

Sector : II
Afdeling/Project : Conjunctuur
Samensteller(s) : Barthold Kuipers
Nummer : 141
Datum : 20 februari 2006

Een vergelijking voor de voorraadvorming in SAFFIER¹

In dit memorandum maken we een nieuwe vergelijking voor de veranderingen in voorraden in SAFFIER, het CPB-model voor korte- en middellange-termijnanalyses. In het gehanteerde voorraadmodel kunnen bedrijven in de eerste plaats de voorraden gebruiken als buffer om schokken in de afzet op te vangen ('production smoothing'). Tegelijkertijd willen bedrijven een vast aandeel van de afzet in voorraad hebben om te voorkomen dat ze 'nee' moeten verkopen aan klanten ('stockout avoidance'). Ook kunnen bedrijven de voorraden gebruiken om veel te produceren als de productiekosten laag zijn en omgekeerd ('cost smoothing'). Ten slotte kunnen hogere of lagere voorraadkosten leiden tot lagere of hogere voorraden.

Uit de schattingen blijkt dat op de heel korte termijn een toename van de afzet leidt tot een lagere voorraadvorming. Bedrijven passen hun productie geleidelijk aan. Op de wat langere termijn bestaat wel een positieve relatie tussen afzet en voorraden, omdat bedrijven een vast percentage van de afzet in voorraad willen hebben. De voorraadvorming gedraagt zich op de wat langere termijn dus procyclisch. Een toename van de productiekosten leidt tot minder voorraadvorming, een toename van de verwachte productiekosten juist tot meer. Verder verlagen ondernemers bij een stijgende reële rente hun voorraden. De geschatte effecten van productiekosten en rente zijn echter klein en hebben grote standaardfouten.

¹ Met dank aan Bart Borsboom voor het maken van de grafieken, aan diverse collega's voor hun commentaar op eerdere versies van dit memorandum en aan het CBS voor de uitleg over de totstandkoming van de voorraadvorming in de Nationale rekeningen.

1 Inleiding

In dit memorandum presenteren we een nieuwe vergelijking voor de veranderingen in voorraden in SAFFIER. Het was de hoogste tijd om weer eens naar de voorraadvorming te kijken. De bestaande vergelijking maakte al deel uit van FKSEC, het macro-economische model dat meer dan tien jaar geleden in gebruik werd genomen (zie CPB (1992)).

In Nederland is weinig aandacht voor de ontwikkeling van de voorraadvorming. Ook het CPB maakt er in CEP en MEV nauwelijks woorden aan vuil. Op zich is dat vreemd. De voorraadvorming bedraagt weliswaar gemiddeld slechts een half procent van het bruto binnenlands product (BBP), de variantie van de voorraadvorming bedraagt maar liefst de helft van de variantie van het BBP. Dit betekent dat de invloed van de voorraadvorming op de economische groei toch aanzienlijk kan zijn. Bovendien gedragen de voorraden zich over het algemeen zeer procyclisch. Economische recessies gaan veelal gepaard met een afname in de verandering in voorraden, die de economische neergang verder versterkt. Alleen tijdens de laatste recessie was eigenlijk geen sprake van een procyclische werking van de voorraden.

Een belangrijke reden voor de geringe aandacht is het schaarse cijfermateriaal in Nederland. Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) publiceert eigenlijk alleen regelmatig informatie over de voorraden in de Kwartaalrekeningen. De Kwartaalrekeningen geven geen informatie over het niveau van de voorraden, maar alleen over de veranderingen in voorraden. In de Verenigde Staten daarentegen publiceert de U.S. Census Bureau elke maand gedetailleerde cijfers over de voorraden. De cijfers beschrijven het niveau van de voorraden en bovendien onderscheiden ze verschillende sectoren in de detailhandel, groothandel en industrie. De financiële markten kijken altijd met smart uit naar deze maandelijks voorraadcijfers.

De economische literatuur richt zich ook voornamelijk op de Verenigde Staten. Blinder en Maccini (1991) en Ramey en West (1999) geven een uitgebreid overzicht, waar in dit memorandum veelvuldig gebruik van is gemaakt. Een halve eeuw geleden stonden de voorraden sterk in de belangstelling, toen het besef doordrong dat voorraden een grote rol speelden in conjunctuurcycli. Metzler (1941) liet bijvoorbeeld zien dat voorraden voor conjunctuurgolven konden zorgen. Abramovitz (1950) gaf een uitgebreide empirische beschrijving van de procyclische werking van de voorraadvorming tijdens de depressie van de jaren dertig. Holt, Modigliani, Muth en Simon (1960) ontwikkelden het zogenoemde lineaire kwadratische model voor de voorraadvorming in een boek dat bedoeld was als handleiding voor fabrieksmanagers. Volgens dit model hebben voorraden juist een stabiliserende werking: voorraden fungeren als buffer om de productie glad te strijken ('production smoothing').

De meer recentere literatuur van de afgelopen decennia richt zich vooral op de empirische observatie – in de Verenigde Staten – dat de productie meer volatiel is dan de afzet. Dit is in

tegenspraak met het ‘production smoothing’-model, waarin juist de afzet meer volatiel is. Een oplossing die hiervoor is aangedragen is het zogenoemde ‘stockout avoidance’-motief. Bedrijven streven naar een vast percentage van de voorraden in de afzet om te voorkomen dat ze ‘nee’ moeten verkopen aan klanten. Een andere, veel besproken, verklaring is dat bedrijven de productiekosten proberen glad te strijken (‘cost smoothing’). Bedrijven produceren veel wanneer de productiekosten laag zijn en weinig als de kosten hoog zijn.

In dit memorandum leiden we een algemene versie af van het lineaire kwadratische voorraadmodel, waarin ‘production smoothing’, ‘stockout avoidance’ en ‘cost smoothing’ allemaal een rol spelen (paragraaf 3). Vervolgens schatten we het model met kwartaaldata voor Nederland (paragraaf 4). We illustreren de nieuwe vergelijking voor de voorraadvorming aan de hand van enkele standaardvarianten met SAFFIER (paragraaf 5). We beginnen met een korte beschrijving van de Nederlandse data voor de voorraadvorming.

2 Voorraadvorming in Nederland

In het macro-economische model SAFFIER is niet zozeer het niveau van de voorraden van belang, maar de verandering van de voorraden.¹ Naast de meer bekende bestedingscategorieën, zoals de consumptie en de uitvoer, wordt het bruto binnenlands product (BBP) op korte termijn ook bepaald door de voorraadvorming. Een toename van de consumptie moet voortkomen uit tot een hogere productie, maar een toename van de voorraden evenzo. Eigenlijk zijn we nog meer geïnteresseerd in de verandering van de verandering in voorraden. In CEP en MEV bijvoorbeeld proberen we immers niet zozeer het niveau van het BBP te voorspellen, maar de groei van het BBP.

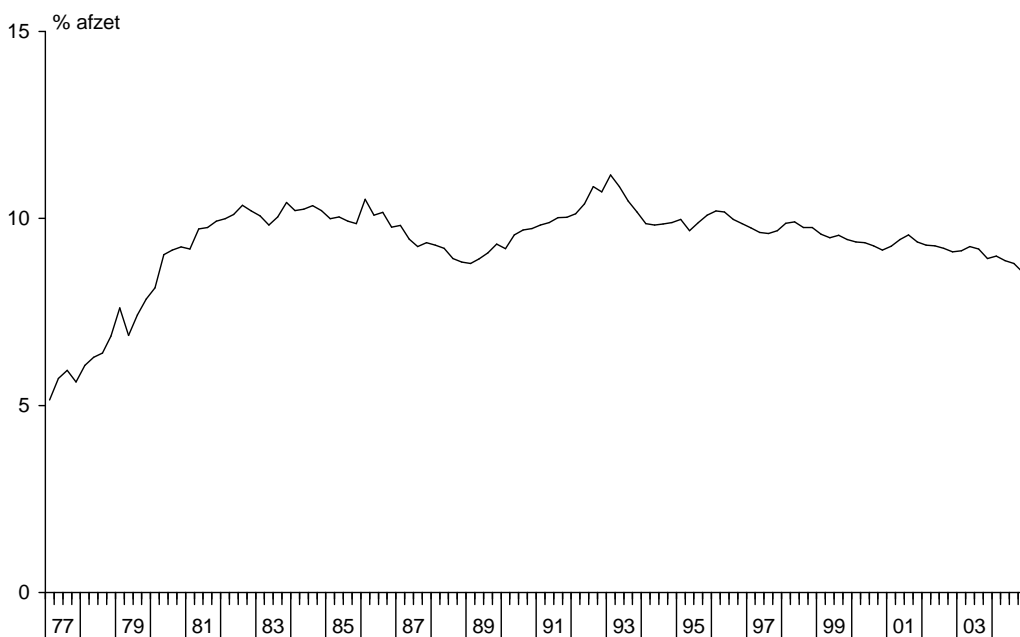
De Nationale rekeningen van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) bevatten ook alleen informatie over de verandering van de voorraden en niet over de stand van de voorraden. We kunnen wel een tijdreeks construeren van het niveau van de voorraden indien we het niveau in een bepaald jaar weten. Op basis van de Statistiek financiën van ondernemingen (SFO) kan worden afgeleid dat de voorraden in Nederland in 1995 naar schatting 17½% van het BBP bedroegen. Dit spoort redelijk met de bevindingen in het buitenland: in Canada, Duitsland, Japan, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten waren de voorraden 15 à 20% van BBP (zie Ramey en West (1999)).

Het geconstrueerde verloop van de voorraden als percentage van de finale afzet staat afgebeeld in figuur 2.1. De voorraadquote is berekend als het quotiënt van de voorraden in constante prijzen en de afzet in constante prijzen van 2001. We willen namelijk een beeld

¹ SAFFIER is eind 2004 door het CPB in gebruik genomen. Het is de opvolger van het korte-termijnmodel SAFE en het middellange-termijnmodel Jade. Zie CPB (2002) voor een beschrijving van SAFE. Een beschrijving van het nieuwe model SAFFIER zal nog dit jaar verschijnen als CPB Document.

krijgen van de volumeontwikkeling. We zijn uitgegaan van een niveau van de voorraden van 17½% van het BBP in 1995 wat neerkomt op bijna 10% van de finale afzet in prijzen van 2001. De finale afzet is gedefinieerd als de som van de consumptieve bestedingen, de investeringen en de uitvoer. In de Amerikaanse literatuur wordt ook vaak het BBP minus de voorraadvorming als afzetbegrip genomen, oftewel de finale afzet minus de invoer. Voor een gesloten economie als de Amerikaanse is dat zo gek nog niet, maar voor een open economie als de Nederlandse heeft de hier gebruikte definitie de voorkeur. De totale afzet, waarin ook de onderlinge leveringen tussen bedrijven zijn meegenomen, is wellicht een nog beter begrip.

Figuur 2.1 Voorraden als aandeel van de finale afzet, 1977:1 - 2004:4^a

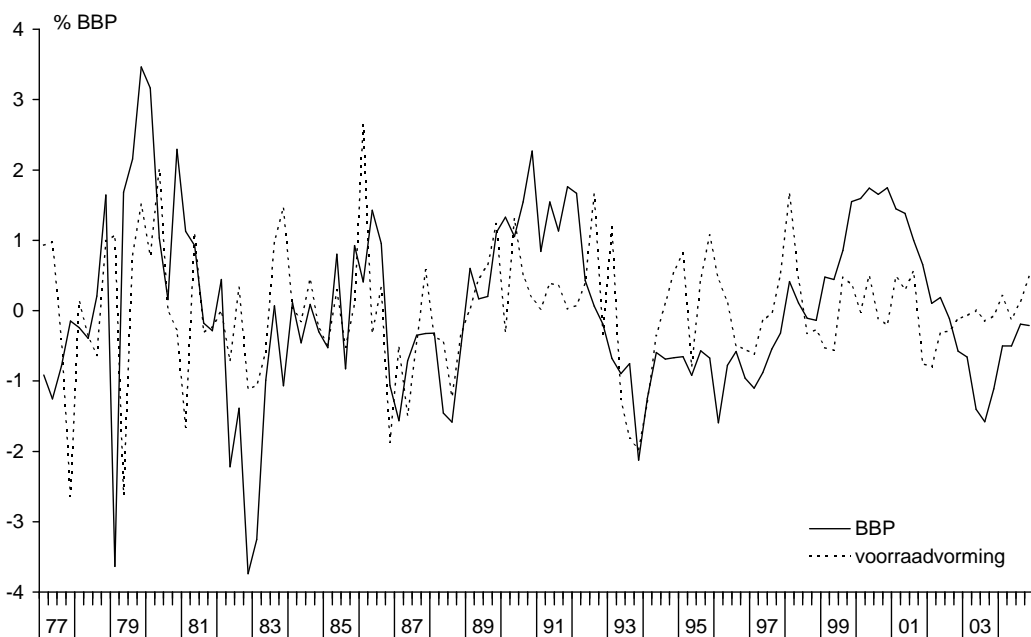


^a Op basis van voor seizoen gecorrigeerde data uit de Kwartaalrekeningen van het CBS in constante prijzen van 2001. We hebben gecorrigeerd voor de reeksbreuk in 2001 als gevolg van de revisie van de Nationale rekeningen.

Het eerste dat opvalt aan de figuur is dat de voorraadquote redelijk stabiel is, wat suggereert dat een verband bestaat tussen voorraden en afzet. Wel is sinds het midden van de jaren tachtig in grote lijnen een lichte afname van de voorraadquote waarneembaar: van circa 10% tot 8½% in 2004. Dat is bijvoorbeeld ook in de Verenigde Staten het geval, vooral door een daling van de voorraden van grondstoffen en onderhanden werk. Verklaringen zijn onder andere ‘just-in-time’-voorraadbeheer en het verdwijnen van industrie naar lagelonenlanden (zie Ramey en West (1999)). In lopende prijzen geven voorraadquote’s veelal een sterkere neerwaartse trend te zien, doordat de prijzen van voorraden minder sterk toenemen dan de afzetprijzen.

Het aandeel van de voorraadvorming in het BBP bedraagt gemiddeld slechts een half procent. Dit betekent echter niet dat de voorraadvorming niet van belang is voor de economische groei in Nederland. Op de korte termijn is de voorraadvorming zeer beweeglijk, zoals blijkt uit figuur 2.2. De variantie van de veranderingen in voorraden bedraagt maar liefst de helft van de variantie van het BBP. De hoge volatiliteit van de voorraadvorming maakt dat de bijdrage aan de BBP-groei over de tijd toch aanzienlijk kan zijn. Het is wel zo dat in Nederland een groot deel van de veranderingen in voorraden afkomstig is uit de invoer (gemiddeld genomen ongeveer de helft) en daarmee niet bijdraagt aan de productie.

Figuur 2.2 Conjectureel BBP en voorraadvorming, 1977:1-2004:4^a



^a Het betreft de conjuncturele component van het BBP en de voorraadvorming in constante prijzen van 2001 en voor seizoenen gecorrigeerd in procenten van het trendmatige BBP. Het trendmatige BBP is berekend met een HP-filter ($\lambda=1600$). De trendmatige ontwikkeling van de voorraadvorming is berekend als het verschil tussen het trendmatige BBP en een trendmatige afzet – gedefinieerd als BBP minus voorraadvorming – die eveneens bepaald is met een HP-filter ($\lambda=1600$). De conjuncturele componenten van het BBP en de voorraadvorming zijn dan gelijk aan de gerealiseerde waarde minus de trendmatige waarde.

De beweeglijkheid van de verandering in voorraden op korte termijn is het afgelopen decennium afgenomen. De standaarddeviatie van de voorraadvorming als percentage van het BBP verminderde van 1,0% in de periode 1977-90 tot 0,7% in de periode 1991-2004. Ook de volatiliteit van de mutatie van de verandering in voorraden vertoont (natuurlijk) een duidelijke afname. De bijdrage van de voorraadvorming aan de kwartaal-op-kwartaalgroei is daardoor de afgelopen jaren steeds minder geworden.

Ook in de Verenigde Staten is de volatiliteit van de voorraadvorming sinds de tweede helft van de jaren tachtig minder geworden. Onder economen bestaat enige discussie of

technologische vernieuwing geleid heeft tot een lagere volatiliteit van de voorraadvorming. Sommige economen zijn inderdaad die mening toegedaan. Bedrijven hebben door informatietechnologie een sneller en beter beeld van de vraag, zodat ze beter in staat zijn de productie op de afzet af te stemmen (zie Kahn, McConnel en Perez-Quiros, 2002). Anderen voeren aan dat de lagere volatiliteit juist veroorzaakt is door een afname van de volatiliteit van de afzet (zie Stock en Watson, 2002). Hierdoor hoeven bedrijven in steeds mindere mate hun voorraden aan te spreken om aan de vraag te voldoen.

Tabel 2.1 Voorraadvorming tijdens recessies in Nederland, eurogebied en Verenigde Staten^{a,b}

Top kwartaal – dal kwartaal	Verandering BBP	Verandering voorraadvorming	Idem, in % verandering BBP
	in miljarden euro's		
Nederland			
1979:4 – 1982:4	– 4,7	– 1,7	36
1986:2 – 1988:3	– 2,3	– 0,7	30
1990:4 – 1993:4	– 3,8	– 1,9	50
2000:4 – 2003:3	– 3,7	0,1	– 3
	in miljarden euro's		
Eurogebied			
1980:1 – 1982:4	– 39,6	– 12,4	31
1984:1 – 1987:1	– 26,6	– 1,3	5
1992:1 – 1993:4	– 50,9	– 14,5	28
1995:2 – 1997:1	– 19,3	– 2,4	12
2001:1 – 2003:2	– 40,3	2,1	– 5
	in miljarden dollars		
Verenigde Staten			
1978:4 – 1980:3	– 206	– 76	37
1981:1 – 1982:4	– 343	– 96	28
1985:3 – 1987:1	– 92	15	– 16
1990:1 – 1991:4	– 237	15	– 6
1994:4 – 1996:1	– 142	– 79	56
2000:2 – 2003:1	– 403	– 58	14

^a Bron: OESO Main Economic Indicators (december 2004) voor eurogebied en Verenigde Staten en CBS Kwartaalrekeningen (mei 2005 data voor revisie en november 2005 voor cijfers na revisie) voor Nederland. De Nederlandse cijfers hebben we gecorrigeerd voor de reeksbreuk in 2001 als gevolg van de revisie van de Nationale rekeningen.

^b Het betreft de conjuncturele componenten van het BBP en de voorraadvorming. Voor Nederland en het eurogebied in constante prijzen van 2001 en voor de VS in constante prijzen van 2000. De data zijn voor seizoenen gecorrigeerd. Zie de voetnoot bij figuur 2.2 voor de berekeningswijze van de conjuncturele component.

De veranderingen in voorraden gedragen zich vaak procyclisch. Uit figuur 2.2 blijkt dat perioden van economische neergang vaak gepaard gaan met een afname in de investeringen in voorraden. Evenzeer gaan perioden van economische opgang veelal gepaard met een toename van de voorraadvorming. De laatste periode van hoogconjunctuur en laagconjunctuur was deze relatie minder eenduidig. Tijdens de 'boom' van eind jaren negentig nam de voorraadvorming nauwelijks toe, tijdens de daarop volgende recessie nam de voorraadvorming nauwelijks af.

Tijdens drie van de laatste vier recessies versterkte de voorraadvorming de conjuncturele neergang (zie tabel 2.1). Bijvoorbeeld tijdens de recessie van begin jaren negentig nam de conjuncturele component van het BBP met 3,8 miljard euro af (in constante prijzen van 2001). De investeringen in voorraden daalden in dezelfde periode met 1,9 miljard, zodat het aandeel van de voorraadvorming in de productiedaling maar liefst de helft bedroeg. De daadwerkelijke bijdrage van de voorraadvorming aan het BBP zal overigens een stuk kleiner zijn geweest, doordat vaak een aanzienlijk deel van de voorraadvorming afkomstig is uit het buitenland. Ook tijdens de recessies van begin jaren tachtig en de tweede helft van de jaren tachtig ging de productiedaling gepaard met een substantiële afname van de voorraadvorming. Alleen tijdens de recessie van de afgelopen jaren namen de veranderingen in voorraden licht toe.

Ook in het eurogebied en in de Verenigde Staten gingen recessies veelal gepaard met een afname van voorraadvorming. In het eurogebied vormde de afgelopen recessie – net zoals in Nederland – de uitzondering op de regel. Maar ook in de Verenigde Staten ontstonden de afgelopen decennia twee recessies, waarbij geen sprake was van een teruggang van de voorraadvorming. Geconcludeerd kan worden dat de veranderingen in voorraden een economische neergang aanzienlijk kunnen versterken, maar dat dit niet altijd het geval is.

De relatieve variantie van productie en afzet is een kengetal, dat veel aandacht krijgt in de voorraadliteratuur. Economen gaan/gingen er altijd van uit dat bedrijven voorraden gebruikten als buffer om de productie glad te strijken ('production smoothing'). Vraagschokken worden opgevangen via de voorraadvorming, omdat het aanpassen van de productie kosten met zich meebrengt. Volgens dit 'production smoothing'-model zou de volatiliteit van de afzet dus groter moeten zijn dan de volatiliteit van de productie.

In de Verenigde Staten is echter het omgekeerde het geval. De variantie van de productie is ongeveer 30% hoger dan de variantie van de afzet (zie tabel 2.2). Dit heeft in de literatuur geleid tot allerlei aanpassingen van het oorspronkelijke model. Eén aanpassing is de introductie van het zogenaamde 'stockout-avoidance'-motief voor het aanhouden van voorraden, waarbij bedrijven een vast aandeel van hun afzet als voorraad willen aanhouden. Een toename van de afzet kan dan op korte termijn gepaard gaan met een sterkere stijging van de productie, omdat bedrijven hun voorraden op peil willen houden. Een ander alternatief dat is aangedragen is dat bedrijven niet hun productie gladstrijken, maar de kosten ('cost smoothing'). Bedrijven produceren veel wanneer de kosten laag zijn – bijvoorbeeld de lonen of de grondstoffenprijzen (zie paragraaf 3). Maar er zijn ook economen die zeggen dat de Amerikaanse data niet goed zijn (zie Fair (1989)).

Het is opvallend dat in Nederland de volatiliteit van de productie wel kleiner is dan de volatiliteit van de afzet. De correlatiecoëfficiënt tussen afzet en voorraadvorming bedraagt op korte termijn – 0,37. Dat afzet en voorraadvorming negatief gecorreleerd zijn, volgt ook direct uit de definitie dat de productie gelijk is aan de afzet plus de voorraadvorming ($Y = S + \Delta I$).

Immers, $\text{var}(Y) = \text{var}(S) + \text{var}(\Delta I) + 2\text{cov}(S, \Delta I)$, zodat bij $\text{var}(S) > \text{var}(Y)$ de covariantieterm wel negatief moet zijn. In Nederland vangen bedrijven op korte termijn schokken in de afzet op door hun voorraden aan te spreken.

Tabel 2.2 Volatiliteit van productie en afzet, 1977:1-2004:4^{a,b,c}

	Var(Y) / Var(S)	Correlatie (S, ΔI)
Nederland	0,94	- 0,37
Eurogebied	1,15	- 0,04
Verenigde Staten	1,31	0,27

^a Bron: OESO Main Economic Indicators (Eurogebied en Verenigde Staten) en CBS Kwartaalrekeningen (Nederland). Zie ook voetnoot (a) bij tabel 2.1.

^b De afzet (S) is hier gedefinieerd als het BBP (Y) minus de voorraadvorming (ΔI).

^c Betreft de varianties en covariantie van de conjuncturele componenten van productie, afzet en voorraadvorming. Zie de voetnoot bij figuur 2.2 voor de berekeningswijze.

Bedrijven houden drie soorten voorraden aan: (1) grondstoffen en halffabrikaten, (2) onderhanden werk en (3) finale goederen. In de Amerikaanse industrie beslaan alle drie de soorten ongeveer een derde van het totaal, waarbij de voorraden van finale producten het minst volatiel zijn. In de Verenigde Staten wordt ruim een derde van de voorraden aangehouden in de industrie. Ruim de helft van de voorraden is handen van de detail- en groothandel. Deze bestaan natuurlijk in z'n geheel uit finale goederen (zie bijvoorbeeld Ramey en West (1999)).

Tabel 2.3 Veranderingen in voorraden naar productgroepen in Nederland, 1987-2004^a

	Gemiddelde	Idem, in % totaal	Variantie	Idem, in % totaal
	in miljarden euro's			
Agrarische producten & voedingsmiddelen	0,0	- 1	0,1	5
Olie en gas	0,0	1	0,0	1
Chemische producten	0,1	9	0,1	3
Metaal- en elektrotechnische producten	0,5	73	1,0	56
Overig	0,1	19	0,1	5
Totaal	0,6	100	1,8	100

^a In lopende prijzen.

In Nederland beschikken we alleen informatie over de veranderingen in voorraden naar productgroepen. Uit tabel 2.3 blijkt dat de verandering in voorraden vooral gelokaliseerd is bij de metaal- en elektrotechnische producten, zoals basismetalen, machines, auto's en computers. De voorraden agrarische producten en voedingsmiddelen, olie en chemische producten zijn de afgelopen vijftien jaar nauwelijks veranderd. Dit betekent natuurlijk niet dat het niveau van de voorraden van deze productgroepen ook nul is. De verandering van voorraden van metaal- en elektrotechnische producten is ook verreweg het meest bewegelijk.

Het CBS maakt bij de bepaling van de veranderingen in voorraden in de Kwartaalrekeningen en de Nationale rekeningen gebruik van een aantal bronnen. In de eerste plaats gebruiken ze informatie over grote investeringsprojecten. De productie van investeringsprojecten – met uitzondering van de bouwinvesteringen – leidt in eerste instantie tot een toename van voorraden onderhanden werk en pas bij de aflevering tot een toename van de investeringen (en een afname van de voorraden). Bij het vervaardigen van de Nationale rekeningen neemt het CBS ook informatie mee over geobserveerde voorraden in de industrie. Daarnaast wordt de voorraadvorming ook bepaald als weloverwogen restpost tussen aan de ene kant productie en invoer en aan de andere kant de afzet. Indien van een bepaald product de productie plus de invoer groter is dan de afzet dan moet dat immers wel betekenen dat de voorraden zijn toegenomen.

Omdat de voorraadvorming deels als een saldo berekend wordt, zou je een grote onzekerheid verwachten. Tabel 2.4 toont de bijstellingen van het CBS van de toename van de voorraadvorming vanaf de ‘reguliere’ Kwartaalrekeningen (ongeveer drie maanden na het einde van het jaar) tot de ‘definitieve’ Nationale rekeningen (ongeveer twee en half jaar na het einde van het jaar).² De gemiddelde absolute schattingsfout bedraagt 0,7 à 1,0 miljard of ongeveer een ¼% van het BBP. Opvallend is dat de kwaliteit van het voorlopige cijfer uit de Kwartaalrekeningen zeker niet onder doet voor de latere schattingen uit de Nationale rekeningen.

Tabel 2.4 Aanpassingen van realisaties van toename van voorraadvorming op jaarbasis, 1992-2002^a

	Gemiddelde fout	Gemiddelde absolute fout
	in miljarden euro's	
Kwartaalrekeningen ('regulier')	0,0	0,7
Nationale rekeningen ('voorlopig')	0,5	1,0
Nationale rekeningen ('nader voorlopig')	0,1	0,8

^a In lopende prijzen.

3 Een model voor de voorraadvorming

Het standaardmodel voor de voorraadvorming is het zogenoemde lineaire kwadratische voorraadmodel dat teruggaat tot Holt et al. (1960). In deze paragraaf leiden we een tamelijk algemene versie af van dit model.³ Een toename van de afzet kan op korte termijn zowel leiden tot een toename als een afname van de voorraden. Bedrijven hebben te maken met de kosten van productie en van het aanhouden van voorraden. Het model luidt in reële termen.

² Ongeveer anderhalve maand na het einde van het jaar publiceert het CBS altijd de zogenoemde 'flash'-raming voor de Nederlandse economie. De veranderingen in voorraden worden echter pas voor het jaar 2001 afzonderlijk gepubliceerd, wat de reden is dat we de 'flash' in tabel 2.4 buiten beschouwing hebben gelaten.

³ Zie bijvoorbeeld Ramey en West (1999) voor een soortgelijk model.

De productiekosten van bedrijven op tijdstip t (C_{Y_t}) luiden als volgt:

$$(1) \quad C_{Y_t} = (a/2)Y_t^2 + v_t Y_t$$

met Y_t de productie. De coëfficiënt v_t , een exogene schok op de productiekosten, is ook groter of gelijk aan nul en kan variëren in de tijd. De coëfficiënt a kan zowel positief als negatief zijn. In het normale geval van $a > 0$ nemen de marginale kosten toe met de productie. Het is voor bedrijven dan aantrekkelijk om de productie glad te strijken.

De kosten van het aanhouden van voorraden op tijdstip t (C_{I_t}) zijn als volgt:

$$(2) \quad C_{I_t} = (b/2)[I_t - cS_t]^2 + e_t I_t$$

met S_t de afzet, I_t de voorraden en $b \geq 0$ en $c \geq 0$. De coëfficiënt e_t , een exogene schok op de kosten van het aanhouden van voorraden, is ook groter of gelijk aan nul en kan variëren in de tijd. Bedrijven streven ernaar een vast percentage van de afzet in voorraad te hebben. Zijn de voorraden lager dan neemt de kans toe dat bedrijven niet aan de vraag naar hun producten kunnen voldoen. De voorraden moeten ook weer niet te groot want het aanhouden voorraden kost natuurlijk geld.

De totale kosten van bedrijven (C_t) zijn dan gelijk aan de productiekosten en de kosten van het aanhouden van voorraden:

$$(3) \quad C_t = C_{Y_t} + C_{I_t}$$

En per definitie is de productie gelijk aan de afzet plus de toename van de voorraden:

$$(4) \quad Y_t = S_t + \Delta I_t$$

Bedrijven maximaliseren de contante waarde van de verwachte toekomstige winsten. Omdat we de afzet en de afzetprijs exogeen veronderstellen is dat hetzelfde als het minimaliseren van de kosten:

$$(5) \quad E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t C_t$$

met E de verwachtingsoperator en β de discontofactor. Substitutie van vergelijkingen (1), (2), (3) en (4) in vergelijking (5) en differentiëren naar I_t levert het volgende stelsel van Euler-vergelijkingen op:

$$(6) \quad E_t \{ a\beta I_{t+1} - [a\beta + a + b]I_t + aI_{t-1} \}$$

$$= E_t \{ -a\beta S_{t+1} + (a - bc)S_t - \beta v_{t+1} + v_t + e_t \}$$

Met behulp van Sargent (1979) kan aangetoond worden dat de volgende vergelijking de oplossing vormt van het stelsel Euler-vergelijkingen (zie bijlage A):

$$(7) \quad I_t = \lambda I_{t-1} - \lambda \left(1 - \frac{bc}{a}\right) S_t + \left[1 - \lambda \left(1 - \frac{bc}{a}\right)\right] E_t \sum_{j=1}^{\infty} (\lambda\beta)^j S_{t+j} - \frac{\lambda}{a} e_t$$

$$- \frac{\lambda}{a} E_t \sum_{j=1}^{\infty} (\lambda\beta)^j e_{t+j} - \frac{\lambda}{a} v_t + \frac{1}{a} (1 - \lambda) E_t \sum_{j=1}^{\infty} (\lambda\beta)^j v_{t+j}$$

De voorraden op tijdstip t zijn dus afhankelijk van de afzet, de voorraadkosten en de productiekosten op tijdstip t en de verwachtingen over de toekomstige afzet, voorraadkosten en productiekosten. In het normale geval dat de marginale productiekosten toenemen met de productie ($a > 0$)⁴ dan geldt dat $0 < \lambda < 1$ (zie bijlage A). Zowel hogere huidige als hogere toekomstige voorraadkosten leiden dan tot lagere voorraden. Ook hogere productiekosten in het heden leiden tot lagere voorraden. Hogere productiekosten in de toekomst leiden juist tot hogere voorraden nu. Het wordt voor bedrijven immers voordelig om nu veel te produceren en die productie in de toekomst te verkopen.

Het effect van de huidige afzet op de voorraden is minder eenduidig. De term $-\lambda \left(1 - \frac{bc}{a}\right)$ kan zowel positief als negatief zijn. Als de coëfficiënten b en c voldoende groot zijn in vergelijking met a , dan is de term positief. De kosten van te lage voorraden in verhouding tot de afzet wegen in dat geval zwaarder dan de kosten van het verhogen van de productie. Een verhoging van de afzet leidt dan meteen tot hogere voorraden. Als het duur is om de productie te verhogen – coëfficiënt a is voldoende groot – dan is de term negatief. Een toename van de afzet leidt dan in eerste instantie tot voorraadintering. Het effect van de verwachte afzet is altijd positief, omdat altijd geldt $-\lambda \left(1 - \frac{bc}{a}\right) > -1$.

Hoewel het lineaire kwadratische voorraadmodel zeer populair is onder economen, is er ook de nodige kritiek. Eén kritiekpunt is dat het model feitelijk de voorraadvorming van finale goederen van producenten beschrijft (zie bijvoorbeeld Blinder en Maccini (1991)). In de Verenigde Staten bedragen de voorraden van finale producten echter slechts 15% van de totale voorraden. Bovendien is het ook nog eens de minst volatiele voorraadcategorie. Volgens Ramey en West (1999) is dit echter een te beperkte interpretatie van het model. De voorraden onderhanden werk passen op natuurlijke wijze in het model: een afname van deze categorie

⁴ In het geval de marginale kosten afnemen met de productie dan hebben bedrijven een prikkel om de productie te concentreren in een bepaalde periode ('bunching' in plaats van 'smoothing'). Sommige economen zien dit als een mogelijke verklaring voor de relatief hoge volatiliteit van de productie.

voorraden gaat één op één gepaard met een toename van de afzet. Bovendien is het goed mogelijk dat het aggregaat van alle bedrijfstakken – waarin dus geen intermediaire voorraadvorming plaatsvindt - door een onzichtbare hand het bovenstaande optimaliseringsprobleem volgt. Blanchard (1983) modelleert bijvoorbeeld expliciet de voorraadvorming van de auto-industrie en de autohandel en laat zien dat de twee bedrijfstakken samen zich in het optimum gedragen conform het lineaire kwadratische model. Dit laatste argument geldt natuurlijk in sterkere mate voor een gesloten economie als de Amerikaanse dan voor een open economie als de Nederlandse.

Een ander kritiekpunt betreft de empirische onderbouwing van het model. De parameter λ in vergelijking (7) kan geïnterpreteerd worden als de aanpassingssnelheid of liever aanpassingstraagheid van de voorraden naar het optimale niveau van de voorraden (zie bijlage B). Voor Amerikaanse kwartaaldata worden meestal waarden voor deze coëfficiënt gevonden van 0,8 à 0,9. Dit betekent dat bedrijven per kwartaal slechts 10 à 20% van het verschil tussen de voorraad en de optimale voorraad overbruggen. Blinder en Maccini (1991) vinden dit ongeloofwaardig laag.

In het lineaire kwadratische model wordt eigenlijk nooit een effect van de rente op de voorraadvorming gevonden. Een probleem daarbij is dat het via de discountfactor β in een uiterst vervelende functionele vorm in de vergelijking terecht komt. Ook een effect van de productiekosten, zoals bijvoorbeeld arbeidskosten of grondstoffenprijzen, wordt zelden gevonden. De productiekosten zijn wel vaak significant als ze gemodelleerd worden als een niet geobserveerde storing met een sterke autocorrelatie. Het 'stockout avoidance'-motief doet het daarentegen empirisch wel goed. Een probleem is wel dat het een beetje *ad hoc* gemodelleerd is in het lineaire kwadratische model. Indien een bedrijf niet kan leveren aan zijn klanten dan leidt dat niet tot hogere kosten, maar tot lagere inkomsten.

Blinder en Maccini (1991) pleiten hierdoor voor een andere aanpak. Zij vinden het zogenoemde (S,s) voorraadmodel veelbelovend, waarin bedrijven te maken hebben met vaste kosten bij het inkopen van goederen. Voor de detailhandel zullen de kosten – bijvoorbeeld voor transport – van de inkoop van één T-shirt niet lager zijn dan de kosten van de inkoop van tien T-shirts. Het kan dan voor de detailhandel voordelig zijn op een bepaald moment veel in te kopen. Zo kan de productie toenemen bij een gelijkblijvende afzet. Dit model is van toepassing op de detailhandel, groothandel en de inkoop van grondstoffen en halffabrikaten door de industrie. Het beschrijft dus een groter deel van de voorraden in de economie. Een probleem met dit soort modellen is dat ze moeilijk te aggregeren zijn teneinde iets te kunnen zeggen over de voorraadvorming op macroniveau.

4 Schattingsresultaten

Vergelijking (7) relateert het niveau van de voorraden aan het niveau van de afzet, de voorraadkosten en de productiekosten. De Kwartaalrekeningen van het CBS bevatten, zoals gezegd, geen informatie over het niveau van de voorraden, maar alleen over de voorraadvorming of de veranderingen in voorraden. Dat is jammer, maar op zich ook weer niet zo problematisch. Het zou namelijk onverstandig zijn om de vergelijking in niveaus te schatten. De niveaus van bijvoorbeeld de voorraden en de afzet zijn namelijk geen stationaire reeksen. Bovendien zijn we toch meer geïnteresseerd in de veranderingen in voorraden en de mutatie van de veranderingen in voorraden. We besluiten daarom de vergelijking in eerste verschillen te schatten.

De voorraden hangen in vergelijking (7) af van de verwachtingen omtrent de toekomstige afzet, de voorraadkosten en de productiekosten. We moeten dus een aanname maken over de verwachtingsvorming van bedrijven. Het is mogelijk de vergelijking te schatten onder de hypothese van rationele verwachtingen. In SAFFIER zijn adaptieve verwachtingen echter gebruikelijk. Aangenomen is daarom dat de verwachting voor een variabele voor tijdstip $t+j$ gelijk is het gemiddelde niveau in de afgelopen T kwartalen vermenigvuldigd met een constante groeivoet.⁵ Voor de verwachte afzet op tijdstip $t+j$ geldt dan bijvoorbeeld:

$$(8) \quad E_t S_{t+j} = (1+g)^j \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T S_{t-i}$$

Voor de verwachte voorraadkosten en productiekosten kunnen we een soortgelijke vergelijking opstellen. Substitutie van de uitdrukkingen voor de verwachtingen in vergelijking (7) en het nemen van eerste verschillen levert dan het volgende model op, waarbij de constante groeivoeten g terecht komen in de coëfficiënten:

$$(9) \quad \Delta I_t = \lambda \Delta I_{t-1} + \alpha \Delta S_t + \beta \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \Delta S_{t-i} + \gamma \Delta e_t + \delta \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \Delta e_{t-i} + \varepsilon \Delta v_t + \varsigma \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \Delta v_{t-i} + u_t$$

waarbij u_t een storingsterm is met een normale verdeling $N(0, \sigma^2)$.

We hebben vergelijking (9) geschat met kleinste kwadraten op kwartaaldata van 1977:1-2002:4, het laatste definitieve jaar in de Nationale rekeningen. De voorraadvorming betreft de seizoengecorrigeerde cijfers in constante prijzen van 2001 uit de Kwartaalrekeningen.⁶ Ook de

⁵ Fair (1989) gaat in een soortgelijk model uit van de hypothese van rationele verwachtingen (geschat met de momentenschatter van Hansen) en adaptieve verwachtingen (geschat met kleinste kwadraten). Hij komt tot de conclusie dat de uitkomsten tot 'roughly the same results' leiden, met misschien een 'slight edge' voor de rationele verwachtingen hypothese.

⁶ Vorig jaar heeft het CBS een revisie van de Nationale rekeningen doorgevoerd, waardoor (tijdelijk) vanaf het jaar 2001 een reeksbreuk is ontstaan. In dit memorandum gaan we uit van de Nationale rekeningen na revisie. De cijfers van voor 2001 zijn technisch teruggelgd met behulp van de oude Nationale rekeningen. In het algemeen is dit gedaan door de oude

groei van de afzet is afkomstig uit de Kwartaalrekeningen. Als afzetbegrip hanteren we de finale afzet (consumptieve bestedingen, investeringen en uitvoer) ofwel het BBP verminderd met de voorraadvorming en vermeerderd met de invoer. De vergelijking is geschat met de absolute toename van afzet in constante prijzen van 2001, waarbij we bij de verwachtingsvariabele een vertraging van 4 kwartalen hanteren ($T=4$ in vergelijking (9)).

De kosten van het aanhouden van voorraden benaderen we aan de hand van de reële rente. De nominale rente is gelijk aan het gemiddelde van de korte en de lange rente. De nominale rente wordt reëel gemaakt met het voortschrijdend gemiddelde van de finale afzetprijs over vier kwartalen. We gebruiken de absolute mutatie van de reële rente op jaarbasis in procenten, waarbij we uitgaan van een vertraging van 4 kwartalen in de verwachtingsterm. De data zijn onttrokken aan de kwartaaldatabase van het CPB.

Voor de productiekosten hebben we twee verschillende definities geprobeerd. In beide gevallen gaan we uit van de reële gewogen productiekosten voor het vervaardigen van de finale afzet, waarbij de nominale productiekosten reëel zijn gemaakt met de mutatie van de afzetprijs. Bij de eerste definitie bestaan de productiekosten uit de arbeidskosten per eenheid product in de marktsector, invoer van goederen voor de wederuitvoer, overige invoer van grondstoffen en halffabrikaten, invoer van energie, invoer van intermediaire diensten en de kapitaalkosten in de marktsector. Bij de tweede definitie doen we hetzelfde, maar laten we de kapitaalkosten buiten beschouwing. We gebruiken bij het schatten de kwartaal-op-kwartaalgroei van de reële gewogen productiekosten in perunen, waarbij voor de verwachtingsterm wederom een vertraging van 4 kwartalen wordt ingezet. De data die gebruikt zijn voor de constructie van de twee reeksen zijn eveneens afkomstig uit de CPB-database.

Ten slotte geldt voor alle reeksen – verandering in voorraden in constante prijzen, absolute toename finale afzet in constante prijzen, absolute toename reële rente en de relatieve mutatie (of bij benadering de absolute mutatie van de log) van de reële productiekosten – dat we niet kunnen verwerpen dat ze stationair zijn.

De schattingsresultaten staan vermeld in tabel 4.1. In de eerste kolom (specificatie (a)) staan de uitkomsten indien we de kapitaalkosten meenemen in de productiekosten, in de tweede kolom (specificatie (b)) staan de uitkomsten voor het geval we dat niet doen. De geschatte coëfficiënten voor de vertraagde voorraadvorming, de afzet en de verwachte afzet liggen in beide specificaties dicht bij elkaar. De parameters hebben alledrie een plausibel teken en de standaardfouten zijn relatief klein. De aanpassingscoëfficiënt λ bedraagt ongeveer 0,55, wat een stuk minder hoog is dan de 0,8 à 0,9 die vaak in Amerikaanse studies wordt gevonden.

groeivoeten op de nieuwe niveaus te zetten. In het geval van de voorraadvorming hebben we dit gedaan door het verschil tussen BBP en voorraadvorming terug te leggen om vervolgens de voorraadvorming weer uit te rekenen door dit teruggelegde verschil af te trekken van het teruggelegde BBP.

Bedrijven maken per kwartaal bijna 45% van het verschil tussen bestaande en gewenste voorraad goed. Een toename van de huidige afzet kon in theorie zowel positief als negatief zijn. Het is niet verrassend dat hij voor de Nederlandse data negatief uitpakt. We zagen in paragraaf 2 al dat de voorraden en de afzet op korte termijn een negatieve correlatie vertonen. Op wat langere termijn volgen de voorraden wel de afzet: het effect van de verwachte afzet is positief en groter dan het negatieve effect van de huidige afzet.

Tabel 4.1 Schattingsresultaten^a

Verklarende variabele	Coëfficiënt	Specificatie (a)	Specificatie (b)	Specificatie (c)	Specificatie (d)
Voorraadvorming t-1	λ	0,54 (0,07)	0,56 (0,07)	0,55 (0,08)	0,58 (0,08)
Afzet	α	- 0,24 (0,04)	- 0,29 (0,05)	- 0,25 (0,05)	- 0,32 (0,05)
Verwachte afzet	β	0,38 (0,06)	0,45 (0,06)	0,38 (0,06)	0,44 (0,06)
Rente	γ	0,12 (0,04)	0,14 (0,05)		
Verwachte rente	δ	- 0,00 (0,07)	- 0,01 (0,07)	- 0,01 (0,07)	- 0,02 (0,07)
Productiekosten	ϵ	0,53 (3,78)	- 12,58 (9,98)	2,17 (3,84)	- 17,48 (10,29)
Verwachte productiekosten	ζ	- 2,38 (10,44)	39,33 (28,22)	- 6,85 (10,62)	9,69 (27,65)
	R^2	0,46	0,49	0,42	0,44
	SE	0,58	0,56	0,60	0,59
	DW	1,95	1,85	2,09	2,07
	Schattingsperiode	1978:2-2002:4	1978:2-2002:4	1978:2-2002:4	1978:2-2002:4

^a Getallen tussen haakjes zijn de standaardfouten.

De resultaten voor deze twee specificaties zijn toch niet helemaal bevredigend. Het effect van een hogere rente is in beide specificaties positief, terwijl we juist een negatief effect zouden verwachten. De geschatte coëfficiënt van de verwachte reële rente heeft in beide gevallen wel het goede teken. In specificatie (b) zijn de parameters voor de productiekosten en de verwachte productiekosten – hier dus exclusief de kapitaalkosten – conform het theoretische model. Een stijging van de huidige reële productiekosten leidt tot een afname van de voorraden. Het is voor bedrijven in dat geval immers voordelig om even wat minder te produceren. Een toename van de verwachte productiekosten zorgt juist voor een toename van de voorraden, omdat het voor bedrijven in dat geval aantrekkelijk is om nu meer te produceren. Specificatie (a) doet het wat betreft de productiekosten minder goed. De geschatte coëfficiënten voor de huidige en de verwachte productiekosten hebben het verkeerde teken.

We besluiten de vergelijking te herschatten, maar dan zonder de variabele van de huidige reële rente. Het weglaten van de huidige rente is op zich niet zo een heel groot verlies. De effecten van de huidige en de verwachte rente moeten hetzelfde teken hebben, zodat er wel wat voor te zeggen is om beide te combineren in één variabele. De resultaten van deze nieuwe schattingen staan vermeld onder de kopjes specificatie (c) (met de productiekosten inclusief de kapitaalkosten) en specificatie (d) (met de productiekosten exclusief de kapitaalkosten).

Het weglaten van de huidige reële rente heeft nauwelijks invloed op de coëfficiënten voor de vertraagde voorraadvorming, de huidige toename van de afzet en de verwachte toename van de afzet. Het effect van de verwachte toename van de rente is in beide specificaties iets negatiever geworden en de standaardfouten voor deze parameter licht kleiner. De productiekosten inclusief kapitaalkosten in specificatie (c) doen het nog steeds slecht. De coëfficiënt voor de verwachte productiekosten en de huidige productiekosten hebben nog steeds het verkeerde teken. In specificatie (d) blijven deze parameters het goede teken houden.

Het zal niet verbazen dat de voorkeur uitgaat naar specificatie (d).⁷ De vertraagde voorraadvorming, de afzet en de verwachte van de afzet doen het verrassend goed. Een toename van de afzet leidt op termijn voor 7% [= $(0,44 - 0,32) / (1 - 0,58) / 4$] tot hogere voorraden. Indien de voorraden nu ongeveer 8½% van de finale afzet bedragen, zoals figuur 2.1 in paragraaf 2 suggereert, dan impliceert de geschatte vergelijking dat de voorraadquote op lange termijn nog wat verder zal afnemen. Aannemelijke redenen zijn efficiënter voorraadbeheer en de verschuiving van goederenproductie naar dienstverlening in de economie.

De geschatte coëfficiënten voor de reële rente, de productiekosten en de verwachte productiekosten hebben alledrie het theoretisch verwachte teken. De gevonden effecten zijn echter klein – vooral bij de rente – en de standaardfouten zijn behoorlijk groot. Dit is in lijn met de economische literatuur, waar zelden robuuste effecten van deze variabelen op de voorraden worden gevonden. Een stijging van de reële rente van 1%-punt leidt op termijn tot een afname van de voorraden van slechts 0,05 miljard euro [= $-0,02 / (1 - 0,58)$] in prijzen 2001. Een stijging van de reële productiekosten met 1% zorgt op termijn tot een afname van de voorraden met 0,19 mld euro [= $(-17,5 + 9,7) / (1 - 0,58) / 100$]. Daarbij moet we wel bedenken dat de reële productiekosten op lange termijn constant zijn. Bedrijven zullen hogere kosten na verloop van tijd doorrekenen in de afzetprijzen.

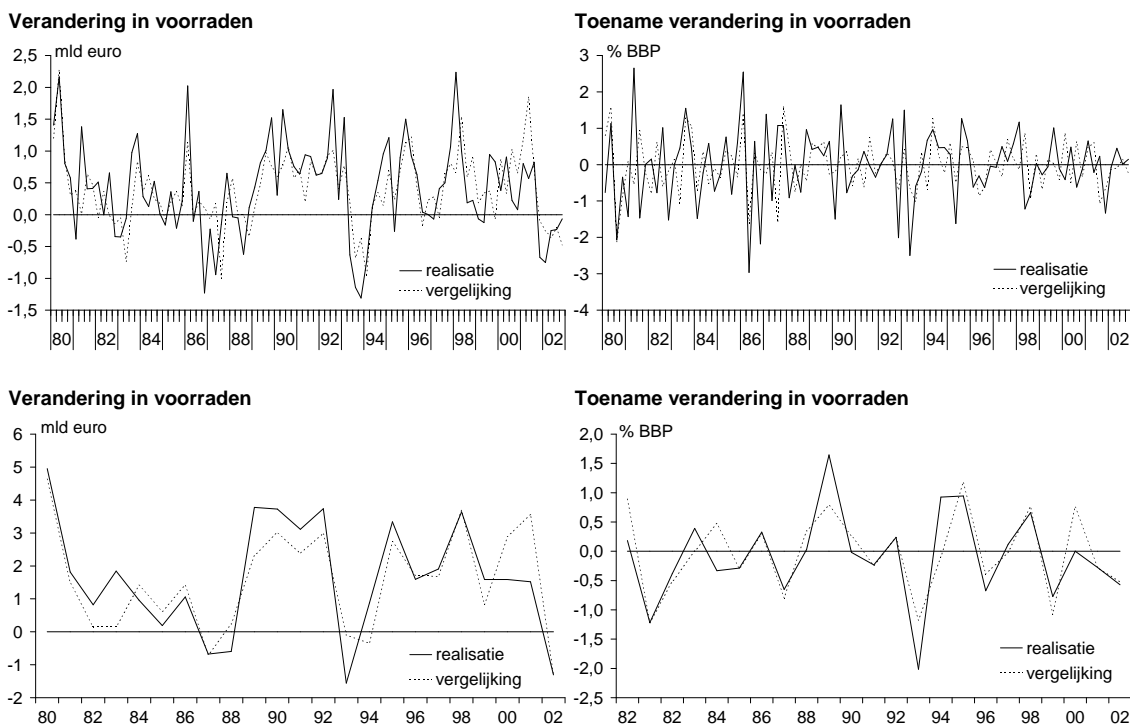
De verklaringskracht van specificatie (d) is met een R^2 van 0,44 niet bijster hoog, maar misschien mag meer ook niet verwacht worden van een erratische reeks met deels een ‘restpostkarakter’ als de voorraadvorming. Figuur 4.1 geeft de fit van de vergelijking op kwartaalbasis en op jaarbasis. De twee linkse figuren beschrijven de voorraadvorming (op

⁷ In bijlage C vergelijken we deze nieuwe vergelijking met de oude vergelijking in SAFFIER.

respectievelijk kwartaalbasis en jaarbasis), de twee rechtse figuren de mutatie van de voorraadvorming uitgedrukt als percentage van het BBP. Dit laatste is natuurlijk het meest van belang voor de onze ramingen van de economische groei. Het model biedt een redelijke beschrijving van de data, maar hier en daar zijn de fouten nog behoorlijk groot. Ook moet bedacht worden dat in de berekeningen de verklarende variabelen geacht worden bekend te zijn.

We zagen eerder dat de voorraadvorming over de tijd minder volatiel is geworden. Kan het model de afname van de volatiliteit verklaren? De standaarddeviatie van de mutatie van de voorraadvorming als percentage van het BBP op kwartaalbasis nam af van 1,2% in de periode 1980-1990 tot 0,8% in de periode 1991-2002. De vergelijking beschrijft een (iets minder sterke) daling tussen deze twee perioden van 0,8% naar 0,6%. Het lijkt erop dat de lagere volatiliteit voor een aanzienlijk deel voortkomt uit de lagere volatiliteit van de afzet.

Figuur 4.1 Fit van de vergelijking op kwartaalbasis (boven) en jaarbasis (onder), 1980-2002 ^a



^a Verandering in voorraden en toename verandering in voorraden in constante prijzen 2001.

5 Simulaties met SAFFIER

We illustreren de eigenschappen van de nieuwe voorraadvergelijking aan de hand van drie standaardvarianten met SAFFIER:

- 1) een 1% hogere relevante wereldhandel;
- 2) een 1%-punt hogere korte- en lange rente;
- 3) een 20% hogere invoerprijs van energie.

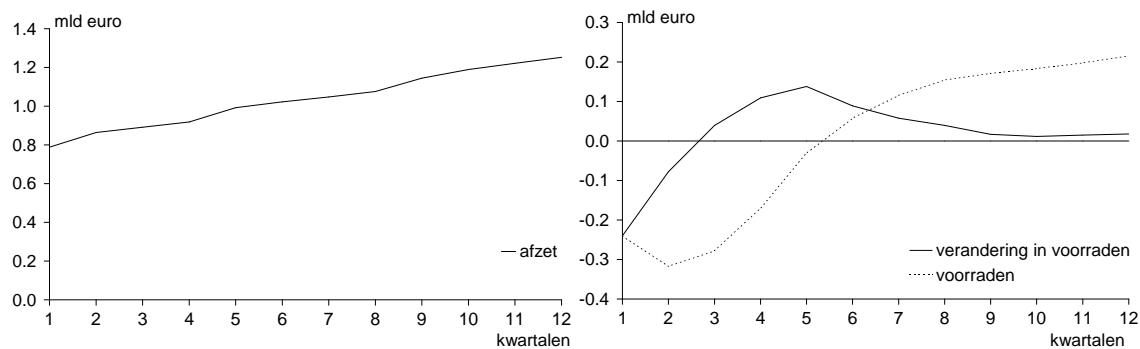
Alle drie de schokken worden gegeven in het eerste kwartaal. De cumulatieve uitkomsten in de eerste drie jaar voor een aantal relevante variabelen staan vermeld in tabel 5.1. In figuur 5.1-5.3 geven we de bijbehorende kwartaalpaden voor de finale afzet, de veranderingen in voorraden en het niveau van de voorraden in constante prijzen. Het niveau van de voorraden betreft het gecumuleerde effect op de voorraadvorming.

Tabel 5.1 Drie varianten met SAFFIER

	Wereldhandel +1%			Rente +1%			Invoerprijs energie +20%		
	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3
	cumulatieve afwijkingen in %								
Reële rente	-0,1	0,0	0,0	1,0	0,7	0,3	-0,6	-0,3	0,2
Finale afzet	0,5	0,5	0,6	-0,3	-0,8	-1,2	-0,2	-0,5	-0,7
Bruto binnenlands product	0,3	0,4	0,4	-0,3	-0,8	-1,3	-0,2	-0,4	-0,6
Voorraadvorming (% BBP)	-0,04	0,07	0,01	0,05	-0,02	-0,05	0,02	-0,01	-0,05
Prijs finale afzet	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	1,0	0,6	0,9	0,7
Reële productiekosten	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,5	0,3	0,2

De toename van de relevante wereldhandel leidt meteen in het eerste jaar tot een stijging van de uitvoer. De finale afzet neemt daarna nog wat verder toe. Gezinnen consumeren meer door een toename van de lonen. Bedrijven voeren hun investeringen op in reactie op de hogere bezettingsgraad en de verbeterde winstgevendheid. De toegenomen vraag naar goederen leidt in eerste instantie tot een afname van de voorraden. Het is kostbaar voor ondernemers om meteen volledig de productie aan te passen ('production smoothing'). Na verloop van tijd vullen ze hun voorraden weer aan, tot boven het niveau in de uitgangssituatie. Bedrijven willen door de gestegen afzet grotere voorraden aanhouden om te voorkomen dat ze 'nee' moeten verkopen aan klanten.

Figuur 5.1 Effect van 1% hogere wereldhandel op afzet en voorraden^a

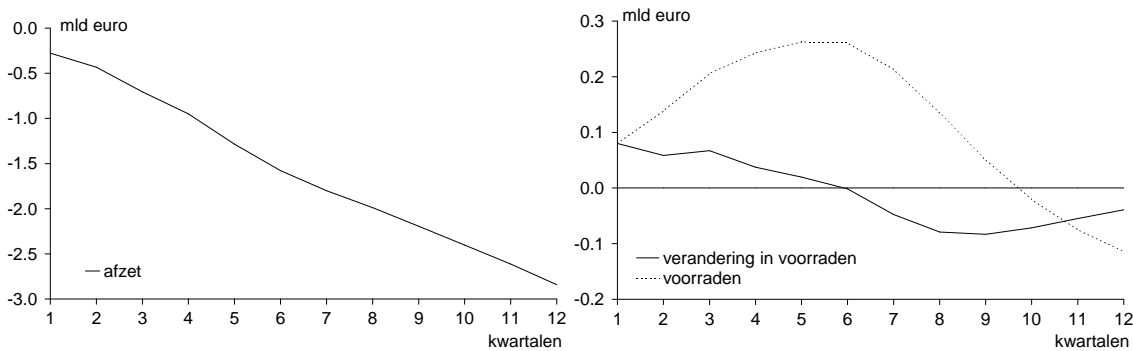


^a In constante prijzen van 2001.

De hogere rente leidt met een aanzienlijke vertraging tot een lagere afzet van bedrijven. Allereerst komen de particuliere consumptie en de investeringen onder druk te staan. De hogere rente maakt het immers duurder om geld te lenen en aantrekkelijker om te sparen. Ondernemers rekenen de gestegen kapitaalkosten met vertraging door in hun afzetprijzen. De gezinsbestedingen nemen hierdoor verder af. Ook de uitvoer ondervindt hiervan negatieve gevolgen omdat de prijsconcurrentiepositie verslechtert. De bezettingsgraad blijft dalen, zodat ook de investeringen verder wegzakken.

De afname van de finale afzet leidt tot een toename van de voorraden, doordat bedrijven de productie niet meteen volledig neerwaarts aanpassen. De daling van de afzet versnelt in het tweede jaar, zodat de opbouw van de voorraden lang aanhoudt. Aan het eind van het derde jaar bevinden de voorraden zich nog lang niet in een evenwicht. De finale afzet ligt na twaalf kwartalen ruim 2½ miljard euro lager (10 miljard euro op jaarbasis), terwijl de voorraden zich dan 0,1 miljard lager niveau bevinden. Het afbouwen van de voorraden vertraagt zelfs wat, doordat de krimp van de afzet in de loop van het derde jaar weer wat versnelt. Op termijn moet een afname van de afzet van 10 miljard euro leiden tot 0,7 miljard euro lagere voorraden (7%). Het directe effect van de hogere reële rente op de voorraden is gering: slechts 20 miljoen euro in het eerste jaar. Na het eerste jaar neemt de reële rente weer af, doordat bedrijven hun afzetprijzen verhogen.

Figuur 5.2 Effect van 1% hogere rente op afzet en voorraden^a

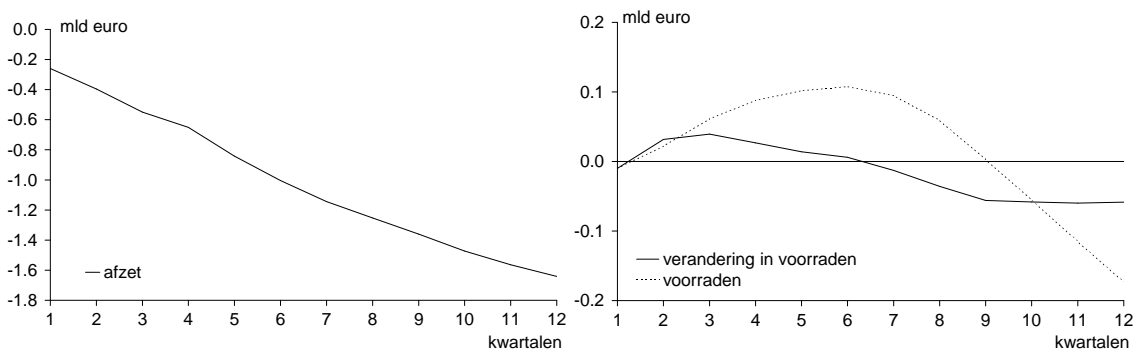


^a In constante prijzen van 2001.

De toename van de invoerprijs van energie leidt – net zoals bij de rentevariant – met een redelijke vertraging tot een lagere afzet. De hogere energieprijzen zetten het beschikbaar inkomen van gezinnen onder druk, waardoor de particuliere consumptie afneemt. Bovendien hollen ze de winsten van bedrijven uit, wat leidt tot lagere investeringen. De stijging van de reële productiekosten blijft beperkt tot 0,5% in het eerste jaar. Energie is een klein bestanddeel van de productiekosten en werkgevers wentelen via de lonen een deel van de lagere winstgevendheid af op werknemers. Bovendien berekenen bedrijven de hogere energieprijzen door in hun afzetprijzen.

De ontwikkeling van de voorraden komt sterk overeen met het verloop in de rentevariant. Een verschil is alleen dat de krimp van de afzet in deze invoerprijsvariant eerder vertraagt. Deze vertraging komt – in ons model met adaptieve verwachtingen – als een verrassing voor bedrijven. De voorraden nemen hierdoor sneller af en liggen aan het eind van het derde jaar dichterbij het lagere evenwichtsniveau. De voorraadvorming wordt wederom voornamelijk bepaald door het verloop van de afzet. De hogere productiekosten hebben het eerste jaar slechts een negatief effect van 110 miljoen euro op het niveau van de voorraden.

Figuur 5.3 Effect van 20% hogere invoerprijs energie op afzet en voorraden^a



^a In constante prijzen van 2001.

Bijlage A Oplossen van de Euler-vergelijkingen

Het stelsel van Euler-vergelijkingen in (6) kunnen we schrijven als:

$$(A.1) \quad \beta a \left\{ 1 - \Phi L + \frac{1}{\beta} L^2 \right\} I_{t+1} = \beta a (1 - \lambda_1 L)(1 - \lambda_2 L) I_{t+1}$$

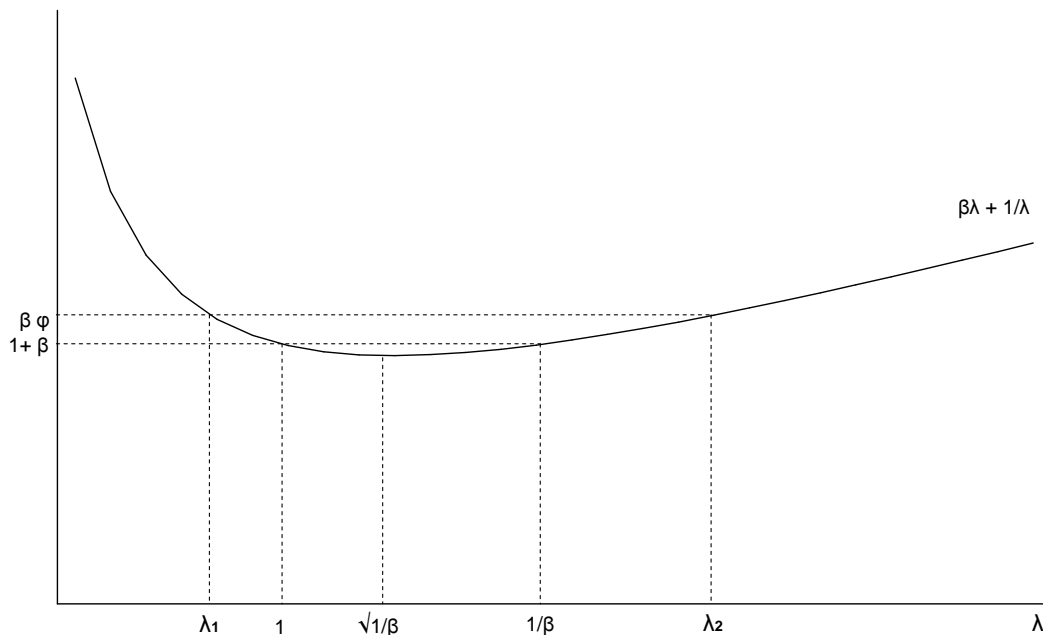
$$= -\beta a S_{t+1} + (a - bc) S_t - \beta v_{t+1} + v_t + e_t$$

In de bovenstaande vergelijking is L de vertragingsoperator en $\lambda_1 \lambda_2 = 1/\beta$ en $\lambda_1 + \lambda_2 = (\beta a + a + b)/\beta a = \Phi$, oftewel:

$$(A.2) \quad \beta \lambda_1 + \frac{1}{\lambda_1} = \beta \lambda_2 + \frac{1}{\lambda_2} = \beta \Phi = 1 + \beta + \frac{b}{a}$$

Onderstaande grafiek geeft een plot van de functie $f(\lambda) = \beta \lambda + 1/\lambda$. Aan de hand van deze grafiek kunnen we aantonen dat de oplossing voor λ_1 in vergelijking (A.2) tussen de 0 en 1 ligt als $a > 0$.

Grafiek



De functie f bereikt een minimale waarde bij $\lambda = \sqrt{1/\beta}$ van $2\sqrt{\beta}$. Voor $0 < \beta < 1$ geldt dat $1 + \beta > 2\sqrt{\beta}$. Het is eenvoudig te zien dat de functie f de waarde $1 + \beta$ bereikt bij $\lambda = 1$ en $\lambda = 1/\beta$. Bij $a > 0$ geldt dat $\beta \Phi = 1 + \beta + b/a > 1 + \beta$. Dit betekent dat voor de kleinste oplossing van vergelijking (A.2) geldt $0 < \lambda_1 < 1$ en voor de grootste oplossing $\lambda_2 > 1/\beta$.

Substitutie van $\lambda_1 = \lambda$ en $\lambda_2 = 1/\lambda\beta$ en beide zijden van (A.1) vermenigvuldigen met de inverse van $(1 - \lambda^{-1}\beta^{-1}L)$ en delen door βa levert de volgende algemene oplossing op van de differentievergelijking:

$$(A.3) \quad (1 - \lambda L)I_{t+1} = \frac{1}{\beta a} \frac{1}{(1 - \lambda^{-1}\beta^{-1}L)} \{-\beta a S_{t+1} + (a - bc)S_t - \beta v_{t+1} + v_t + e_t\} + d(\lambda^{-1}\beta^{-1})^t$$

De constante d in de homogene component van de oplossing stellen we op nul. Omdat zowel λ als β kleiner zijn dan 1 is dit de enige manier om een eindige oplossing te krijgen. De oplossing kunnen we dan schrijven als:

$$(A.4) \quad I_{t+1} - \lambda I_t = \frac{-(\lambda^{-1}\beta^{-1}L)^{-1}}{\beta a} \frac{1}{1 - (\lambda^{-1}\beta^{-1}L)^{-1}} \{-\beta a S_{t+1} + (a - bc)S_t - \beta v_{t+1} + v_t + e_t\}$$

De expressie $(1 - \lambda\beta L^{-1})^{-1}$ kunnen we schrijven als de convergerende reeks $(1 + \lambda\beta L^{-1} + \lambda^2\beta^2 L^{-2} + \dots)$. Vergelijking (A.4) wordt dan als volgt:

$$(A.5) \quad I_{t+1} - \lambda I_t = -\frac{1}{L} \frac{\lambda}{a} (1 + \lambda\beta L^{-1} + \lambda^2\beta^2 L^{-2} + \dots) \{-\beta a S_{t+1} + (a - bc)S_t - \beta v_{t+1} + v_t + e_t\}$$

We hoeven nu alleen nog maar beide zijden te vermenigvuldigen met de vertragingsoperator L en de reeks met 'lead'-operatoren toe te passen op de laatste expressie in (A.5) om vergelijking (7) in de tekst te krijgen.

Bijlage B Relatie met partieel aanpassingsmodel

Sinds Lovell (1961) is het partieel aanpassingsmodel voor de voorraden zeer populair in de empirische literatuur:

$$(B.1) \quad I_t - I_{t-1} = \frac{1}{1+\nu} (I_t^* - I_{t-1})$$

Hierin is I_t^* het optimale niveau van de voorraden, dat bijvoorbeeld afhankelijk is van de afzet, de rente et cetera. De coëfficiënt $1/(1+\nu)$ geeft de snelheid aan waarmee bedrijven hun voorraden aanpassen naar dit optimale niveau.

Het lineaire kwadratische model in vergelijking (7) is gerelateerd aan dit partiele aanpassingsmodel. We kunnen vergelijking (B.1) immers eenvoudig herschrijven als:

$$(B.2) \quad I_t = \frac{\nu}{1+\nu} I_{t-1} + \frac{1}{1+\nu} I_t^*$$

Vergelijking (B.2) heeft dezelfde vorm als vergelijking (7) met $\lambda = \nu/(1+\nu)$ of 1 min de aanpassingssnelheid in het partieel aanpassingsmodel.

Bijlage C Oude en nieuwe vergelijking

Tussen de nieuwe vergelijking voor de voorraadvorming in SAFFIER en de oude vergelijking bestaan grote overeenkomsten, maar ook een aantal in het oog springende verschillen. De oude vergelijking luidt als volgt:

$$(C.1) \quad \Delta I_f = -0,20\Delta S + 0,80g_3\Delta S - 0,06g_9\Delta r$$

met

- ΔI_f veranderingen in voorraden (excl. energie) in mld euro's in prijzen vorig kwartaal;
- ΔS absolute toename afzet in mld euro's in prijzen vorig kwartaal;
- Δr absolute toename reële rente (in procenten);
- g_3 verdragingsfunctie van 5 kwartalen (beginnende bij t-1);
- g_9 verdragingsfunctie van 4 kwartalen (beginnende bij t).

De nieuwe vergelijking ziet er als volgt uit:

$$(C.2) \quad \Delta I = 0,58\Delta I_{-1} - 0,32\Delta S + 0,44g_{13}\Delta S - 0,02g_{13}\Delta r - 17,5 \overset{\circ}{pk} + 9,7g_{13} \overset{\circ}{pk}$$

met

- ΔI veranderingen in voorraden in mld euro's in constante prijzen 2001;
- ΔS absolute toename afzet in mld euro's in constante prijzen 2001;
- Δr absolute toename reële rente (in procenten);
- $\overset{\circ}{pk}$ relatieve toename reële productiekosten (in perunen);
- g_{13} verdragingsfunctie van 4 kwartalen (beginnende bij t-1).

We verklaren niet langer de veranderingen in voorraden exclusief energie, maar de totale voorraadvorming. Het gemiddelde en de variabiliteit van de voorraadvorming van olie en gas is nagenoeg nul, zodat het niet zinvol is deze apart op te nemen in SAFFIER. In de nieuwe vergelijking is op theoretische gronden de verhoogde voorraadvorming opgenomen als verklarende variabele. Dit vergroot de verklaringskracht van de vergelijking aanzienlijk. Een hogere afzet leidt volgens de nieuwe specificatie op termijn tot een lagere toename van de voorraden: 7% [= (0,44 - 0,32)/(1 - 0,58)/4] versus 15% [= (0,80 - 0,20)/4]. Het effect van rente op de voorraadvorming blijft onveranderd laag. Nieuw is dat de groei van de productiekosten en de verwachte productiekosten nu enige invloed hebben op veranderingen in voorraden.

Referenties

Abramovitz, M, 1950, *Inventories and business cycles*, NBER, New York.

Blanchard, O.J., 1983, The production and inventory behavior of the American automobile industry, *Journal of Political Economy*, 91, pag. 365-400.

Blinder, A.S. en L.J. Maccini, 1991, The resurgence of inventory research: what have we learned?, *Journal of Economic Surveys*, 5(4), pag. 291-328.

CPB, 1992, *FKSEC - a macro-econometric model for the Netherlands*, Stenfert Kroese Uitgevers, Leiden/Antwerpen.

CPB, 2002, *SAFE - Een kwartaalmodel van de Nederlandse economie voor korte-termijnanalyses*, CPB Document no. 27, Den Haag.

Fair, R.C., 1989, The production-smoothing model is alive and well, *Journal of Monetary Economics*, 24, pag. 353-370.

Holt, C.C., F. Modigliani, J.F. Muth en H.A. Simon, 1960, *Planning production, inventories and work force*, Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Kahn, J.A., M.M. McConnell en G. Perez-Quiros, 2002, On the causes of the increased stability of the U.S. economy, *FRBNY Economic Policy Review*, pag. 183-202.

Lovell, M.C., 1961, Manufacturers' inventories, sales expectations, and the acceleration principle, *Econometrica*, 29, pag. 293-314.

Metzler, L.A., 1941, The nature and stability of inventory cycles, *Review of Economic Statistics*, 23, pag. 113-129.

Ramey, V.A. en K.D. West, 1999, Inventories, in J.B. Taylor en M. Woodford (red.), *Handbook of Macroeconomics*, Volume 1, Elsevier.

Sargent, T.J., 1979, *Macroeconomic theory*, Academic Press, New York.

Stock, J.H. en M.W. Watson, 2002, *Has the business cycle changed and why?*, Working paper 9127, NBER, Cambridge.