f(0) = 0 \quad (5)$$

$$f'(k) > 0 \quad (6)$$

$$f''(k) < 0 \quad (7)$$

Wanneer er nul eenheden kapitaal zijn, is de productie ook gelijk aan 0. De eerste afgeleide naar kapitaal is positief (vergelijking (6)) en de tweede afgeleide naar kapitaal is negatief (vergelijking (7)). Vergelijkingen (6) en (7) impliceren dat het marginaal product van kapitaal (mpk) positief is, maar dat het marginaal product afneemt naarmate het kapitaal per effectieve arbeidskracht stijgt (zie figuur 1).

De helling van de productiefunctie in figuur 1 is het marginaal product van kapitaal en meet met hoeveel de productie per effectieve arbeidskracht zal stijgen wanneer elke effectieve arbeidskracht één extra eenheid kapitaal krijgt:

$$\text{mpk} = f(k + 1) - f(k) \quad (8)$$

Dit bevestigt vergelijking (6), die stelt dat het marginaal product van kapitaal positief is.

Het Solow-Swan-model gaat uit van een gesloten economie zonder overheid: dit betekent dat de vraag naar goederen en diensten in een economie bestaat uit consumptie ( $C$ ) en investeringen ( $I$ ) van de huishoudens en bedrijven:

$$Y = C + I \quad (9)$$

Het Solow-Swan-model werkt met eenheden per effectieve arbeidskracht:

$$y = c + i \quad (10)$$

Hier staat  $y$  voor  $Y / (L \times E)$ ,  $c$  voor  $C / (L \times E)$  en  $i$  voor  $I / (L \times E)$ .

De huishoudens sparen een deel van hun inkomen en consumeren de rest. De spaarquote ( $s$ ) is een getal tussen 0 en 1 en is een exogene parameter. Het inkomen wordt dus als volgt verdeeld tussen consumptie en sparen:

$$\text{sparen per effectieve arbeidskracht} = s \times y \quad (11)$$

$$c = (1 - s) \times y \quad (12)$$

Vervang  $y$  door  $f(k)$  uit de productiefunctie:

$$\text{Sparen per effectieve arbeidskracht} = s \times f(k) \quad (13)$$

$$c = (1 - s) \times f(k) \quad (14)$$

Vervang  $c$  in vergelijking (10) door  $(1 - s) \times y$ :

$$y = (1 - s) \times y + i \quad (15)$$

Herschrijf in functie van  $i$ :

$$y = y - s \times y + i$$

$$i = y - y + s \times y$$

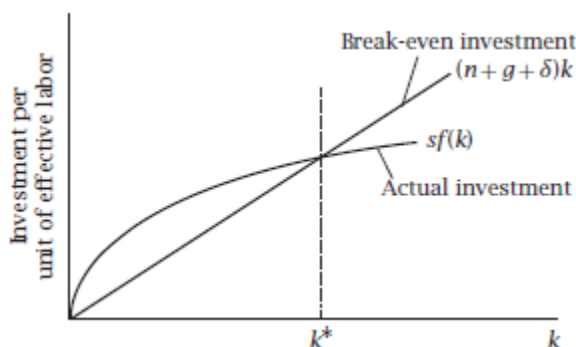
$$i = s \times y \quad (16)$$

Vergelijking (16) toont dat in een gesloten economie de investeringen per effectieve arbeidskracht gelijk zijn aan het sparen per effectieve arbeidskracht.

Solow en Swan tonen aan dat met een constante spaarvoet, de productie per arbeidskracht zich zal stabiliseren op een bepaald niveau, de stabiele staat. Dit komt doordat een economie moet investeren om zijn kapitaalvoorraad op peil te houden: om de depreciatie van het kapitaal te compenseren (het kapitaal deprecieert met de factor  $\delta$ ), om de groei van de bevolking te compenseren en om de groei van de technologische kennis te compenseren.

Het aantal arbeidskrachten groeit met de factor  $n$ , de bevolkingsgroei. Ook  $n$  is exogeen bepaald. De factor  $g$  is de arbeidsvermeerderende technologische vooruitgang, die er voor zorgt dat een werknemer productiever, zeg maar effectiever, wordt met dezelfde hoeveelheid kapitaal. Het aantal effectieve arbeidskrachten groeit dus met de factor  $n + g$ . De groeivoet van de productie in de stabiele staat is gelijk aan  $n + g$ . Figuur 2 toont dat het *break-even*-niveau van de investeringen (de investeringen nodig om het kapitaal per effectieve arbeidskracht constant te houden) gelijk is aan  $(\delta + n + g) \times k$

Figuur 2: Het break-even-niveau van investeringen



Noot. Overgenomen van Romer (2012).

Op termijn convergeert de economie naar een stabiele staat waarin de investeringen gelijk zijn aan de *break-even*-investeringen:

$$i = s \times f(k) = s \times y = (\delta + n + g) \times k \quad (17)$$

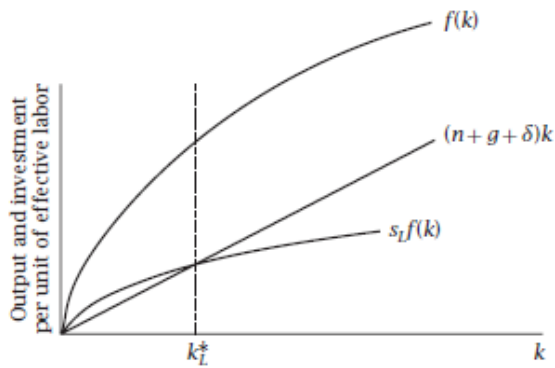
De kapitaalvoorraad in de stabiele staat wordt aangeduid met  $k^*$ . Als de spaarquote stijgt, de bevolkingsgroei daalt of de arbeidsvermeerderende technologische vooruitgang vertraagt, zal de stabiele staat verschuiven en de totale kapitaalvoorraad per werknemer groeien.

De huishoudens verdelen hun inkomen tussen sparen en consumeren. Hoe hoger de spaarquote ( $s$ ), hoe hoger de productie per effectieve arbeidskracht in de stabiele staat. Een huishouden is geïnteresseerd in hoeveel het kan consumeren: huishoudens sparen enkel om hun consumptie in de toekomst te verhogen. Als een huishouden zijn gehele inkomen spaart bereikt de economie de hoogste arbeidsproductiviteit, maar hier heeft het huishouden niets aan aangezien er niets meer overblijft om te consumeren. Er bestaat een bepaalde stabiele staat waarin de consumptie per effectieve arbeidskracht gemaximaliseerd wordt. Deze stabiele staat heet de gouden regel (Phelps, 1961) en het overeenkomstige niveau van  $k$  wordt aangeduid met  $k_{gr}^*$ .

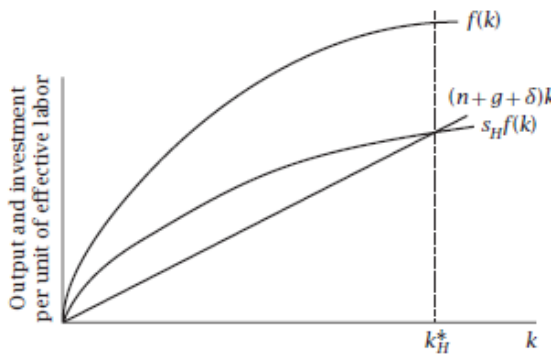
In figuur 3 sparen de huishoudens minder dan in de gouden regel. Bij een toename van kapitaal zal de productie sterker stijgen dan de toename aan de nodige investeringen en de consumptie stijgt dus ook. In dit geval is de richtingscoëfficiënt van de productiefunctie (het marginaal product van kapitaal per effectieve arbeidskracht,  $mpk$ ) groter dan de *break-even*-investeringen en is de productiefunctie dus steiler dan de *break-even*-investeringen. In figuur 4 sparen de huishoudens meer dan in de gouden regel en zal bij een toename van kapitaal de stijging in productie minder sterk zijn dan de stijging in de nodige investeringen om de hoeveelheid kapitaal per effectieve arbeidskracht in stand te houden. In dit geval zal de consumptie dalen. De productiefunctie is dan vlakker dan de *break-even*-investeringen.

In figuur 5 bevindt de economie zich in de gouden-regel-toestand. De richtingscoëfficiënt van de productiefunctie is exact gelijk aan  $(\delta + n + g)$  (Phelps, 1961):

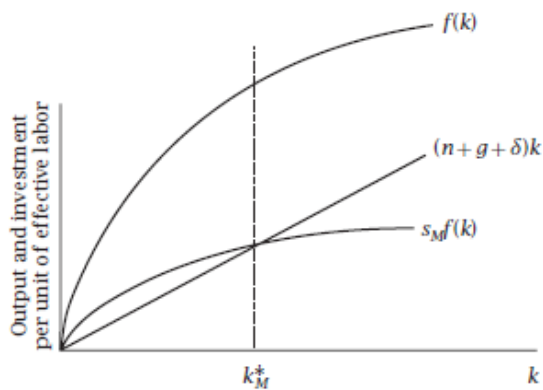
$$mpk = \delta + n + g \quad (18)$$

*Figuur 3: Spaarquote onder de gouden regel*

*Noot.* Overgenomen van Romer (2012).

*Figuur 4: Spaarquote boven de gouden regel*

*Noot.* overgenomen van Romer (2012).

*Figuur 5: De gouden regel van kapitaal*

*Noot.* Overgenomen van Romer (2012).

Het is mogelijk om de gouden regel wiskundig te verkrijgen (Mankiw, 2013).

Vergelijking (10) stelt:

$$y = c + i \quad (10)$$

Herschrijf in functie van  $c$ :

$$c = y - i \quad (19)$$

Vervang  $y$  door  $f(k)$  en  $i$  door  $(\delta + n + g) \times k$ :

$$c = f(k) - (\delta + n + g) \times k \quad (20)$$

In de stabiele staat wordt vergelijking 20:

$$c^* = f(k^*) - (\delta + n + g) \times k^* \quad (21)$$

Consumptie in de stabiele staat is wat overblijft na productie in de stabiele staat en de investeringen die nodig zijn om de kapitaalvoorraad op peil te houden in de stabiele staat: het is de afstand tussen  $f(k^*)$  en  $(\delta + n + g) \times k^*$  in figuren 3 tot 5. Neem de afgeleide naar kapitaal van vergelijking (21) om de kapitaalvoorraad ( $k^*_{gr}$ ) te vinden waarbij  $c^*$  maximaal is:

$$dc^*/dk^* = f'(k^*) - (\delta + n + g) \quad (22)$$

Stel de afgeleide gelijk aan 0:

$$0 = f'(k^*) - (\delta + n + g) \quad (23)$$

Herschrijf in functie van  $f'(k^*)$ :

$$f'(k^*_{gr}) = \delta + n + g \quad (24)$$

Het marginaal product van kapitaal en  $f'(k^*)$  zijn net hetzelfde en dus:

$$mpk = \delta + n + g \quad (18)$$

Wanneer het marginaal product van kapitaal gelijk is aan de nodige investeringen om de kapitaalvoorraad per arbeidskracht op peil te houden, houdt een economie zich aan de gouden regel en is de consumptie per arbeidskracht gemaximaliseerd. Vergelijking (18) kan geschreven worden als:

$$mpk - \delta = n + g \quad (25)$$

In de gouden regel van kapitaal is het netto-marginaal product van kapitaal (het marginaal product van kapitaal verminderd met de depreciatievoet van kapitaal) gelijk aan de gemiddelde economische groeivoet van de economie.

In een markt van volkomen concurrentie zal een bedrijf kapitaal aantrekken tot de kost van een extra eenheid kapitaal (de reële rente,  $rr$ ) gelijk is aan de opbrengt van een extra eenheid kapitaal (het marginaal product van kapitaal). In de gouden regel geldt:

$$rr = n + g + \delta \quad (26)$$

Het netto-rendement op kapitaal ( $r$ ) is de reële rente verminderd met de depreciatie:

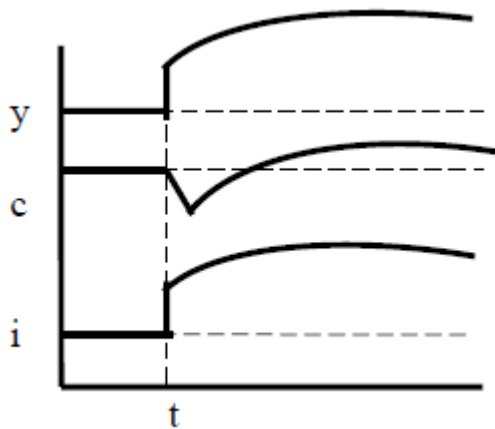
$$rr - \delta = n + g = r \quad (27)$$

In een markt van volkomen concurrentie is het netto-rendement op kapitaal gelijk aan de gemiddelde economische groeivoet.

De mogelijkheid bestaat dat een economie zich in een stabiele staat bevindt die niet voldoet aan de voorwaarden van de gouden regel van kapitaal. Er zijn twee scenario's: een stabiele staat met minder kapitaal dan in de gouden regel en een stabiele staat met meer kapitaal dan in de gouden regel. Zoals hierboven al vermeld werd is de consumptie per effectieve arbeidskracht in deze gevallen niet maximaal. Wat gebeurt er wanneer de spaarquote verandert zodat de gouden regel wel bereikt wordt?

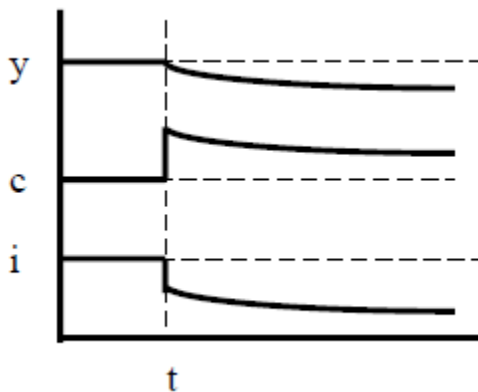
In figuur 6 is de spaarquote te laag. Wanneer de spaarquote stijgt bij een kapitaalvoorraad onder de gouden regel, zal de consumptie ( $C$ ) op de korte termijn dalen. De investeringen ( $I$ ) stijgen. Door de hogere kapitaalvoorraad zal de productie ( $Y$ ) toenemen, waardoor ook de consumptie stijgt. Op de lange termijn stijgen de consumptie, investeringen en productie.

*Figuur 6:* Effecten van een stijging van de spaarquote als  $s < s_{gr}$



*Noot.* Overgenomen van Vespignani (2008).

In figuur 7 is de spaarquote te hoog. Wanneer de spaarquote daalt bij een kapitaalvoorraad boven de gouden regel zal de consumptie ( $C$ ) op de korte termijn stijgen. De investeringen ( $I$ ) dalen. Door de lagere kapitaalvoorraad zal de productie ( $Y$ ) afnemen, waardoor ook de consumptie afneemt. Op de lange termijn stijgt de consumptie (maar niet zo sterk als op de korte termijn). De investeringen en de productie dalen op de lange termijn.

*Figuur 7: Effecten van een daling van de spaarquote als  $s > s_{gr}$* 

*Noot.* Overgenomen van Vespignani (2008).

Wanneer een economie naar de gouden regel convergeert met een te veel aan kapitaal, is de economie dynamisch inefficiënt: de consumptie kan op elk moment een hoger niveau bereiken door minder te sparen (Phelps, 1965). Als een economie start met een te lage kapitaalvoorraad, is de economie dynamisch efficiënt. Bij een hogere spaarquote wordt de consumptie op korte termijn opgeofferd om op langere termijn een hogere consumptie te bereiken.

Een beperking aan het Solow-Swan-model is dat het de spaarquote als gegeven en constant neemt. Het Solow-Swan-model laat huishoudens niet toe om hun spaarquote zo te kiezen dat ze hun nut optimaliseren. Het Diamond-model is een ander neoklassiek groeimodel dat de spaarquote wel in het model opneemt.

## 1.2 Het Diamond-model en dynamische (in)efficiëntie

Het Diamond-model van overlappende generaties (Diamond, 1965) vult het neoklassieke Solow-Swan-model aan. Het biedt ook een verklaring voor de economische groei op de lange termijn. Het Diamond-model maakt dezelfde aannames als het Solow-Swan-model (volkomen concurrentie, exogene technologische- & bevolkingsgroei, constante schaalopbrengsten en afnemende meeropbrengsten op kapitaal), maar breekt met het Solow-Swan-model op twee vlakken. De uitwerking van het Diamond-model is gebaseerd op Heylen (2004) en Romer (2012).

Een eerste breuk met het Solow-Swan-model is dat de spaarquote in het Diamond-model endogeen bepaald wordt door nutsoptimalisatie van individuen en bedrijven. Door een verklaring te geven voor het sparen van de individuen toont het Diamond-model aan dat de mogelijkheid bestaat dat individuen in een economie te veel of te weinig sparen.

Ten tweede gaat het Diamond-model ervan uit dat het leven tijdelijk is: individuen leven twee periodes lang. Er leven steeds twee soorten individuen (twee overlappende generaties): de jonge en de oude generatie. Nieuwe individuen worden geboren in periode  $t$  en er zijn individuen die overlijden.  $L_t$  is het aantal jonge individuen in de periode  $t$ .  $L_{t-1}$  is het aantal jonge individuen in de vorige periode. Dit is dus ook het aantal oude individuen in de periode  $t$ :

$$L_t = (1 + n) \times L_{t-1} \quad (28)$$

$$L_{t-1} = L_t / (1 + n) \quad (29)$$

De bevolkingsgroei is de variabele  $n$ .

Iedere jongere biedt een eenheid arbeid aan in ruil voor een reëel loon ( $w_t$ ). De jongeren verdelen hun loon tussen consumptie en sparen:

$$w_t = c_{1,t} + s_{1,t} \quad (30)$$

De index 1 duidt in vergelijking (30) aan dat het om een jong individu gaat. De index  $t$  geeft de periode  $t$  aan.

Enkel de jongeren sparen. Door te sparen worden de jonge individuen kapitaalbezitters. De kapitaalgoederen die ze bezitten gedurende de periode  $t + 1$  lenen ze uit aan de bedrijven. Zo wordt de kapitaalvoorraad gevormd, die gebruikt wordt voor productie. Op hun kapitaalgoederen verdienen de jonge individuen het kapitaalinkomen. De oude individuen verdienen enkel inkomen uit hun kapitaalgoederen aangezien oude individuen niet meer werken. Uiteindelijk verkopen de ouderen al hun kapitaal aan de jongeren, die sparen, en consumeren ze de volledige opbrengst.

De consumptie van een individu wanneer hij oud is (in periode  $t + 1$ ) hangt af van zijn sparen toen hij jong was:

$$\begin{aligned} c_{2,t+1} &= (1 + r_{t+1}) \times s_{1,t} \\ c_{2,t+1} &= (1 + r_{t+1}) \times (w_t - c_{1,t}) \end{aligned} \quad (31)$$

De index 2 duidt aan dat het over een ouder individu gaat. Dit is in de periode  $t + 1$ . De consumptie van het oude individu in periode  $t + 1$  is zijn sparen in periode 1 ( $s_{1,t}$ ), vermeerderd met de rente die hij hierop verdient ( $r_{t+1}$ ).

Elk individu heeft te maken met een budgetbeperking: de actuele waarde van de consumptie over het gehele leven (dus de consumptie over beide periodes) moet gelijk zijn aan het verdiende reële loon:

$$w_t = c_{1,t} + c_{2,t+1} / (1 + r_{t+1}) \quad (32)$$

Vergelijking (31) delen door  $(1 + r_{t+1})$  en  $c_{1,t}$  naar de linkerzijde brengen levert vergelijking (32) op.

Elk individu dat zijn nut over het gehele leven maximaliseert kiest een bepaald consumptiepatroon. Het Diamond-model maakt gebruik van een nutsfunctie met constante elasticiteit (een iso-elastische nutsfunctie):

$$U_L = c_{1,t}^{\theta-1} / (1-\theta) + c_{2,t+1}^{1-\theta} / [(1+\rho) \times (1-\theta)] \quad (33)$$

Hier is  $\rho$  een getal groter dan  $-1$  en kleiner of gelijk aan  $1$  dat de mate van tijdsvoorkeur aanduidt. Als  $\rho$  groter is dan  $0$  vinden individuen consumptie in periode  $t$  belangrijker dan in periode  $t + 1$ . Als  $\rho$  kleiner is dan  $0$  is het omgekeerde waar.  $\theta$  is de intertemporele substitutie-elasticiteit en meet de mate waarin individuen bereid zijn om hun consumptie af te wegen tussen de beide periodes. Als  $\theta$  hoog is zal de consumptie van de jongeren niet veel dalen als de reële rente stijgt en omgekeerd. Wanneer  $\theta$  gelijk is aan  $1$  wordt vergelijking (33) een logaritmische nutsfunctie, waarmee makkelijker te werken is. Het nut van een jongere in periode  $t$  is dan:

$$U_L = \ln c_{1,t} + \ln c_{2,t+1} / (1 + \rho) \quad (34)$$

Om zijn nut te maximaliseren kiest een jongere een consumptiepatroon in beide periodes, rekening houdend met zijn budgetbeperking (vergelijking (32)). Dit optimaliseringsprobleem (een gebonden extremum) wordt opgelost door gebruik te maken van een Lagrange-functie (L):

$$L = \ln c_{1,t} + (\ln c_{2,t+1}) / (1 + \rho) + \lambda \times [w_t - c_{1,t} - c_{2,t+1} / (1 + r_{t+1})] \quad (35)$$

Waarbij  $\lambda$  voor de Lagrangemultiplicator staat. Volledig uitgeschreven:

$$L = \ln c_{1,t} + (\ln c_{2,t+1}) / (1 + \rho) + \lambda \times w_t - \lambda \times c_{1,t} - (\lambda \times c_{2,t+1}) / (1 + r_{t+1}) \quad (36)$$

De eerste partiële afgeleiden gelijkstellen aan 0 (de eerste-ordevoorwaarden) en herschrijven leidt tot:

$$\partial L / \partial c_{1,t} = 0 \quad 1 / c_{1,t} = \lambda \quad (37)$$

$$\partial L / \partial c_{2,t+1} = 0 \quad 1 / c_{2,t+1} = \lambda \times (1 + \rho) / (1 + r_{t+1}) \quad (38)$$

$$\partial L / \partial \lambda = 0 \quad c_{1,t} + c_{2,t+1} / (1 + r_{t+1}) = w_t \quad (32)$$

De laatste vergelijking is de budgetbeperking. Substitutie van  $\lambda$  in vergelijking (38) geeft de Eulervergelijking voor consumptie:

$$c_{2,t+1} / c_{1,t} = (1 + r_{t+1}) / (1 + \rho) \quad (39)$$

De reële rente en de mate van tijdsvoorkeur bepalen of de consumptie van individuen zal stijgen of dalen in de tijd. Als de reële rente groter is dan de mate van tijdsvoorkeur zal de consumptie stijgen, en omgekeerd. Vergelijking (39) herschrijven geeft:

$$c_{2,t+1} / (1 + r_{t+1}) = c_{1,t} / (1 + \rho) \quad (40)$$

Substitutie hiervan in de budgetbeperking geeft:

$$\begin{aligned} c_{1,t} + c_{1,t} / (1 + \rho) &= c_{1,t} \times [(2 + \rho) / (1 + \rho)] = w_t \\ c_{1,t} &= (1 + \rho) / (2 + \rho) \times w_t \end{aligned} \quad (41)$$

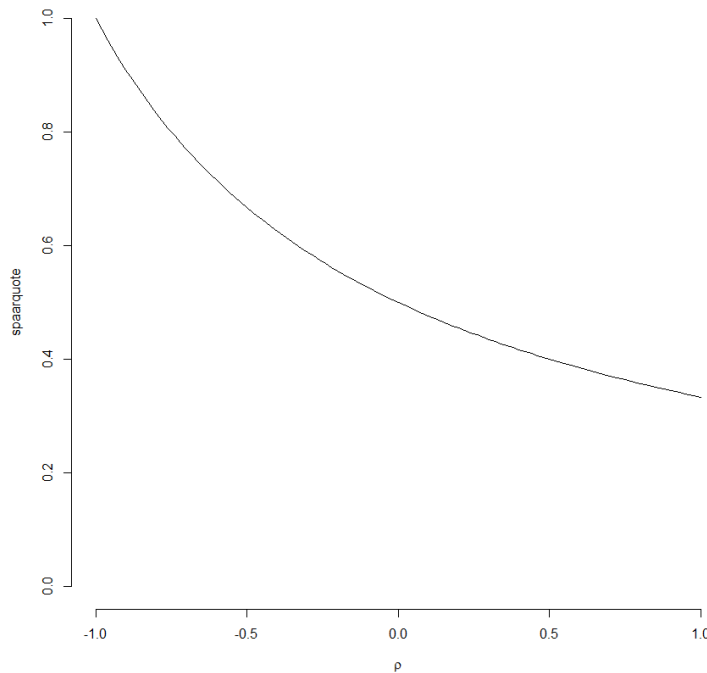
$[(1 + \rho) / (2 + \rho)]$  is de consumptiequote. Het is het deel van het loon dat jonge individuen besteden aan consumptie. Hoe hoger  $\rho$ , hoe meer een jongere zal consumeren. Als de mate van tijdsvoorkeur 0 is consumeert een individu de helft van zijn loon. Dit is logisch: als  $\rho$  gelijk is aan 0 vindt een individu consumptie in beide periodes even belangrijk.

Uit vergelijking (41) is het sparen door jongeren af te leiden:

$$\begin{aligned} s_{1,t} &= w_t - c_{1,t} = 1 - (1 + \rho) / (2 + \rho) \\ s_{1,t} &= (w_t) \times 1 / (2 + \rho) \end{aligned} \quad (42)$$

$1 / (2 + \rho)$  is de spaarquote. Het sparen door de jongeren hangt af van het reële loon en de tijdsvoorkeur. Figuur 8 toont dat bij een hogere  $\rho$  de jongeren minder sparen en omgekeerd.

*Figuur 8:* De spaarquote in het Diamond-model met een logaritmische nutsfunctie



*Noot.* Eigen figuur, gemaakt in RStudio.

De rente heeft bij de logaritmische nutsfunctie geen invloed op het sparen of de consumptie: omdat de nutsfunctie logaritmisch is, wordt het substitutie-effect ongedaan gemaakt door het inkomenseffect. Bij de iso-elastische nutsfunctie heeft de rente wel een invloed, die afhankelijk is van de intertemporele substitutie-elasticiteit ( $\theta$ ). Bij een lage  $\theta$  zal een rentestijging tot een hogere spaarquote leiden (het substitutie-effect is sterker dan het inkomenseffect).

Het Diamond-model gaat ervan uit dat bedrijven aanwezig zijn in een markt met volkomen concurrentie. De productie van bedrijven is een functie van arbeid (geleverd door jongeren) en kapitaal (geleverd door ouderen) in periode  $t$ :

$$Y_t = F(K_t, L_t \times E_t) \quad (43)$$

Vergelijking (43) voldoet aan dezelfde voorwaarden als vergelijking (4). Herschreven als een Cobb-Douglas-productiefunctie:

$$Y_t = K_t^\alpha \times L_t^{1-\alpha} \times E_t \quad (44)$$

Technologie is exogeen en groeit met de factor  $g$ :

$$E_t = (1 + g) \times E_{t-1} \quad (45)$$

Het kapitaal in periode  $t$  hangt af van het sparen van het aantal jongeren in de periode  $t - 1$  (toen ze jong waren) en hun spaarquote:

$$K_t = L_{t-1} \times s_{t-1} \quad (46)$$

Een aanname in het Diamond-model is dat kapitaal niet deprecieert (de *break-even*-investeringen zijn in het Diamond-model gelijk aan de bevolkingsgroei en de technologische groei).

De productie per arbeidskracht in periode  $t$  is dan een functie van kapitaal per arbeidskracht in periode  $t$ :

$$y_t = E_t \times k_t^\alpha = f(k_t) \quad (47)$$

Bedrijven willen hun winst maximaliseren. In een markt van volkomen concurrentie zal een bedrijf arbeidskrachten inhuren tot het marginaal product van arbeid ( $\partial Y_t / \partial L_t$ ) gelijk is aan het reële loon:

$$\partial Y_t / \partial L_t = (1 - \alpha) \times K_t^\alpha \times L_t^{1-\alpha-1} \times E_t$$

$$(1 - \alpha) \times K_t^\alpha \times L_t^{1-\alpha-1} \times E_t = (1 - \alpha) \times (K / L)^\alpha$$

$$(1 - \alpha) \times (K / L)^\alpha = (1 - \alpha) \times y_t$$

$$(1 - \alpha) \times y_t = y_t - \alpha \times y_t$$

$$y_t - \alpha \times y_t = f(k_t) - \alpha \times f(k_t)$$

$$f(k_t) - \alpha \times f(k_t) = f(k_t) - k_t \times \alpha \times E_t \times k_t^{\alpha-1}$$

$$\partial Y_t / \partial L_t = f(k_t) - k_t \times f'(k_t) \quad (48)$$

$$f(k_t) - k_t \times f'(k_t) = w_t \quad (49)$$

$f'(k_t)$  is de partiële afgeleide van kapitaal per arbeidskracht in de productie per arbeidskracht in periode  $t$ . Het linkerlid van vergelijking (49) is dus het marginaal product van arbeid.

Een bedrijf accumuleert kapitaal tot het marginaal product van kapitaal gelijk is aan de reële rente. Er is geen depreciatie, dus is de reële rente gelijk aan het netto-rendement op kapitaal:

$$f'(k_t) = r_t \quad (50)$$

Wanneer de goederen- en dienstenmarkt in evenwicht is zal het aanbod van goederen en diensten gelijk zijn aan de vraag naar goederen en diensten in periode  $t$ . Ter herinnering, de vraag naar goederen en diensten bestaat uit consumptie en investeringen:

$$Y_t = C_t + I_t \quad (51)$$

De jongeren verdelen hun inkomen tussen consumptie en sparen en de ouderen consumeren alles wat ze hebben:

$$w_t \times L_t + r_t \times K_t = (L_t \times c_{1,t} + L_{t-1} \times c_{2,t}) + (K_{t+1} - K_t) \quad (52)$$

$w_t \times L_t$  staat voor het gerealiseerde arbeidsinkomen en  $r_t \times K_t$  voor het inkomen uit kapitaal. De gehele consumptie ( $C_t$ ) is de som van de consumptie van de jongeren ( $L_t \times c_{1,t}$ ) en de consumptie van de ouderen ( $L_{t-1} \times c_{2,t}$ ). Alle investeringen ( $I_t$ ) leiden tot een toename van het kapitaal doordat er geen depreciatie optreedt. De jongeren verdelen hun totale reële loon tussen consumptie en sparen:

$$w_t \times L_t = (c_{1,t} + s_{1,t}) \times L_t \quad (53)$$

De consumptie van de ouderen is de som van de rente op het kapitaal dat ze bezitten en de waarde van dat kapitaal (dat ze verkopen):

$$L_{t-1} \times c_{2,t} = (r_t \times K_t) + K_t \quad (54)$$

Op basis van vergelijkingen (53) en (54) wordt vergelijking (52):

$$K_{t+1} = L_t \times s_t \quad (55)$$

Het sparen van de jongeren en de kapitaalvoorraad in de huidige periode bepalen de kapitaalvoorraad in de volgende periode. Deel vergelijking (55) door ( $L_{t+1}$ ):

$$k_{t+1} = s_t / (1 + n) \quad (56)$$

In de volgende periode is de hoeveelheid kapitaal per arbeidskracht positief afhankelijk van het sparen van de arbeidskrachten in de huidige periode  $t$ . De bevolkingsgroei ( $n$ ) heeft een negatieve invloed op de kapitaalvoorraad in de volgende periode, want bij een hogere bevolkingsgroei moet de hoeveelheid kapitaal over meer arbeidskrachten verdeeld worden.

Het kapitaal per arbeidskracht is een functie van de kapitaalvoorraad per arbeidskracht (vergelijking (47)). Vergelijking (56) stelt dat  $k_t$  afhankelijk is van het sparen van de jonge individuen uit de vorige periode. Dat sparen is op zijn beurt afhankelijk van het reële loon (vergelijking (42)). Het loon is een functie van de kapitaalvoorraad per arbeidskracht (vergelijking (48)). Herschrijf vergelijking (56) op basis van deze vergelijkingen:

$$k_{t+1} = w_t / [(1 + n) \times (2 + \rho)]$$

$$k_{t+1} = [(1 - \alpha) \times E \times k_t^\alpha] / [(1 + n) \times (2 + \rho)] \quad (57)$$

Hier is  $[(1 - \alpha) \times E \times k_t^\alpha]$  gelijk aan  $[f(k_t) - k_t \times f'(k_t)]$ . In een Cobb-Douglas-productiefunctie is  $(E \times k_t^\alpha)$  gelijk aan de productie per arbeidskracht ( $y_t$ ):

$$k_{t+1} = [(1 - \alpha) \times y_t] / [(1 + n) \times (2 + \rho)] \quad (58)$$

Volgens vergelijking (58) is de kapitaalvoorraad per arbeidskracht in periode  $t + 1$  een deel van de productie per arbeidskracht in de huidige periode  $t$ . Op termijn komt de economie in de stabiele staat ( $k^*$ ) terecht (zie figuur 9):

$$k^* = [(1 - \alpha) \times E \times k^{*\alpha}] / [(1 + n) \times (2 + \rho)]$$

$$k^* = [[(1 - \alpha) \times E] / [(1 + n) \times (2 + \rho)]]^{1/(1-\alpha)} \quad (59)$$

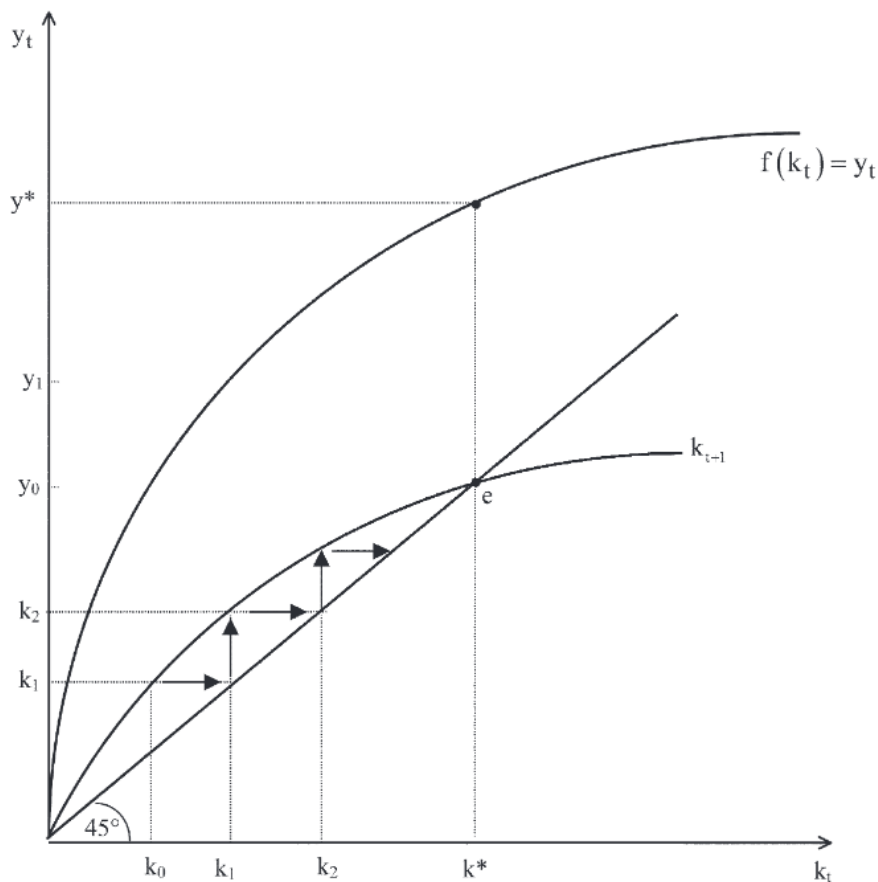
De productie per arbeidskracht in de stabiele staat is:

$$y^* = E \times [[(1 - \alpha) \times E] / [(1 + n) \times (2 + \rho)]]^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (60)$$

De productie per arbeidskracht is positief afhankelijk van de mate van technologie ( $E$ ) en negatief afhankelijk van de bevolkingsgroei ( $n$ ) en de mate van tijdsvoorkeur ( $\rho$ ). Betere technologie leidt tot hogere lonen, wat leidt tot meer sparen en zo tot een hogere kapitaalvoorraad voor de volgende generatie. Een lagere tijdsvoorkeur leidt tot meer sparen van het reële loon en zo ook tot een hogere kapitaalvoorraad.

Figuur 9 toont dat in de stabiele staat de productie en kapitaalvoorraad per arbeidskracht niet meer groeien. Een hogere welvaart per arbeidskracht is afhankelijk van technologische groei, net zoals in het Solow-Swan-model.

*Figuur 9: De stabiele staat in het Diamond-model*



*Noot.* Overgenomen van Heylen (2004).

Het Diamond-model impliceert (net als het Solow-Swan-model) dat er een optimale spaarquote is. Een te hoge spaarquote is mogelijk. In dit geval is de economie dynamisch inefficiënt: de consumptie kan zowel op korte als lange termijn stijgen door minder te sparen (zie figuur 7). Een te lage spaarquote is ook mogelijk (zie figuur 6).

Een economie is dynamisch efficiënt de spaarquote niet te hoog is: de consumptie kan niet meteen stijgen (want er is een opoffering van consumptie op de korte termijn nodig, zie figuur 6).

Dynamische inefficiëntie kan optreden, zelfs als individuen hun spaarquote optimaal kiezen. Dit komt omdat de individuen een eindig leven hebben: ze leven slechts twee periodes lang terwijl de economie eeuwig doorgaat.

De enige manier waarop een jong individu zijn consumptie in de oude periode kan verhogen, is door meer te sparen. Als ieder jong individu hetzelfde denkt zal de spaarquote stijgen. Door de hogere spaarquote daalt de rente (het marginaal product van kapitaal). Als de jonge individuen hun consumptie in de oude periode gelijk willen houden, zullen ze meer moeten sparen door de lagere rente. Hierdoor stijgt de spaarquote opnieuw en zal de rente verder dalen. Dit is een vicieuze cirkel die op termijn kan leiden tot dynamische inefficiëntie: een overaccumulatie van kapitaal. De kapitaalvoorraad per arbeidskracht in de stabiele staat is gelijk aan:

$$k^* = [(1 - \alpha) \times E] / [(1 + n) \times (2 + \rho)]^{1/(1-\alpha)} \quad (59)$$

Het marginaal product van  $k^*$  (van een Cobb-Douglass-functie),  $\alpha \times k^{\alpha-1}$ , is:

$$f'(k^*) = \alpha \times [(1 + n) \times (2 + \rho)] / [(1 - \alpha) \times E] \quad (61)$$

Consumptie per arbeidskracht in de stabiele staat is de productie per arbeidskracht in de stabiele staat verminderd met de gemiddelde groeivoet van de economie:

$$c^* = f(k^*) - (n + g) \times k^* \quad (62)$$

Vergelijking (62) is vergelijkbaar met vergelijking (21) uit het Solow-Swan-model, op de depreciatievoet na. Consumptie in de stabiele staat kan verhoogd worden door de kapitaalvoorraad te verhogen, zolang het marginaal product van kapitaal ( $f'(k^*)$ ) groter is dan de economische groei ( $n + g$ ). In de gouden regel geldt dus:

$$f'(k_{gr}^*) = n + g \quad (63)$$

$f(k^*)$  kan meer of minder zijn dan  $f(k_{gr}^*)$ . Vooral als  $\alpha$  klein is zal  $f(k^*)$  laag uitvallen en leiden tot te veel sparen, zoals op de pagina hierboven is uitgelegd. Maar ook een voldoende lage mate van tijdsvoorkeur ( $\rho$ ) en bevolkingsgroei ( $n$ ) kunnen (al dan niet samen met een lage  $\alpha$ ) tot oversparen leiden.

Abel et al. (1989) gingen na of de Verenigde Staten een dynamisch efficiënte economie is door na te gaan of de reële rente kleiner of groter is dan de gemiddelde economische groei. Een manier om het reële rendement te meten is de reële interestvoet op kortetermijnobligaties. Abel et al. (1989) onderzochten de interestvoeten van kortetermijnobligaties in de V.S. tijdens de periode 1926-1986. Ze gebruikten gemiddelde waarden om cyclische elementen te vermijden. De interestvoet op kortetermijnobligaties bedroeg gemiddeld slechts enkele tienden van een percent, veel minder dan de gemiddelde groeivoet van de economie van de V.S. Op basis van deze bevinding is de economie van de V.S. dynamisch inefficiënt.

Abel et al. trokken niet meteen bovenstaande conclusie. Ze vonden dat er een probleem was met het gebruik van de interestvoet van kortetermijnobligaties. In een wereld van zekerheid zijn alle interestvoeten gelijk. Maar als er onzekerheid is, zoals in de echte wereld, zijn er verschillende soorten rendement: het netto-marginaal product van kapitaal is bijvoorbeeld hoger dan de gemiddelde economische groei. Het theoretisch model geeft niet aan welk soort rendement gebruikt moet worden.

Abel et al. gingen op zoek een andere manier om dynamische efficiëntie te meten. Hun bevindingen zijn dat onder onzekerheid een economie dynamisch efficiënt is wanneer het inkomen uit kapitaal groter is dan de investeringen:

$$f(k^*) \times K - (n + g) \times K = f(k^*) \times K - I \geq 0 \quad (64)$$

Een economie is dynamisch efficiënt als het inkomen uit kapitaal groter is dan het *break-even*-niveau van de investeringen in de stabiele staat. Als de opbrengst van de investeringen in de vorige periode (= het inkomen uit kapitaal) groter is dan de investeringen in de huidige periode, wordt een deel van de opbrengst geconsumeerd: de kapitaalsector draagt bij aan de consumptie van de huishoudens.

Als het inkomen uit kapitaal kleiner is dan de investeringen, dan moeten de huishoudens niet enkel hun opbrengst herinvesteren, maar verliezen ze ook een deel van hun huidige consumptie: de kapitaalsector onttrekt welvaart van de huishoudens.

Merk op dat een economie zich in de gouden regel bevindt wanneer het inkomen uit kapitaal gelijk is aan de investeringen. In dit geval worden alle winsten geïnvesteerd, wat de consumptie maximaliseert.

Wanneer er geen onzekerheid in de economie is, komt vergelijking (64) op hetzelfde neer als de klassieke vergelijking van het netto-marginaal product van kapitaal met de gemiddelde groeivoet van de economie. In dit geval is het rendement op kapitaal gelijk aan de reële rentevoet vermenigvuldigd met de kapitaalvoorraad. De investeringen zijn gelijk aan de gemiddelde groei van de economie maal de kapitaalvoorraad.

Abel et al. maten het rendement op kapitaal als het nationaal inkomen verminderd met de vergoedingen voor de arbeidskrachten. De investeringen halen ze uit de nationale rekeningen. Uit hun onderzoek blijkt dat voor de periode 1929-1985 het rendement op kapitaal steeds hoger is dan de investeringen: de V.S. is een dynamisch efficiënte economie. Volgens het Diamond-model bestaat de mogelijkheid dat het inkomen uit kapitaal kleiner is dan de investeringen (er wordt te veel gespaard), maar in de realiteit lijkt dit niet het geval te zijn.

### **1.3 De gewijzigde gouden regel en het berekenen van de optimale spaarquote**

Op basis van de gouden regel en dynamische efficiëntie is het mogelijk om te evalueren of de spaarquote in een economie te hoog, te laag of optimaal. Maar het is niet mogelijk om de "gouden-regel"-spaarquote voor een economie te schatten op basis van de gouden regel of dynamische efficiëntie. Het groeimodel van Ramsey (1928), Cass (1965) en Koopmans (1965) leidt tot de gewijzigde gouden regel van kapitaal waarmee het mogelijk is om de "gouden-regel"-spaarquote van een economie te schatten (Evans, 1992).

Ik geef een beknopte uitleg over het Ramsey-Cass-Koopmans-model. Voor een technische uitwerking verwijs ik naar Romer (2012).

Het Ramsey-Cass-Koopmans-model is vergelijkbaar met het Diamond-model. Het Ramsey-Cass-Koopmans-model neemt echter aan dat alle huishoudens identiek zijn en oneindig lang leven. De huishoudens kiezen hun consumptie en sparen om hun levenslange nut te maximaliseren.

De huishoudens bestaan uit één of meerdere volwassenen die werken. Deze volwassenen houden rekening met de welvaart van hun nageslacht. De individuen hebben een tijdig leven, maar het huishouden leeft oneindig lang. De individuen dragen hun welvaart over aan hun kinderen, die de welvaart op hun beurt doorgeven aan hun kinderen. Dit gaat oneindig lang door. De huishoudens groeien met de exogene factor  $n$ .

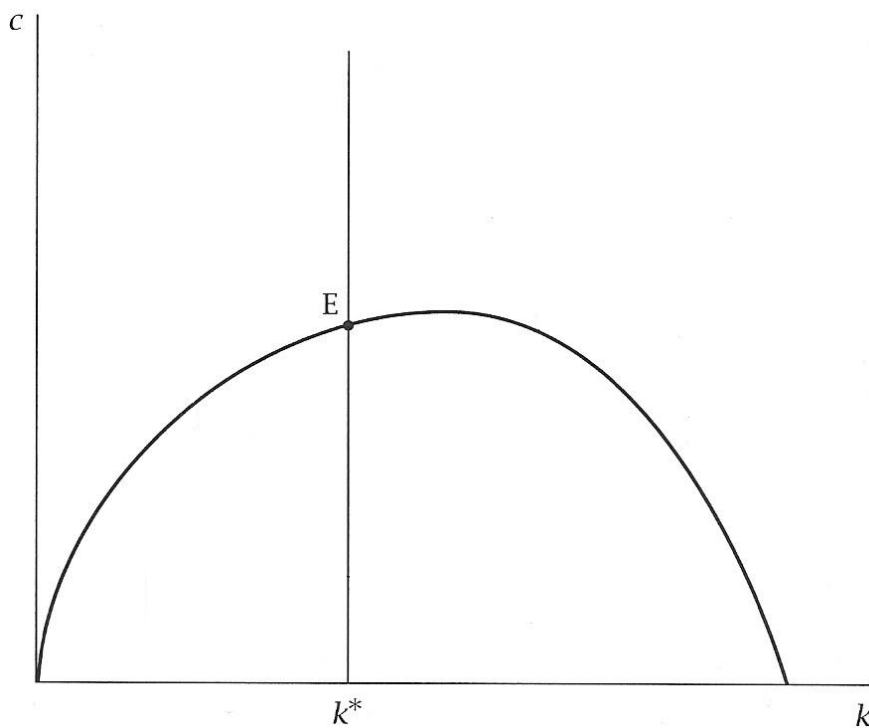
De huishoudens zijn eigenaar van de bedrijven, dus alle winsten van de bedrijven vloeien naar de gezinnen. De huishoudens leveren arbeid aan de bedrijven. Het loon dat de huishoudens verdienen en de winsten op kapitaal verdelen de huishoudens tussen consumptie en sparen. Elk volwassen lid van het huishouden voorziet één eenheid arbeid aan de bedrijven.

De huishoudens kiezen hun consumptiequote om hun nut te maximaliseren. Bij de nutsmaximalisatie speelt de mate van tijdsvoorkeur ( $\rho$ ) een rol. De mate van tijdsvoorkeur heeft niet dezelfde betekenis als in het Diamond-model. In het Diamond-model duidt  $\rho$  aan in hoeverre individuen consumptie in hun jonge periode belangrijker vinden dan in hun oude periode. In het Ramsey-Cass-Koopmans-model duidt een positieve waarde voor  $\rho$  aan dat de volwassenen in een huishouden hun consumptie belangrijker achten dan de consumptie van hun nakomelingen. Wanneer de huishoudens de belangen van elke generatie even belangrijk achten, is de mate van tijdsvoorkeur 0. Als de volwassenen de consumptie van de toekomstige generaties belangrijker achten is  $\rho$  negatief, en vice-versa.

De huishoudens hebben een budgetbeperking: de huidige waarde van hun levenslange consumptie kan niet meer zijn dan hun initiële rijkdom plus de huidige waarde van hun levenslange inkomen uit arbeid. De bedrijven gedragen zich net zoals in het Diamond-model. Ze huren arbeiders en kapitaal in tot hun kost gelijk is aan hun marginaal product.

De verticale lijn in figuur 10 duidt de kapitaalvoorraad per effectieve arbeidskracht aan waarbij het nut van een huishouden maximaal is ( $k^*$ ). De parabool duidt de consumptie per effectieve arbeidskracht aan voor elke waarde van  $k$ .

*Figuur 10:* De gewijzigde gouden regel van kapitaal



*Noot.* Overgenomen van Romer (2012).

Omdat huishoudens meer belang hechten aan huidige consumptie dan aan consumptie in de toekomst ( $\rho$  is groter dan 0) is  $k^*$  kleiner dan de kapitaalvoorraad per effectieve arbeidskracht in de gouden regel ( $k_{gr}^*$ ). Ondanks dat de levenslange consumptie van het huishouden hoger is in de gouden regel, vinden de volwassenen huidige consumptie belangrijker dan de toekomstige consumptie. In elke kapitaalvoorraad per effectieve arbeidskracht groter dan  $k^*$  is het nut van de extra toekomstige consumptie kleiner dan het nut van de huidige consumptie dat hiervoor moet opgeofferd worden. Dus zal  $k$  convergeren naar een niveau onder de gouden regel ( $k_{gr}^*$ ). Dit is gekend als de gewijzigde gouden regel van kapitaal:

$$r = \rho + n + g \quad (65)$$

In de gewijzigde gouden regel van kapitaal is het netto-rendement op kapitaal gelijk aan de mate van tijdsvoorkeur plus de gemiddelde economische groeivoet van de economie.

Het is mogelijk om de optimale kapitaal-productie-ratio en de optimale spaarquote (de "gouden-regel"-spaarquote) van een economie te schatten op basis van de gewijzigde gouden regel (Evans, 1992). Voor de berekeningen neemt Evans aan dat de economie gekenmerkt wordt door een Cobb-Douglas-productiefunctie:

$$Y = E \times K^{\alpha} \times L^{1-\alpha} \quad (66)$$

Het marginaal product van kapitaal is het aandeel van inkomen uit kapitaal gedeeld door de kapitaal-productie-ratio:

$$mpk = \alpha / (K / Y) \quad (67)$$

Het marginaal product van kapitaal is gelijk aan het netto-rendement op kapitaal plus de depreciatievoet van kapitaal:

$$r + \delta = \alpha / (K / Y) \quad (68)$$

Vergelijking (65) stelt dat in de gewijzigde gouden regel  $r$  gelijk is aan de som van  $\rho$ ,  $n$  en  $g$ :

$$\rho + n + g + \delta = \alpha / (K / Y) \quad (69)$$

Herschrijf vergelijking (69) in functie van de kapitaal-productie-ratio ( $K / Y$ ):

$$\begin{aligned} K / Y_{gr} \times (\rho + n + g + \delta) &= \alpha \\ K / Y_{gr} &= \alpha / (\rho + n + g + \delta) \end{aligned} \quad (70)$$

De optimale kapitaal-productie-ratio is gelijk aan het aandeel van inkomen uit kapitaal gedeeld door de som van de mate van tijdsvoorkeur, gemiddelde economische groei en de depreciatievoet van kapitaal.

De toename van kapitaal ( $\Delta K$ , met de Griekse hoofdletter delta) is gelijk aan het bruto-sparen ( $s \times Y$ ) min de depreciatie van het kapitaal:

$$\Delta K = s \times Y - \delta \times K \quad (71)$$

Herschrijf in functie van de spaarquote ( $s$ ):

$$\begin{aligned} s \times Y &= \Delta K + \delta \times K \\ s &= (\Delta K / Y) + (\delta \times K) / Y \\ s &= (\Delta K + \delta \times K) \times 1 / Y \\ s &= [(\Delta K / K) + \delta] \times K / Y \end{aligned} \quad (72)$$

$\Delta K / K$  is de groeivoet van kapitaal. In de stabiele staat groeit kapitaal met  $(n + g)$ :

$$s = (n + g + \delta) \times K / Y \quad (73)$$

Vergelijking (73) toont de spaarquote voor een gegeven kapitaal-productie-ratio.

Hiermee is het mogelijk om de huidige spaarquote van een economie te schatten. Als  $K / Y$  gelijk is aan  $K / Y_{gr}$  (de optimale kapitaal-productie-ratio), leidt vergelijking (73) tot de "gouden-regel"-spaarquote:

$$s_{gr} = (n + g + \delta) \times [\alpha / (\rho + n + g + \delta)] \quad (74)$$

$\rho$  is geen observeerbare variabele (Miranda, 1995). Wanneer de mate van tijdsvoorkeur 0 is, is de optimale spaarquote gelijk aan het aandeel van inkomen uit kapitaal ( $\alpha$ ). In dit geval worden alle winsten geïnvesteerd.

#### 1.4 De gouden regel van kapitaal in een open economie

In een open economie geldt de gouden regel van kapitaal niet (Donders, 1985). Ik bespreek kort de gouden regel van kapitaal in een open economie. Voor de volledige uitwerking van het de gouden regel in een open economie verwijs ik naar Donders (1985).

In de gouden regel in een open economie spelen de prijselasticiteit van de invoer ( $\eta_m$ ) en de uitvoer ( $\eta_b$ ), het aandeel van import en export in de productie ( $\mu$ ) en de inkomenselasticiteit van de invoer ( $\mu'_m$ ) een rol. De prijselasticiteit van de import meet de percentuele verandering in de gevraagde hoeveelheid naar import als de prijs van buitenlandse goederen verandert. De prijselasticiteit van export meet de percentuele verandering in de gevraagde hoeveelheid naar export als de prijs van binnenlandse goederen verandert. De inkomenselasticiteit van de uitvoer ( $\mu'_m$ ) meet de percentuele verandering in de gevraagde hoeveelheid naar export wanneer het reële inkomen stijgt. Op de lange termijn is de inkomenselasticiteit van de invoer gelijk aan 1.  $\eta$  is de absolute waarde van de som van de prijselasticiteit van de invoer ( $\eta_m$ ) en de uitvoer ( $\eta_b$ ).

De optimale investeringsratio ( $\gamma_i^*$ ) is:

$$\gamma_i^* = (\eta - 1) / (\eta - 1 + \mu \times \mu'_m) \times \alpha \quad (75)$$

De optimale investeringsratio is kleiner dan het aandeel van inkomen uit kapitaal. Dit komt omdat de kapitaalvoorraad stijgt bij een stijging van de investeringsratio. Door de grotere kapitaalvoorraad groeien de productie en de binnenlandse bestedingen. De stijging van binnenlandse bestedingen heeft een negatief effect op de ruilvoet. Door de depreciatie van de ruilvoet is de optimale investeringsratio lager dan het aandeel van inkomen uit kapitaal.

In theorie geldt de gouden regel van kapitaal ook in een open economie wanneer de absolute waarde van de som van de prijselasticiteiten ( $\eta$ ) oneindig benadert. In de praktijk gebeurt dit niet. Als  $\eta$  kleiner dan oneindig is, is de optimale investeringsratio kleiner dan het aandeel van inkomen uit kapitaal. Hoe lager  $\eta$ , hoe lager de optimale investeringsratio. Hogere waarden voor  $\mu$  en  $\mu'_m$ , zorgen ook voor een lagere optimale investeringsratio: Hoe lager het aandeel van import en export in de productie en de inkomenselasticiteit van de invoer, hoe lager de optimale investeringsratio.

## 2 Methodologie

Ik gebruik vier methoden om na te gaan of de spaarquote van een economie te hoog, te laag of voldoende is. De meeste gegevens komen uit de Penn World Table 8.1 (Feenstra, Inklaar en Timmer, 2015). De overige gegevens haal ik uit Imbs (2010). Welke gegevens ik gebruik vermeld ik bij de uitleg van elke berekening. Alle berekeningen voer ik uit met het programma RStudio. Ik gebruik steeds gemiddelde waarden om cyclische elementen te vermijden.

## 2.1 De gouden regel van kapitaal volgens het Solow-Swan-model

Een gesloten economie houdt zich volgens het Solow-Swan-model aan de gouden regel wanneer het netto-marginaal product van kapitaal gelijk is aan de gemiddelde economische groeivoet:

$$\text{mpk} - \delta = n + g \quad (25)$$

Om te berekenen of een economie zich in de realiteit op, onder of boven de gouden regel bevindt maak ik gebruik van de methodologie van Mankiw (2013). Hiervoor heb ik gegevens nodig over het aandeel van inkomen uit kapitaal ( $\alpha$ ), de kapitaal-productie-ratio ( $K / Y$ ), de depreciatievoet van kapitaal ( $\delta$ ), het marginaal product van kapitaal (mpk) en het gemiddeld groeipercentage van de economie. De Penn World Table bevat de volgende gegevens: het reëel bbp (aan constante prijzen van 2005, rgdpna), de kapitaalvoorraad (aan constante prijzen van 2005, rkna), het aandeel van het inkomen uit arbeid (labsh) en de depreciatievoet van kapitaal (delta).

Het aandeel van inkomen uit kapitaal ( $\alpha$ ) is 1 min het aandeel van inkomen uit arbeid:

$$\alpha = 1 - \text{labsh} \quad (76)$$

De kapitaal-productie-ratio is het quotiënt van de kapitaalvoorraad en de productie:

$$K / Y = \text{rkna} / \text{rgdpna} \quad (77)$$

Het marginaal product van kapitaal is het aandeel van inkomen uit kapitaal gedeeld door de kapitaal-productie-ratio:

$$\text{mpk} = \alpha / (K / Y) \quad (78)$$

Het netto-marginaal product van kapitaal is het verschil tussen het marginaal product van kapitaal en de depreciatievoet van kapitaal:

$$\text{Netto-mpk} = \text{mpk} - \text{delta} \quad (79)$$

Het gemiddelde groeipercentage ( $n + g$ ) bereken ik aan de hand van het natuurlijk logaritme ( $\ln$ ):

$$n + g = (\log(\text{rgdpna}[2011]) - \log(\text{rgdpna}[1950])) / (2011 - 1950) \quad (80)$$

## 2.2 Dynamische efficiëntie

Onderzoek van Abel et al. (1989) leidde tot een alternatieve manier om de spaarquote te evalueren. Vergelijking (64) stelt dat een economie dynamisch efficiënt is als het rendement op kapitaal ( $f(k^*) \times K$ ) groter is dan het *break-even*-niveau van de investeringen in de stabiele staat ( $I$ ):

$$f(k^*) \times K - I \geq 0 \quad (64)$$

Hiervoor heb ik gegevens nodig over het bbp, het aandeel van het inkomen uit kapitaal ( $\alpha$ ) en het aandeel van investeringen in het bbp. De Penn World Table bevat de volgende gegevens: het reëel bbp (aan constante prijzen van 2005,  $\text{rgdpna}$ ), het aandeel van het inkomen uit arbeid ( $\text{labsh}$ ) en het aandeel van investeringen in het bbp ( $\text{csh\_i}$ ).

Het inkomen uit kapitaal in een economie is het bbp vermenigvuldigd met het aandeel van inkomen uit kapitaal:

$$f(k^*) \times K = \text{rgdpna} \times \alpha \quad (81)$$

De totale investeringen in een economie ( $I$ ) zijn het bbp vermenigvuldigd met het aandeel van investeringen in het bbp:

$$I = \text{rgdpna} \times \text{csh\_i} \quad (82)$$

### 2.3 Schatten van de "gouden-regel"-spaarquote

In deel 2.1 en 2.2 beschreef ik twee methoden om de spaarquote te evalueren. Deze methoden laten echter niet toe om te de "gouden-regel"-spaarquote te schatten. Op basis van vergelijkingen (70), (73) en (74) kan ik de optimale kapitaal-productie-ratio, de gemiddelde spaarquote en de "gouden-regel"-spaarquote voor een economie schatten:

$$K / Y_{gr} = \alpha / (\rho + n + g + \delta) \quad (70)$$

$$s = (n + g + \delta) \times K / Y \quad (73)$$

$$s_{gr} = (n + g + \delta) \times [\alpha / (\rho + n + g + \delta)] \quad (74)$$

Wanneer  $\rho$  gelijk is aan 0, is de "gouden-regel"-spaarquote gelijk aan  $\alpha$ .  $\rho$  is geen observeerbare variabele, maar er zijn aanwijzingen dat  $\rho$  dicht bij 0 ligt (Evans, 1992). Daarom zal ik een sensitiviteitsanalyse doen waar ik de kapitaal-productie-ratio en spaarquote in de gouden regel schat met waarden van 0,01 tot 0,04 voor  $\rho$ .

Hiervoor heb ik gegevens nodig over het aandeel van het inkomen uit kapitaal ( $\alpha$ ), de mate van tijdsvoorkeur, het gemiddeld groeipercentage van de economie, de depreciatievoet van kapitaal ( $\delta$ ) en de bruto-spaarquote van een economie.

De Penn World Table bevat de volgende gegevens: het reëel bbp (aan constante prijzen van 2005, rgdpna), het aandeel van het inkomen uit arbeid (labsh) en de depreciatievoet van kapitaal (delta). Ik gebruik gemiddelde waarden van de variabelen om cyclische elementen te vermijden.

## 2.4 De gouden regel van kapitaal in een open economie

De "gouden-regel"-spaarquote die ik schat met de methodologie van deel 2.3 geldt enkel in een gesloten economie. Om de optimale investeringsratio voor een economie te berekenen baseer ik mij op de methodologie van Donders (1985). De optimale investeringsratio in een open economie is:

$$\gamma_i^* = (\eta - 1) / (\eta - 1 + \mu \times \mu'_m) \times \alpha \quad (75)$$

Ik heb gegevens nodig over de prijselasticiteit van import ( $\eta_m$ ) en export ( $\eta_b$ ), het aandeel van import en export in de binnenlandse productie ( $\mu$ ), de inkomenselasticiteit van import ( $\mu'_m$ ) en het aandeel van inkomen uit kapitaal ( $\alpha$ ). De inkomenselasticiteit van import is op de lange termijn 1.

De gegevens over de prijselasticiteit van import en export zijn afkomstig van Imbs (2010). Het aandeel van inkomen uit arbeid (labsh), het aandeel van import in het bbp (csh\_m) en het aandeel van export in het bbp (csh\_x) zijn afkomstig van de Penn World Table. Omdat de prijselasticiteiten van import en export voor de meeste landen enkel geschat is voor de periode 1996-200, zal ik voor de periode 1996-2000 de optimale investeringsratio schatten voor de OESO-landen waarvoor alle gegevens beschikbaar zijn.

Op de lange termijn zijn het aandeel van import en export in de binnenlandse productie aan elkaar gelijk. Het aandeel van import en export in de binnenlandse productie is het gemiddelde van het aandeel van import en het aandeel van import in het bbp:

$$\text{Aandeel import} = \text{csh\_m}$$

$$\text{Aandeel export} = \text{csh\_x}$$

$$\mu = \text{gemiddelde}(\text{csh\_m}; \text{csh\_x}) \quad (83)$$

### 3 Berekeningen

#### 3.1 België

Ik toon eerst alle berekeningen voor de Belgische economie. Alle cijfers zijn gemiddelden van de periode 1950-2011, behalve de cijfers om de gouden-regel-investeringsratio in een open economie te berekenen. Voor berekeningen in een open economie gebruik ik gemiddelde cijfers van de periode 1996-2000. In de volgende delen zijn de resultaten voor elk land samengevat in een tabel.

Het aandeel van inkomen uit arbeid (labsh) in België is gemiddeld 62,5%. Dus is het gemiddeld aandeel van inkomen uit kapitaal in België gemiddeld 37,5%:

$$\alpha = 1 - 0,6251 = 0,3749 \approx 37,5\% \quad (84)$$

De kapitaal-productie-ratio is het quotiënt van de kapitaalvoorraad (rkna) en de productie (rgdpna):

$$K / Y = \$ 588504 / \$ 201950 = 2,8180 \approx 2,82 \quad (85)$$

De gemiddelde kapitaal-productie-ratio is 2,82. Het marginaal product van kapitaal is het aandeel van inkomen uit kapitaal gedeeld door de kapitaal-productie-ratio:

$$\text{mpk} = 0,3746 / 2,8180 = 0,1286 \approx 13\% \quad (86)$$

De depreciatievoet van kapitaal (delta) bedraagt gemiddeld 4,09% in België. Het netto-marginaal product van kapitaal is dus:

$$\text{Netto-mpk} = 0,1286 - 0,0409 = 0,0886 \approx 9\% \quad (87)$$

Het netto-marginaal product van kapitaal in België bedraagt 9%. België bevindt zich in de gouden regel van kapitaal als het netto-marginaal product van kapitaal gelijk is aan de gemiddelde economische groeivoet. Op basis van de natuurlijke logaritmen bereken ik de gemiddelde groeivoet van de Belgische economie. Ik doe dit voor de periode 1950 tot 2011:

$$[\ln(358911) - \ln(68265)] / (2011 - 1950) = 0,0277 \approx 3\% \quad (88)$$

De gemiddelde economische groeivoet van de Belgische economie tussen 1950 en 2011 is 3%. Het is duidelijk dat het netto-marginaal product van kapitaal (9%) veel groter is dan de gemiddelde groeivoet van de Belgische economie (3%). Dit geeft aan dat de kapitaalvoorraad in de Belgische economie ruim onder de gouden regel ligt. Als België een hogere fractie van zijn inkomen zou sparen, zou de Belgische economie sneller groeien en een stabiele staat met een hogere consumptie bereiken.

Ik bereken of de Belgische economie dynamisch inefficiënt is door na te gaan of het inkomen uit kapitaal groter is dan de investeringen.

In vergelijking (89) berekende ik het aandeel van inkomen uit kapitaal. Het inkomen uit kapitaal in een economie is het bbp vermenigvuldigd met het aandeel van inkomen uit kapitaal:

$$f(k^*) \times K = \$ 199825 \times 0,3749 = \$ 74911 \quad (90)$$

het gemiddeld inkomen uit kapitaal in België bedraagt \$ 74911. De totale investeringen in een economie ( $I$ ) zijn het bbp vermenigvuldigd met het aandeel van investeringen in het bbp:

$$I = \$ 199825 \times 0,27 = \$ 54537 \quad (91)$$

De gemiddelde investeringen in België bedragen \$ 54537. Het is duidelijk dat het gemiddeld inkomen uit kapitaal (\$ 74911) veel groter is dan de gemiddelde investeringen (\$ 54537). Dit bewijst dat de Belgische economie dynamisch efficiënt is.

Op basis van de gewijzigde regel van kapitaal (vergelijking (65)) kan ik de optimale kapitaal-productie-ratio en spaarquote berekenen:

$$K / Y_{\text{gr}} = \alpha / (\rho + n + g + \delta) \quad (103)$$

De kapitaal-productie-ratio is gelijk aan het aandeel van inkomen uit kapitaal gedeeld door de som van de mate van tijdsvoorkeur, gemiddelde economische groei en de depreciatievoet van kapitaal. Als ik aanneem dat er geen tijdsvoorkeur is, is de optimale  $K / Y$  voor de Belgische economie:

$$K / Y_{\text{gr}} = 0,3749 / (0,0278 + 0,0409) = 5,53 \quad (92)$$

De gemiddelde kapitaal-productie-ratio in België is 2,82 (zie vergelijking (106)) en is te laag. De gemiddelde spaarquote in België is  $(n + g + \delta) \times K / Y$ :

$$s = (0,0278 + 0,0406) \times 2,82 = 0,1938 \approx 19\% \quad (93)$$

De gemiddelde spaarquote is 19 %. De optimale spaarquote is het product van de gemiddelde economische groei plus de depreciatievoet met de optimale kapitaal-productie-ratio:

$$s_{\text{gr}} = (n + g + \delta) \times [\alpha / (\rho + n + g + \delta)] \quad (74)$$

Zonder mate van tijdsvoorkeur is de "gouden-regel"-spaarquote voor de Belgische economie:

$$s_{\text{gr}} = \alpha = 0,3749 \approx 37,5\% \quad (94)$$

De optimale spaarquote voor België is 37,5%, bijna 20 procentpunten boven de huidige spaarquote (19%). Dit bevestigt mijn eerdere berekeningen dat de spaarquote in België te laag is.

Het gemiddeld aandeel van inkomen uit kapitaal in België voor de periode 1996-2000 is 37,2%:

$$\alpha = 1 - 0,6282 = 0,3718 \approx 37,2\% \quad (95)$$

De prijselasticiteit van import ( $\eta_m$ ) is gemiddeld  $-1,28$ ; de prijselasticiteit van export ( $\eta_b$ ) is gemiddeld  $-1,81$ . De absolute waarde van de som van de prijselasticiteiten is  $3,09$ . Het aandeel van import en export in de productie ( $\mu$ ) is gemiddeld  $1,02$ . De inkomenselasticiteit van de import ( $\mu'_m$ ) is gemiddeld  $1$ . Het aandeel van de investeringen ( $I$ ) in het bbp is gemiddeld  $0,26$ . De optimale investeringsratio is dus:

$$\gamma_i^* = (3,093 - 1) / (3,093 - 1 + 1,0224 \times 1) \times 0,3718 = 0,2498 \approx 25\% \quad (96)$$

De optimale investeringsratio voor de Belgische economie is  $25\%$ . Als ik rekening houd met het feit dat de Belgische economie een open economie is, blijkt dat de Belgische economie zich in de gouden regel bevindt.

### 3.2 OESO-landen

In het vorige deel toonde ik de berekening voor België. In samenwerking met professor Hens heb ik via een programma in Rstudio deze berekeningen voor elke lidstaat van de OESO gedaan. Tabel 1 toont de resultaten voor de berekeningen volgens het Solow-Swan-model.

Uit tabel 1 blijkt dat het gemiddeld netto-marginaal product van kapitaal in elke economie groter is dan de gemiddelde groeivoet van de economie. Dit duidt aan dat de spaarquote in elke economie te laag is.

Vooraf Turkije en Ierland vallen op. In deze twee economieën is het verschil tussen het netto-marginaal product van kapitaal en de gemiddelde economische groei meer dan 30 procentpunten. Ook in Mexico, Nieuw-Zeeland, Noorwegen en Canada is de spaarquote veel te laag. Het verschil tussen het netto-marginaal product van kapitaal en de gemiddelde groeivoet van de economieën is in deze landen meer dan 10 procentpunten. In Australië is het verschil klein: minder dan een half procentpunt.

*Tabel 1.* Berekeningen volgens het Solow-Swan-model, periode 1950-2011.

| land               | $K / Y$ | $\delta$ | $\alpha$ | netto- |       | groeivoet<br>van bbp | Verskil |
|--------------------|---------|----------|----------|--------|-------|----------------------|---------|
|                    |         |          |          | mpk    | mpk   |                      |         |
| <b>Australië</b>   | 3,338   | 0,047    | 0,292    | 0,087  | 0,040 | 0,035                | 0,005   |
| <b>IJsland</b>     | 3,774   | 0,034    | 0,328    | 0,087  | 0,053 | 0,038                | 0,015   |
| <b>Finland</b>     | 3,529   | 0,037    | 0,337    | 0,096  | 0,059 | 0,033                | 0,026   |
| <b>Luxemburg</b>   | 3,593   | 0,040    | 0,407    | 0,113  | 0,073 | 0,034                | 0,039   |
| <b>Portugal</b>    | 2,604   | 0,043    | 0,313    | 0,120  | 0,077 | 0,037                | 0,041   |
| <b>V.S.</b>        | 3,201   | 0,038    | 0,351    | 0,110  | 0,072 | 0,031                | 0,041   |
| <b>Frankrijk</b>   | 3,051   | 0,033    | 0,332    | 0,109  | 0,076 | 0,032                | 0,044   |
| <b>Italië</b>      | 3,303   | 0,040    | 0,389    | 0,118  | 0,078 | 0,032                | 0,046   |
| <b>Oostenrijk</b>  | 2,838   | 0,041    | 0,347    | 0,122  | 0,081 | 0,033                | 0,048   |
| <b>Spanje</b>      | 2,701   | 0,039    | 0,350    | 0,130  | 0,091 | 0,040                | 0,050   |
| <b>Zwitserland</b> | 2,286   | 0,046    | 0,281    | 0,123  | 0,077 | 0,025                | 0,051   |
| <b>Duitsland</b>   | 2,600   | 0,038    | 0,324    | 0,125  | 0,086 | 0,034                | 0,052   |
| <b>Nederland</b>   | 2,603   | 0,040    | 0,326    | 0,125  | 0,085 | 0,033                | 0,053   |
| <b>Japan</b>       | 2,853   | 0,047    | 0,422    | 0,148  | 0,101 | 0,047                | 0,054   |

| land                 | $K / Y$ | $\delta$ | $\alpha$ | netto- |       | groeivoet |         |
|----------------------|---------|----------|----------|--------|-------|-----------|---------|
|                      |         |          |          | mpk    | mpk   | van bbp   | Vershil |
| <b>Denemarken</b>    | 2,899   | 0,039    | 0,348    | 0,120  | 0,081 | 0,025     | 0,056   |
| <b>België</b>        | 2,820   | 0,041    | 0,375    | 0,133  | 0,092 | 0,028     | 0,064   |
| <b>Israël</b>        | 2,421   | 0,041    | 0,414    | 0,171  | 0,130 | 0,058     | 0,072   |
| <b>Zweden</b>        | 1,908   | 0,046    | 0,321    | 0,168  | 0,122 | 0,027     | 0,095   |
| <b>V.K.</b>          | 2,219   | 0,041    | 0,363    | 0,164  | 0,122 | 0,023     | 0,099   |
| <b>Canada</b>        | 1,950   | 0,037    | 0,367    | 0,188  | 0,151 | 0,035     | 0,116   |
| <b>Noorwegen</b>     | 1,932   | 0,037    | 0,385    | 0,199  | 0,162 | 0,033     | 0,129   |
| <b>Nieuw-Zeeland</b> | 2,135   | 0,042    | 0,446    | 0,209  | 0,167 | 0,027     | 0,140   |
| <b>Mexico</b>        | 2,292   | 0,037    | 0,581    | 0,254  | 0,217 | 0,043     | 0,174   |
| <b>Ierland</b>       | 1,326   | 0,043    | 0,524    | 0,395  | 0,352 | 0,037     | 0,315   |
| <b>Turkije</b>       | 1,386   | 0,046    | 0,644    | 0,465  | 0,419 | 0,048     | 0,371   |

*Noot.* Eigen berekeningen op basis van gegevens uit Penn World Table 8.1 (Feenstra, Inklaar en Timmer, 2015). Cijfers afgerond op drie cijfers na de komma.

Tabel 2 vat de resultaten samen voor de tweede manier waarop ik bereken of een economie te veel of te weinig spaart. De resultaten tonen dat het gemiddeld inkomen uit kapitaal in de meeste economieën groter is dan de gemiddelde investeringen.

Turkije, Mexico, Ierland en Nieuw-Zeeland vallen op. In Turkije is het verschil tussen het gemiddelde inkomen uit kapitaal en de gemiddelde investeringen meer dan 40 procentpunten, in Mexico is het verschil 36 procentpunten, in Ierland 31 procentpunten en in Nieuw-Zeeland 20 procentpunten. Dit ligt in lijn met de resultaten die ik bekom met het Solow-Swan-model.

Er zijn drie uitzonderingen: Australië, IJsland en Zwitserland. De Australische economie bevindt zich in de gouden regel. In de IJslandse en Zwitserse economie zijn de gemiddelde investeringen groter dan het gemiddeld inkomen uit kapitaal: de economieën zijn dynamisch inefficiënt. Het verschil tussen het gemiddeld aandeel van inkomen uit kapitaal en de gemiddelde investeringen in IJsland is klein, 0,7 procentpunten. In Zwitserland is het verschil groter; 3,98 procentpunten. Het resultaat dat deze twee economieën dynamisch inefficiënt zijn botst met de resultaten die ik verkrijg via het Solow-Swan-model, vooral voor Zwitserland.

*Tabel 2: Berekenen van dynamische efficiëntie, periode 1950-2011*

| land               | bbp<br>(miljoen \$) | $\alpha$ | aandeel inkomen uit |                          | $I$ (miljoen \$) | Verschil (in<br>termen van<br>bbp) |
|--------------------|---------------------|----------|---------------------|--------------------------|------------------|------------------------------------|
|                    |                     |          | van $I$ in<br>bbp   | kapitaal<br>(miljoen \$) |                  |                                    |
| <b>Zwitserland</b> | 198396              | 0,281    | 0,321               | 55769                    | 63667            | -0,040                             |
| <b>IJsland</b>     | 4678                | 0,328    | 0,335               | 1534                     | 1566             | -0,007                             |
| <b>Australië</b>   | 381366              | 0,292    | 0,292               | 111374                   | 111417           | 0,000                              |
| <b>Finland</b>     | 90718               | 0,337    | 0,327               | 30606                    | 29668            | 0,010                              |
| <b>Duitsland</b>   | 1669943             | 0,324    | 0,286               | 540741                   | 477369           | 0,038                              |
| <b>Portugal</b>    | 115454              | 0,313    | 0,243               | 36130                    | 28094            | 0,070                              |
| <b>Nederland</b>   | 341967              | 0,326    | 0,251               | 111635                   | 85889            | 0,075                              |
| <b>Noorwegen</b>   | 152460              | 0,385    | 0,309               | 58622                    | 47082            | 0,076                              |
| <b>Zweden</b>      | 175564              | 0,321    | 0,241               | 56329                    | 42317            | 0,080                              |
| <b>Frankrijk</b>   | 1085320             | 0,332    | 0,240               | 360547                   | 260416           | 0,092                              |

|                      |                     |                            |                              |                     |                                    |                     |
|----------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| <b>België</b>        | 199825              | 0,375                      | 0,273                        | 74911               | 54537                              | 0,102               |
| <b>Spanje</b>        | 591752              | 0,350                      | 0,246                        | 207299              | 145845                             | 0,104               |
|                      |                     |                            | <b>aandeel</b>               | <b>inkomen uit</b>  |                                    | <b>Verschil (in</b> |
|                      | <b>bbp</b>          |                            | <b>van <math>I</math> in</b> | <b>kapitaal</b>     |                                    | <b>termen van</b>   |
| <b>land</b>          | <b>(miljoen \$)</b> | <b><math>\alpha</math></b> | <b>bbp</b>                   | <b>(miljoen \$)</b> | <b><math>I</math> (miljoen \$)</b> | <b>bbp)</b>         |
| <b>Denemarken</b>    | 112519              | 0,348                      | 0,243                        | 39102               | 27297                              | 0,105               |
| <b>Oostenrijk</b>    | 159595              | 0,347                      | 0,241                        | 55372               | 38500                              | 0,106               |
| <b>Israël</b>        | 71886               | 0,414                      | 0,293                        | 29772               | 21085                              | 0,121               |
| <b>Canada</b>        | 620622              | 0,367                      | 0,246                        | 227731              | 152677                             | 0,121               |
| <b>Luxemburg</b>     | 12118               | 0,407                      | 0,282                        | 4937                | 3419                               | 0,125               |
| <b>Italië</b>        | 1019764             | 0,389                      | 0,263                        | 397147              | 268115                             | 0,127               |
| <b>Japan</b>         | 2232031             | 0,422                      | 0,294                        | 941188              | 655106                             | 0,128               |
| <b>V.S.</b>          | 6672239             | 0,351                      | 0,213                        | 2341651             | 1420242                            | 0,138               |
| <b>V.K.</b>          | 1124816             | 0,363                      | 0,193                        | 408155              | 217018                             | 0,170               |
| <b>Nieuw-Zeeland</b> | 57903               | 0,446                      | 0,237                        | 25830               | 13714                              | 0,209               |
| <b>Ierland</b>       | 74945               | 0,524                      | 0,213                        | 39247               | 15939                              | 0,311               |
| <b>Mexico</b>        | 664122              | 0,581                      | 0,221                        | 386073              | 146460                             | 0,361               |
| <b>Turkije</b>       | 346343              | 0,644                      | 0,220                        | 223150              | 76151                              | 0,424               |

*Noot.* Eigen berekeningen op basis van gegevens uit Penn World Table 8.1 (Feenstra, Inklaar en Timmer, 2015). Cijfers afgerond op drie cijfers na de komma.

Tenslotte toont tabel 3 de kapitaal-productie-ratio en spaarquote die gelden in de gouden regel. Met deze berekeningswijze kan ik dus evalueren of de spaarquote in een economie te hoog, te laag of optimaal is.

In elk geanalyseerd land zijn de gemiddelde kapitaal-productie-ratio en gemiddelde spaarquote lager dan de kapitaal-productie-ratio en spaarquote in de gouden regel. Net zoals de berekeningen met het marginaal product van kapitaal blijkt dat er in elke economie te weinig gespaard wordt.

Het verschil tussen de gemiddelde spaarquote en de "gouden-regel"-spaarquote is het grootst in Turkije (51 procentpunten), Ierland (42 procentpunten), Mexico (40 procentpunten), Nieuw-Zeeland (30 procentpunten) en Noorwegen (25 procentpunten).

Ook deze berekeningen tonen aan dat de Australische economie zich het dichtst bij de gouden regel van kapitaal bevindt. Het verschil tussen de spaarquote en "gouden-regel"-spaarquote is 1,6 procentpunt.

*Tabel 3:* Berekenen van de gouden-regel-kapitaal-productie-ratio en "gouden-regel"-spaarquote, periode 1950-2011

|             | groeivoet |          |           |         |                     |       |                 |          |
|-------------|-----------|----------|-----------|---------|---------------------|-------|-----------------|----------|
| land        | $\alpha$  | $\delta$ | productie | $K / Y$ | $K / Y_{\text{gr}}$ | $s$   | $s_{\text{gr}}$ | Verschil |
| Australië   | 0,292     | 0,047    | 0,035     | 3,338   | 3,534               | 0,276 | 0,292           | 0,016    |
| IJsland     | 0,328     | 0,034    | 0,038     | 3,774   | 4,583               | 0,270 | 0,328           | 0,058    |
| Finland     | 0,337     | 0,037    | 0,033     | 3,529   | 4,837               | 0,246 | 0,337           | 0,091    |
| Portugal    | 0,313     | 0,043    | 0,037     | 2,604   | 3,930               | 0,207 | 0,313           | 0,106    |
| Zwitserland | 0,281     | 0,046    | 0,026     | 2,286   | 3,918               | 0,164 | 0,281           | 0,117    |
| V.S.        | 0,351     | 0,038    | 0,031     | 3,201   | 5,105               | 0,220 | 0,351           | 0,131    |
| Frankrijk   | 0,332     | 0,033    | 0,032     | 3,051   | 5,140               | 0,197 | 0,332           | 0,135    |
| Spanje      | 0,350     | 0,039    | 0,041     | 2,701   | 4,424               | 0,214 | 0,350           | 0,136    |
| Oostenrijk  | 0,347     | 0,041    | 0,033     | 2,838   | 4,676               | 0,211 | 0,347           | 0,136    |

| groeivoet            |          |          |           |         |              |       |          |         |
|----------------------|----------|----------|-----------|---------|--------------|-------|----------|---------|
| land                 | $\alpha$ | $\delta$ | productie | $K / Y$ | $K / Y_{gr}$ | $s$   | $s_{gr}$ | Vershil |
| <b>Duitsland</b>     | 0,324    | 0,038    | 0,034     | 2,600   | 4,493        | 0,187 | 0,324    | 0,136   |
| <b>Nederland</b>     | 0,326    | 0,040    | 0,033     | 2,603   | 4,480        | 0,190 | 0,326    | 0,137   |
| <b>Luxemburg</b>     | 0,407    | 0,040    | 0,034     | 3,593   | 5,458        | 0,268 | 0,407    | 0,139   |
| <b>Italië</b>        | 0,390    | 0,040    | 0,032     | 3,303   | 5,403        | 0,238 | 0,390    | 0,151   |
| <b>Japan</b>         | 0,422    | 0,047    | 0,047     | 2,853   | 4,503        | 0,267 | 0,422    | 0,155   |
| <b>Denemarken</b>    | 0,348    | 0,039    | 0,026     | 2,899   | 5,420        | 0,186 | 0,348    | 0,162   |
| <b>Israël</b>        | 0,414    | 0,041    | 0,058     | 2,421   | 4,174        | 0,240 | 0,414    | 0,174   |
| <b>Zweden</b>        | 0,321    | 0,046    | 0,027     | 1,908   | 4,369        | 0,140 | 0,321    | 0,181   |
| <b>België</b>        | 0,375    | 0,041    | 0,028     | 2,820   | 5,456        | 0,194 | 0,375    | 0,181   |
| <b>V.K.</b>          | 0,363    | 0,041    | 0,023     | 2,219   | 5,620        | 0,143 | 0,363    | 0,220   |
| <b>Canada</b>        | 0,367    | 0,038    | 0,035     | 1,950   | 5,086        | 0,141 | 0,367    | 0,226   |
| <b>Noorwegen</b>     | 0,385    | 0,037    | 0,033     | 1,932   | 5,480        | 0,136 | 0,385    | 0,249   |
| <b>Nieuw-Zeeland</b> | 0,446    | 0,042    | 0,027     | 2,135   | 6,464        | 0,147 | 0,446    | 0,299   |
| <b>Mexico</b>        | 0,581    | 0,037    | 0,043     | 2,292   | 7,251        | 0,184 | 0,581    | 0,398   |
| <b>Ierland</b>       | 0,524    | 0,043    | 0,037     | 1,326   | 6,528        | 0,106 | 0,524    | 0,417   |
| <b>Turkije</b>       | 0,644    | 0,046    | 0,048     | 1,386   | 6,825        | 0,131 | 0,644    | 0,514   |

*Noot.* Eigen berekeningen op basis van gegevens uit Penn World Table 8.1 (Feenstra, Inklaar en Timmer, 2015). Cijfers afgerond op drie cijfers na de komma.

### 3.3 OESO-landen tussen 1995 en 2011

De resultaten uit deel 3.3 gelden voor een periode van 61 jaar. Omdat in 1950 de gegevens niet voor elk OESO-land beschikbaar zijn voer ik in dit deel dezelfde berekeningen uit voor de periode 1995-2011. Vanaf 1990 zijn de gegevens voor elke lidstaat van de OESO beschikbaar. De gegevens moeten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden: de data voor ex-communistische landen zijn in de beginjaren niet volledig accuraat. Daarom begin ik mijn analyse in 1995.

Tabel 4 toont de resultaten volgens het Solow-Swan-model tussen 1995 en 2011. Ook tussen 1995 en 2011 is het netto-marginaal product van kapitaal in elke geanalyseerde economie groter dan de gemiddelde groeivoet van het bbp. Ierland en Turkije zijn opnieuw de landen met het grootste verschil: in Ierland is het verschil 28 procentpunten en in Turkije 26 procentpunten. Mexico (18 procentpunten), Noorwegen (17 procentpunten) en Chili (15 procentpunten) sluiten de top 5 af. Dit zijn dus dezelfde landen als in de periode 1995-2011 (behalve Chili, omdat voor dat land pas later gegevens beschikbaar zijn). België bevindt zich in de middenmoot: het verschil is 6 procentpunten. Dit verschil is gelijkaardig met het verschil in de periode 1950-2011.

In IJsland zijn het netto-mpk en de gemiddelde groeivoet zo goed als gelijk aan elkaar. Op basis van het Solow-Swan-model bevindt de IJslandse economie zich in de gouden regel van kapitaal. Tussen 1995 en 2011 bevindt de Australische economie zich niet meer in de gouden regel: het verschil tussen het netto-marginaal product van kapitaal en de gemiddelde groeivoet van de economie bedraagt meer dan 5 procentpunten.

*Tabel 4:* Berekeningen volgens het Solow-Swan-model, gemiddelde waarden voor de periode 1995-2011

| land               | $K / Y$ | $\delta$ | $\alpha$ | mpk   | netto-<br>mpk | groei-<br>voet van bbp | Verskil |
|--------------------|---------|----------|----------|-------|---------------|------------------------|---------|
|                    |         |          |          |       |               |                        |         |
| <b>IJsland</b>     | 4,147   | 0,035    | 0,271    | 0,065 | 0,031         | 0,030                  | 0,001   |
| <b>Slovenië</b>    | 3,792   | 0,040    | 0,325    | 0,086 | 0,045         | 0,030                  | 0,015   |
| <b>Zwitserland</b> | 2,928   | 0,050    | 0,281    | 0,096 | 0,046         | 0,018                  | 0,028   |
| <b>Portugal</b>    | 3,362   | 0,044    | 0,319    | 0,095 | 0,051         | 0,016                  | 0,035   |
| <b>Spanje</b>      | 3,424   | 0,034    | 0,346    | 0,101 | 0,067         | 0,025                  | 0,041   |
| <b>Finland</b>     | 3,770   | 0,036    | 0,402    | 0,107 | 0,071         | 0,027                  | 0,044   |
| <b>Oostenrijk</b>  | 3,350   | 0,042    | 0,372    | 0,111 | 0,069         | 0,021                  | 0,048   |
| <b>Zuid-Korea</b>  | 3,265   | 0,045    | 0,455    | 0,139 | 0,094         | 0,043                  | 0,051   |
| <b>Australië</b>   | 3,311   | 0,039    | 0,410    | 0,124 | 0,085         | 0,033                  | 0,052   |
| <b>Denemarken</b>  | 3,252   | 0,040    | 0,345    | 0,106 | 0,066         | 0,013                  | 0,053   |
| <b>V.S.</b>        | 3,041   | 0,040    | 0,357    | 0,117 | 0,077         | 0,024                  | 0,054   |
| <b>Luxemburg</b>   | 3,215   | 0,043    | 0,428    | 0,133 | 0,090         | 0,036                  | 0,054   |
| <b>Slowakije</b>   | 3,069   | 0,043    | 0,430    | 0,140 | 0,098         | 0,042                  | 0,056   |
| <b>Tsjechië</b>    | 3,524   | 0,039    | 0,432    | 0,122 | 0,084         | 0,028                  | 0,056   |
| <b>België</b>      | 3,162   | 0,042    | 0,375    | 0,119 | 0,076         | 0,019                  | 0,058   |
| <b>Frankrijk</b>   | 3,380   | 0,035    | 0,372    | 0,110 | 0,075         | 0,016                  | 0,059   |
| <b>Japan</b>       | 4,131   | 0,044    | 0,460    | 0,111 | 0,067         | 0,007                  | 0,061   |
| <b>Italië</b>      | 3,955   | 0,041    | 0,453    | 0,115 | 0,074         | 0,008                  | 0,065   |
| <b>Estland</b>     | 2,648   | 0,041    | 0,400    | 0,151 | 0,110         | 0,045                  | 0,065   |

| land                 | $K / Y$ | $\delta$ | $\alpha$ | netto- groeivoet |       | van bbp | Verschil |
|----------------------|---------|----------|----------|------------------|-------|---------|----------|
|                      |         |          |          | mpk              | mpk   |         |          |
| <b>Polen</b>         | 2,786   | 0,037    | 0,407    | 0,146            | 0,109 | 0,043   | 0,066    |
| <b>Duitsland</b>     | 3,041   | 0,037    | 0,360    | 0,118            | 0,081 | 0,014   | 0,067    |
| <b>Israël</b>        | 2,733   | 0,045    | 0,418    | 0,153            | 0,108 | 0,038   | 0,071    |
| <b>Hongarije</b>     | 2,963   | 0,036    | 0,389    | 0,131            | 0,095 | 0,022   | 0,073    |
| <b>Nederland</b>     | 2,756   | 0,038    | 0,380    | 0,138            | 0,100 | 0,021   | 0,078    |
| <b>Griekenland</b>   | 3,250   | 0,037    | 0,476    | 0,147            | 0,110 | 0,019   | 0,090    |
| <b>Zweden</b>        | 2,108   | 0,048    | 0,355    | 0,169            | 0,120 | 0,027   | 0,094    |
| <b>V.S.</b>          | 2,297   | 0,043    | 0,371    | 0,161            | 0,118 | 0,022   | 0,096    |
| <b>Canada</b>        | 2,431   | 0,039    | 0,413    | 0,170            | 0,131 | 0,026   | 0,105    |
| <b>Nieuw-Zeeland</b> | 2,315   | 0,043    | 0,490    | 0,212            | 0,168 | 0,024   | 0,144    |
| <b>Chili</b>         | 2,335   | 0,041    | 0,553    | 0,237            | 0,196 | 0,042   | 0,154    |
| <b>Noorwegen</b>     | 2,037   | 0,035    | 0,461    | 0,226            | 0,191 | 0,022   | 0,170    |
| <b>Mexico</b>        | 2,467   | 0,035    | 0,614    | 0,249            | 0,214 | 0,030   | 0,184    |
| <b>Turkije</b>       | 1,759   | 0,052    | 0,632    | 0,359            | 0,307 | 0,041   | 0,266    |
| <b>Ierland</b>       | 1,387   | 0,039    | 0,510    | 0,368            | 0,329 | 0,048   | 0,281    |

*Noot.* Eigen berekeningen op basis van gegevens uit Penn World Table 8.1 (Feenstra, Inklaar en Timmer, 2015). Cijfers afgerond op drie cijfers na de komma.

Uit tabel 5 blijkt dat elke geanalyseerde economie dynamisch efficiënt is, op één uitzondering na: IJsland. De gemiddelde investeringen in IJsland (\$ 2451) zijn groter dan het gemiddeld inkomen uit kapitaal (\$ 2256). Dit verschil is ongeveer 2,5% van het bbp: er is een te hoge kapitaalvoorraad geaccumuleerd in de IJslandse economie. Dit komt niet overeen met mijn voorgaande resultaten.

In de volgende landen is het gemiddeld aandeel van inkomen uit kapitaal veel groter dan het gemiddeld aandeel van investeringen in het bbp: Turkije (45 procentpunten), Mexico (39 procentpunten), Chili (30 procentpunten), Ierland (27 procentpunten) en Nieuw-Zeeland (27 procentpunten). Net zoals blijkt uit de analyse via het Solow-Swan-model, is de bruto-spaarquote vooral veel te laag in Turkije en Mexico. In Zwitserland (2 procentpunten) en Portugal (2 procentpunten) is het verschil klein. In België is het verschil 11 procentpunten.

*Tabel 5:* Berekenen van dynamische efficiëntie, gemiddelde waarden voor de periode 1995-2011

| land               | bbp          |          | aandeel inkomen uit<br>van $I$ in kapitaal |              |                  | Vershil<br>(in termen<br>van bbp) |
|--------------------|--------------|----------|--------------------------------------------|--------------|------------------|-----------------------------------|
|                    | (miljoen \$) | $\alpha$ | bbp                                        | (miljoen \$) | $I$ (miljoen \$) |                                   |
| <b>IJsland</b>     | 8327         | 0,271    | 0,294                                      | 2256         | 2451             | -0,024                            |
| <b>Zwitserland</b> | 283764       | 0,281    | 0,261                                      | 79801        | 74162            | 0,020                             |
| <b>Portugal</b>    | 203533       | 0,319    | 0,297                                      | 64845        | 60353            | 0,022                             |
| <b>Slovenië</b>    | 40567        | 0,325    | 0,291                                      | 13177        | 11802            | 0,034                             |
| <b>Spanje</b>      | 1040435      | 0,346    | 0,294                                      | 360115       | 306067           | 0,052                             |

| land              | bbp          |          | aandeel inkomen uit |              |                  | Verschil   |
|-------------------|--------------|----------|---------------------|--------------|------------------|------------|
|                   | (miljoen \$) | $\alpha$ | van $I$ in          | kapitaal     |                  | (in termen |
|                   |              |          | bbp                 | (miljoen \$) | $I$ (miljoen \$) | van bbp)   |
| <b>Denemarken</b> | 174462       | 0,345    | 0,242               | 60188        | 42241            | 0,103      |
| <b>Oostenrijk</b> | 262899       | 0,372    | 0,268               | 97744        | 70479            | 0,104      |
| <b>België</b>     | 315290       | 0,375    | 0,264               | 118385       | 83388            | 0,111      |
| <b>Luxemburg</b>  | 23745        | 0,428    | 0,312               | 10165        | 7404             | 0,116      |
| <b>Zuid-Korea</b> | 1050244      | 0,455    | 0,336               | 477468       | 352654           | 0,119      |
| <b>Australië</b>  | 683972       | 0,410    | 0,285               | 280370       | 195142           | 0,125      |
| <b>V.S.</b>       | 11523068     | 0,357    | 0,218               | 4112266      | 2516773          | 0,138      |
| <b>Zweden</b>     | 270932       | 0,355    | 0,208               | 96257        | 56362            | 0,147      |
| <b>Duitsland</b>  | 2595882      | 0,360    | 0,209               | 933227       | 542054           | 0,151      |
| <b>Estland</b>    | 17353        | 0,400    | 0,247               | 6935         | 4294             | 0,152      |
| <b>Israël</b>     | 147546       | 0,418    | 0,264               | 61709        | 38926            | 0,154      |
| <b>Finland</b>    | 151537       | 0,402    | 0,241               | 60981        | 36535            | 0,161      |
| <b>Frankrijk</b>  | 1736446      | 0,372    | 0,210               | 645494       | 365359           | 0,161      |
| <b>Canada</b>     | 1064008      | 0,413    | 0,244               | 439635       | 260060           | 0,169      |
| <b>Nederland</b>  | 573576       | 0,380    | 0,207               | 218036       | 118829           | 0,173      |
| <b>V.K.</b>       | 1769247      | 0,371    | 0,191               | 655554       | 337609           | 0,180      |
| <b>Tsjechië</b>   | 193186       | 0,432    | 0,249               | 83391        | 48171            | 0,182      |
| <b>Hongarije</b>  | 143372       | 0,389    | 0,203               | 55731        | 29134            | 0,186      |
| <b>Japan</b>      | 3871930      | 0,460    | 0,273               | 1781658      | 1058535          | 0,187      |
| <b>Italië</b>     | 1616771      | 0,453    | 0,262               | 732544       | 423130           | 0,191      |

| land                 | bbp          |          | aandeel inkomen uit<br>van $I$ in kapitaal |              |                  | Verschil<br>(in termen<br>van bbp) |
|----------------------|--------------|----------|--------------------------------------------|--------------|------------------|------------------------------------|
|                      | (miljoen \$) | $\alpha$ | bbp                                        | (miljoen \$) | $I$ (miljoen \$) |                                    |
| <b>Slowakije</b>     | 76886        | 0,430    | 0,224                                      | 33047        | 17253            | 0,205                              |
| <b>Griekenland</b>   | 228545       | 0,476    | 0,256                                      | 108818       | 58500            | 0,220                              |
| <b>Polen</b>         | 482393       | 0,407    | 0,186                                      | 196162       | 89952            | 0,220                              |
| <b>Noorwegen</b>     | 268147       | 0,461    | 0,209                                      | 123671       | 56152            | 0,252                              |
| <b>Nieuw-Zeeland</b> | 92487        | 0,490    | 0,220                                      | 45296        | 20350            | 0,270                              |
| <b>Ierland</b>       | 159501       | 0,510    | 0,239                                      | 81381        | 38048            | 0,272                              |
| <b>Chili</b>         | 176179       | 0,553    | 0,256                                      | 97370        | 45092            | 0,297                              |
| <b>Mexico</b>        | 1188005      | 0,614    | 0,222                                      | 729766       | 264152           | 0,392                              |
| <b>Turkije</b>       | 675689       | 0,632    | 0,183                                      | 426903       | 123413           | 0,449                              |

*Noot.* Eigen berekeningen op basis van gegevens uit Penn World Table 8.1 (Feenstra, Inklaar en Timmer, 2015). Cijfers afgerond op drie cijfers na de komma.

Tabel 6 toont de gouden-regel-kapitaal-productie-ratio en "gouden-regel"-spaarquote voor elke geanalyseerde economie voor de periode 1995-2011.

IJsland springt er opnieuw tussenuit. De gemiddelde spaarquote in de IJslandse economie is zo goed als gelijk aan de "gouden-regel"-spaarquote. In Slovenië is de gemiddelde spaarquote 6 procentpunt lager dan de "gouden-regel"-spaarquote. België scoort niet goed: de gemiddelde spaarquote is slechts de helft van de optimale spaarquote. De "gouden-regel"-spaarquote in de Belgische economie is 37,55%; bijna 20 procentpunten boven de gemiddelde spaarquote (19,31%).

Vooraf Turkije, Mexico, Ierland, Chili, Noorwegen en Nieuw-Zeeland scoren slecht: hun gemiddelde spaarquote ligt meer dan 30 procentpunten onder de optimale spaarquote.

*Tabel 6:* Berekenen van de gouden-regel-kapitaal-productie-ratio en "gouden-regel"-spaarquote, gemiddelde waarden voor de periode 1995-2011

| land               | groeivoet |          |           |         |              |       |          | Verskil |
|--------------------|-----------|----------|-----------|---------|--------------|-------|----------|---------|
|                    | $\alpha$  | $\delta$ | productie | $K / Y$ | $K / Y_{gr}$ | $s$   | $s_{gr}$ |         |
| <b>IJsland</b>     | 0,271     | 0,035    | 0,030     | 4,147   | 4,188        | 0,268 | 0,271    | 0,003   |
| <b>Slovenië</b>    | 0,325     | 0,041    | 0,030     | 3,792   | 4,593        | 0,268 | 0,325    | 0,057   |
| <b>Zwitserland</b> | 0,281     | 0,050    | 0,018     | 2,928   | 4,138        | 0,199 | 0,281    | 0,082   |
| <b>Portugal</b>    | 0,319     | 0,044    | 0,016     | 3,362   | 5,338        | 0,201 | 0,319    | 0,118   |
| <b>Spanje</b>      | 0,346     | 0,034    | 0,026     | 3,424   | 5,796        | 0,205 | 0,346    | 0,142   |
| <b>Oostenrijk</b>  | 0,372     | 0,042    | 0,021     | 3,350   | 5,886        | 0,212 | 0,372    | 0,160   |
| <b>V.S.</b>        | 0,357     | 0,040    | 0,024     | 3,042   | 5,595        | 0,194 | 0,357    | 0,163   |
| <b>Finland</b>     | 0,402     | 0,036    | 0,027     | 3,770   | 6,403        | 0,237 | 0,402    | 0,166   |
| <b>Zuid-Korea</b>  | 0,455     | 0,045    | 0,044     | 3,265   | 5,152        | 0,288 | 0,455    | 0,167   |
| <b>Slowakije</b>   | 0,430     | 0,043    | 0,042     | 3,069   | 5,108        | 0,258 | 0,430    | 0,172   |
| <b>Denemarken</b>  | 0,345     | 0,040    | 0,013     | 3,252   | 6,488        | 0,173 | 0,345    | 0,172   |
| <b>Luxemburg</b>   | 0,428     | 0,043    | 0,036     | 3,215   | 5,391        | 0,255 | 0,428    | 0,173   |
| <b>Estland</b>     | 0,400     | 0,041    | 0,045     | 2,648   | 4,677        | 0,226 | 0,400    | 0,173   |
| <b>Australië</b>   | 0,410     | 0,039    | 0,033     | 3,311   | 5,748        | 0,236 | 0,410    | 0,174   |
| <b>België</b>      | 0,376     | 0,043    | 0,019     | 3,162   | 6,147        | 0,193 | 0,376    | 0,182   |

| land                 | groeivoet |          |           |         |              |       |          | Vershil |
|----------------------|-----------|----------|-----------|---------|--------------|-------|----------|---------|
|                      | $\alpha$  | $\delta$ | productie | $K / Y$ | $K / Y_{gr}$ | $s$   | $s_{gr}$ |         |
| <b>Polen</b>         | 0,407     | 0,037    | 0,043     | 2,786   | 5,108        | 0,222 | 0,407    | 0,185   |
| <b>Israël</b>        | 0,418     | 0,045    | 0,038     | 2,733   | 5,091        | 0,225 | 0,418    | 0,194   |
| <b>Zweden</b>        | 0,355     | 0,048    | 0,027     | 2,108   | 4,747        | 0,158 | 0,355    | 0,198   |
| <b>Tsjechië</b>      | 0,432     | 0,039    | 0,028     | 3,524   | 6,521        | 0,233 | 0,432    | 0,198   |
| <b>Frankrijk</b>     | 0,372     | 0,035    | 0,016     | 3,380   | 7,286        | 0,172 | 0,372    | 0,199   |
| <b>Duitsland</b>     | 0,360     | 0,037    | 0,014     | 3,041   | 7,049        | 0,155 | 0,360    | 0,204   |
| <b>Nederland</b>     | 0,380     | 0,038    | 0,021     | 2,756   | 6,383        | 0,164 | 0,380    | 0,216   |
| <b>Hongarije</b>     | 0,389     | 0,036    | 0,022     | 2,963   | 6,675        | 0,173 | 0,389    | 0,216   |
| <b>V.K.</b>          | 0,371     | 0,043    | 0,022     | 2,297   | 5,680        | 0,150 | 0,371    | 0,221   |
| <b>Japan</b>         | 0,460     | 0,044    | 0,007     | 4,131   | 9,066        | 0,210 | 0,460    | 0,251   |
| <b>Canada</b>        | 0,413     | 0,039    | 0,026     | 2,431   | 6,348        | 0,158 | 0,413    | 0,255   |
| <b>Italië</b>        | 0,453     | 0,041    | 0,009     | 3,955   | 9,143        | 0,196 | 0,453    | 0,257   |
| <b>Griekenland</b>   | 0,476     | 0,037    | 0,019     | 3,250   | 8,463        | 0,183 | 0,476    | 0,293   |
| <b>Nieuw-Zeeland</b> | 0,490     | 0,043    | 0,024     | 2,315   | 7,264        | 0,156 | 0,490    | 0,334   |
| <b>Noorwegen</b>     | 0,461     | 0,035    | 0,022     | 2,037   | 8,116        | 0,116 | 0,461    | 0,345   |
| <b>Chili</b>         | 0,553     | 0,041    | 0,042     | 2,335   | 6,678        | 0,193 | 0,553    | 0,360   |
| <b>Ierland</b>       | 0,510     | 0,039    | 0,048     | 1,387   | 5,866        | 0,121 | 0,510    | 0,390   |
| <b>Mexico</b>        | 0,614     | 0,035    | 0,030     | 2,467   | 9,432        | 0,161 | 0,614    | 0,454   |
| <b>Turkije</b>       | 0,632     | 0,052    | 0,042     | 1,759   | 6,741        | 0,165 | 0,631    | 0,467   |

*Noot.* Eigen berekeningen op basis van gegevens uit Penn World Table 8.1 (Feenstra,

Inklaar en Timmer, 2015). Cijfers afgerond op drie cijfers na de komma.

Tabel 7 toont de resultaten voor de OESO-landen met een mate van tijdsvoorkeur tot 0,04. Het valt op dat bijna alle landen te weinig sparen, zelfs wanneer rekening wordt gehoord met een mate van tijdsvoorkeur van 0,04. De spaarquote in IJsland is te hoog met eender welke positieve mate van tijdsvoorkeur. In Slovenië, Zwitserland, Portugal en Spanje bevindt de economie zich mogelijk in de gouden regel, afhankelijk van de mate van tijdsvoorkeur.

*Tabel 7:* Berekenen van de gouden-regel-kapitaal-productie-ratio en "gouden-regel"-spaarquote met tijdsvoorkeur, gemiddelde waarden voor de periode 1995-2011

| Land               | $\alpha$ | $s$   | $s_{gr}$<br>( $\rho = 0,01$ ) | $s_{gr}$<br>( $\rho = 0,02$ ) | $s_{gr}$<br>( $\rho = 0,03$ ) | $s_{gr}$<br>( $\rho = 0,04$ ) |
|--------------------|----------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>IJsland</b>     | 0,271    | 0,268 | 0,235                         | 0,207                         | 0,185                         | 0,167                         |
| <b>Slovenië</b>    | 0,325    | 0,258 | 0,285                         | 0,253                         | 0,228                         | 0,207                         |
| <b>Zwitserland</b> | 0,281    | 0,199 | 0,245                         | 0,217                         | 0,195                         | 0,177                         |
| <b>Portugal</b>    | 0,319    | 0,201 | 0,273                         | 0,239                         | 0,212                         | 0,191                         |
| <b>Spanje</b>      | 0,346    | 0,204 | 0,296                         | 0,259                         | 0,230                         | 0,207                         |
| <b>Finland</b>     | 0,402    | 0,237 | 0,347                         | 0,305                         | 0,272                         | 0,246                         |
| <b>Oostenrijk</b>  | 0,372    | 0,212 | 0,321                         | 0,282                         | 0,252                         | 0,228                         |
| <b>Slowakije</b>   | 0,430    | 0,268 | 0,384                         | 0,347                         | 0,317                         | 0,291                         |
| <b>Denemarken</b>  | 0,345    | 0,173 | 0,290                         | 0,251                         | 0,221                         | 0,197                         |
| <b>Zuid-Korea</b>  | 0,455    | 0,288 | 0,408                         | 0,371                         | 0,339                         | 0,313                         |
| <b>V.S.</b>        | 0,357    | 0,194 | 0,309                         | 0,272                         | 0,243                         | 0,219                         |
| <b>Australië</b>   | 0,410    | 0,236 | 0,360                         | 0,320                         | 0,289                         | 0,263                         |
| <b>Luxemburg</b>   | 0,428    | 0,255 | 0,380                         | 0,342                         | 0,311                         | 0,285                         |

| Land                 | $\alpha$ | $s$   | $s_{gr}$        | $s_{gr}$        | $s_{gr}$        | $s_{gr}$        |
|----------------------|----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                      |          |       | $(\rho = 0,01)$ | $(\rho = 0,02)$ | $(\rho = 0,03)$ | $(\rho = 0,04)$ |
| <b>België</b>        | 0,375    | 0,193 | 0,323           | 0,283           | 0,252           | 0,227           |
| <b>Tsjechië</b>      | 0,432    | 0,233 | 0,375           | 0,332           | 0,297           | 0,269           |
| <b>Frankrijk</b>     | 0,372    | 0,172 | 0,311           | 0,267           | 0,234           | 0,208           |
| <b>Estland</b>       | 0,400    | 0,226 | 0,358           | 0,324           | 0,296           | 0,272           |
| <b>Duitsland</b>     | 0,360    | 0,155 | 0,301           | 0,258           | 0,226           | 0,201           |
| <b>Japan</b>         | 0,460    | 0,210 | 0,384           | 0,330           | 0,289           | 0,257           |
| <b>Polen</b>         | 0,407    | 0,222 | 0,361           | 0,325           | 0,295           | 0,271           |
| <b>Italië</b>        | 0,453    | 0,196 | 0,377           | 0,323           | 0,282           | 0,251           |
| <b>Israël</b>        | 0,418    | 0,225 | 0,373           | 0,336           | 0,306           | 0,281           |
| <b>Hongarije</b>     | 0,389    | 0,173 | 0,332           | 0,289           | 0,257           | 0,230           |
| <b>Nederland</b>     | 0,380    | 0,164 | 0,325           | 0,285           | 0,253           | 0,227           |
| <b>Zweden</b>        | 0,355    | 0,158 | 0,313           | 0,280           | 0,254           | 0,232           |
| <b>V.K.</b>          | 0,371    | 0,15  | 0,321           | 0,284           | 0,254           | 0,230           |
| <b>Griekenland</b>   | 0,476    | 0,183 | 0,404           | 0,351           | 0,311           | 0,278           |
| <b>Canada</b>        | 0,413    | 0,158 | 0,358           | 0,316           | 0,283           | 0,256           |
| <b>Nieuw-Zeeland</b> | 0,490    | 0,156 | 0,427           | 0,378           | 0,339           | 0,307           |
| <b>Noorwegen</b>     | 0,461    | 0,116 | 0,392           | 0,341           | 0,302           | 0,271           |
| <b>Chili</b>         | 0,553    | 0,193 | 0,493           | 0,445           | 0,406           | 0,373           |
| <b>Mexico</b>        | 0,614    | 0,161 | 0,533           | 0,470           | 0,421           | 0,381           |
| <b>Ierland</b>       | 0,510    | 0,121 | 0,458           | 0,415           | 0,379           | 0,350           |
| <b>Turkije</b>       | 0,632    | 0,165 | 0,571           | 0,521           | 0,479           | 0,443           |

*Noot.* Eigen berekeningen op basis van gegevens uit Penn World Table 8.1 (Feenstra, Inklaar en Timmer, 2015). Cijfers afgerond op drie cijfers na de komma.

### **3.4 OESO-landen: gouden regel in de open economie**

Als ik de gouden regel van kapitaal schat voor een open economie, blijkt dat de investeringsratio in de meeste economieën te laag is. In tabel 8 is te zien dat de optimale investeringsratio in elke economie afwijkt van het aandeel van inkomen uit kapitaal. Het verschil tussen de optimale investeringsratio en het aandeel van inkomen uit kapitaal hangt af van de prijselasticiteiten van import en export en het aandeel van import en export in de productie.

De investeringsratio in België is optimaal. In de Oostenrijkse economie is de gemiddelde investeringsratio te hoog. De gemiddelde investeringsratio in Israël, Spanje, Portugal en Duitsland bevinden zich relatief dicht bij het optimum, het verschil tussen de gemiddelde en optimale investeringsratio is bij elke economie minder dan 5 procentpunten. In de andere economieën is de investeringsratio veel te laag. Ook deze berekeningswijze bevestigt dat de investeringsratio in Turkije absoluut te laag is. Deze resultaten gelden voor een periode van 5 jaar, dus is het mogelijk dat de resultaten beïnvloed zijn door cyclische effecten.

*Tabel 8:* Berekenen van de gouden-regel-investeringsratio, gemiddelde waarden voor de periode 1996-2000

| Land              | $\alpha$ | $\eta_m$ | $\eta_b$ | $\eta$ | $\mu$ | $\gamma_i^*$ | aandeel $I$ |         |
|-------------------|----------|----------|----------|--------|-------|--------------|-------------|---------|
|                   |          |          |          |        |       |              | in bbp      | Vershil |
| <b>Oostenrijk</b> | 0,352    | -0,711   | -1,722   | 2,433  | 0,412 | 0,273        | 0,298       | -0,025  |
| <b>België</b>     | 0,372    | -1,282   | -1,811   | 3,093  | 1,022 | 0,250        | 0,259       | -0,010  |
| <b>Israël</b>     | 0,408    | -1,540   | -1,672   | 3,212  | 0,331 | 0,354        | 0,318       | 0,036   |
| <b>Spanje</b>     | 0,341    | -1,721   | -1,926   | 3,647  | 0,228 | 0,314        | 0,270       | 0,043   |
| <b>Portugal</b>   | 0,405    | -1,375   | -2,115   | 3,490  | 0,282 | 0,364        | 0,319       | 0,045   |
| <b>Duitsland</b>  | 0,336    | -1,339   | -1,673   | 3,012  | 0,393 | 0,281        | 0,233       | 0,048   |
| <b>Australië</b>  | 0,356    | -1,514   | -1,222   | 2,736  | 0,171 | 0,324        | 0,272       | 0,052   |
| <b>Zuid-Korea</b> | 0,451    | -1,667   | -1,345   | 3,012  | 0,257 | 0,400        | 0,327       | 0,073   |
| <b>Zweden</b>     | 0,358    | -1,331   | -1,814   | 3,145  | 0,463 | 0,294        | 0,217       | 0,078   |
| <b>Japan</b>      | 0,443    | -1,897   | -1,462   | 3,359  | 0,141 | 0,418        | 0,314       | 0,104   |
| <b>Finland</b>    | 0,403    | -2,410   | -1,619   | 4,029  | 0,447 | 0,351        | 0,244       | 0,107   |
| <b>V.S.</b>       | 0,353    | -2,091   | -1,157   | 3,248  | 0,116 | 0,336        | 0,222       | 0,114   |
| <b>Noorwegen</b>  | 0,428    | -1,399   | -1,884   | 3,283  | 0,445 | 0,358        | 0,235       | 0,123   |
| <b>Canada</b>     | 0,410    | -1,357   | -2,525   | 3,882  | 0,338 | 0,367        | 0,240       | 0,127   |
| <b>V.K.</b>       | 0,377    | -1,209   | -1,544   | 2,753  | 0,283 | 0,324        | 0,196       | 0,128   |
| <b>Frankrijk</b>  | 0,370    | -1,744   | -1,666   | 3,410  | 0,285 | 0,331        | 0,191       | 0,140   |
| <b>Polen</b>      | 0,368    | -1,225   | -1,499   | 2,724  | 0,148 | 0,339        | 0,198       | 0,141   |
| <b>Hongarije</b>  | 0,395    | -1,964   | -1,643   | 3,607  | 0,397 | 0,343        | 0,186       | 0,157   |
| <b>Italië</b>     | 0,451    | -2,796   | -1,598   | 4,394  | 0,232 | 0,422        | 0,258       | 0,164   |

| Land           | $\alpha$ | $\eta_m$ | $\eta_b$ | $\eta$ | $\mu$ | $\gamma_i^*$ | aandeel <i>I</i> | Verschil |
|----------------|----------|----------|----------|--------|-------|--------------|------------------|----------|
|                |          |          |          |        |       |              | in bbp           |          |
| <b>Turkije</b> | 0,618    | -1,212   | -1,261   | 2,473  | 0,099 | 0,579        | 0,185            | 0,394    |

*Noot.* Eigen berekeningen op basis van gegevens uit Penn World Table 8.1 (Feenstra, Inklaar en Timmer, 2015) en Imbs (2010). Cijfers afgerond op drie cijfers na de komma.

#### 4 Conclusie en toekomstig onderzoek

Na het analyseren van de spaarquote van de lidstaten van de OESO is duidelijk dat de spaarquote zich slechts in enkele landen in de gouden regel bevindt. Tussen 1950 en 2011 bevindt Australië zich in de gouden regel. Met gebruik van dezelfde methodologie tussen 1995 en 2011 is de spaarquote in de Australische economie niet meer voldoende. De IJslandse economie bevindt zich tussen 1995 en 2011 wel in de gouden regel, hoewel analyse van dynamische efficiëntie aantoont dat de spaarquote iets te hoog is. Met een zekere mate van tijdsvoorkeur bevinden de Sloveense, Zwitserse en Portugese economieën zich in de gouden regel. Uit analyse van de "gouden-regel"-spaarquote in een open economie tussen 1996 en 2000 blijkt dat de investeringsratio in België optimaal is.

Een te hoge spaarquote blijkt in de praktijk weinig voor te komen. In geen enkele economie is gemiddelde spaarquote hoger dan de "gouden-regel"-spaarquote als de mate van tijdsvoorkeur gelijk is aan 0. Analyse van dynamische efficiëntie toont wel dat de totale investeringen in Zwitserland te hoog zijn tussen 1950 en 2011. Tussen 1995 en 2011 zijn de totale investeringen iets hoger dan het inkomen uit kapitaal in IJsland. Met de berekeningswijze van de gouden regel in een open economie is de investeringsratio in Oostenrijk te hoog.

In alle andere economieën is de spaarquote te laag, zelfs wanneer rekening wordt gehouden met een positieve mate van tijdsvoorkeur. Vooral in Turkije en Mexico is de spaarquote veel te laag.

Het is duidelijk dat de spaarquote in bijna elke economie ondermaats is. Wat ik niet onderzocht heb is waar het tekort zich bevindt. Toekomstig onderzoek kan aantonen of het tekort zich bevindt bij de overheid, de bedrijven of de huishoudens.

Het Diamond-model geeft een verklaring voor de spaarquote van individuen, maar verder onderzoek naar de determinanten van de spaarquote in een economie kan nuttige informatie opleveren aan beleidsmakers om de spaarquote te verhogen tot de "gouden-regel"-spaarquote.

### Referenties

- Abel, A. B., Mankiw, N. G., Summers., H. L., Zeckhauser., J. R. (1989). Assessing Dynamic Efficiency: Theory and Evidence. *Review of Economic Studies*, 56 (1), 1-19.
- Barro, R. J., Sala-I-Martin, X. (2004). *Economic Growth* (2<sup>de</sup> editie). Cambridge: MIT Press.
- Boskin. (1986). Theoretical and Empirical Issues in the Measurement, Evaluation and Interpretation of Postwar U.S. Saving. In: Adams, F. G. & Susan, M. W. *Savings and Capital Formation: The Policy Options*. Massachusetts: D.C. Heath and Company.
- Cass, D. (1965). Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation. *Review of Economic Studies*, 32 (3), 233-240
- Diamond, P. (1965). National Debt in a Neoclassical Growth Model. *American Economic Review*, 55 (5), 1126-1150.
- Donders, J.H.M. (1985). The Golden Rule of Accumulation and the Open Economy. *De Economist*, 133 (4), 545-557.
- Evans, O. (1992). National Savings and Targets for the Federal Budget Balance. In: Yusuke, H. (red.). *The United States Economy: Performance and Issues*. Washington: International Monetary Fund.
- Feenstra, Robert C., Robert Inklaar en Marcel P. Timmer (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105 (10), 3150-3182.  
Opgehaald van [www.ggdnet.net/pwt](http://www.ggdnet.net/pwt).
- Heylen, F. (2004). *Macro-economie* (2de editie). Antwerpen: Garant Uitgevers.

- Imbs, J., Méjean, I. (2010). *Trade Elasticities: A Final Report for the European Commission*.
- Koopmans, T. C. (1965). On the Concept of Optimal Economic Growth. *The Economic Approach to Development Planning*, Amsterdam: Elsevier
- Mankiw, N. G. (2013). *Macroeconomics* (8ste editie). New York: Worth Publishers.
- Miranda, K. (1995). Does Japan Save Too Much? In: Baumgartner, U. & Meredith, G. *Saving Behaviour and the Asset Price "Bubble" in Japan: Analytical Studies*. Washington: International Monetary Fund.
- Phelps, E. (1961). The Golden Rule of Accumulation: A Fable for Growthmen. *American Economic Review*, 51 (4), 638-643.
- Phelps, E. (1965). Second Essay on the Golden Rule of Accumulation. *American Economic Review*, 55 (4), 793-814
- Ramsey, F. P. (1928). A Mathematical Theory of Saving. *The Economic Journal*, 38 (152), 543-559
- Romer, D. (2012). *Advanced Macroeconomics* (4de editie). New York: McGraw-Hill.
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65-94.
- Swan, T. W. (1956). Economic Growth and Capital Accumulation. *The Economic Record*, 32 (2), 334-361.