

# Het statistische gedrag van de kapitaalmarktrente

De lange rente is na het voorlopige dieptepunt van vorig najaar weer gestegen, maar ligt nog altijd op een relatief laag niveau. Analyse van het renteverloop over tweehonderd jaar laat zien dat er meestal enige tijd overheen gaat voordat de rente terugkeert naar een evenwichtswaarde, hoewel dit proces sneller kan verlopen in perioden met een zeer hoge of lage rente.

Sinds het begin van de financiële crisis in 2007 zijn kapitaalmarktrentes wereldwijd gedaald. De Nederlandse tienjaarsrente bereikte in augustus 2010 een dieptepunt van 2,3 procent. Dit is in historisch perspectief een vrij uitzonderlijk niveau; in de afgelopen tweehonderd jaar lag de kapitaalmarktrente maar in een op de twintig jaar onder de drie procent. Sinds het vierde kwartaal van 2010 is de tienjaarsrente weer gestegen, tot 3,5 procent medio maart. Hiermee blijft de rente nog ruim beneden het langjarige gemiddelde van 4,8 procent, gemeten over de periode 1800–2010. Een lage lange rente heeft behalve rentevoordelen voor leningnemers ook verschillende nadelen. Het tast de opbrengsten van besparingen aan en kan financiële risico's in de hand werken, omdat het schuldfinanciering bevordert en beleggers drijft naar risicovolle markten waar nog hoge rendementen te behalen zijn. Voor banken gaat een lage lange rente gepaard met minder rente-inkomen als de rentemarge afneemt. Pensioenfondsen en verzekeraars hebben ook veel last van een lage kapitaalmarktrente. Het zet rendementen op de obligatieportefeuilles onder druk en verhoogt de marktwaarde van de verplichtingen. Tegen die achtergrond is het belangrijk om een idee te hebben hoe lang de rente laag kan blijven, of er een natuurlijke tendens is naar een evenwichtswaarde (*mean reversion*) en, indien daar al aanwijzingen voor worden gevonden, hoe lang een dergelijk proces kan duren.

## Statistisch gedrag in theorie

Economisch gezien is het aannemelijk dat rentes *mean reversion* zijn, ofwel dat ze na verloop van tijd terugkeren naar een langetermijngemiddelde. Dit kan een waarde zijn die bij relatieve *mean reversion* is gebaseerd op economische fundamentele variabelen zoals de nominale economische groei en bij absolute *mean reversion* op een gemiddelde. Volgens economische groeitheorieën heeft de reële rente een vaste verhouding met de economische groei per hoofd, welke op lange termijn wordt gedreven door de technologische vooruitgang (Barro en Sala-i-Martin, 2003). Er is ook empirisch onderzoek dat

een stabiele relatie vindt tussen de reële rente en economische groei (Lopez en Reyes, 2009).

De nominale rente wordt tevens bepaald door de verwachte inflatie, die bewegelijk is door schokken in de economie of het monetaire en budgettaire beleid. Daarmee is het aannemelijk dat reële rentes dicht bij hun evenwichtswaarde liggen, maar nominale rentes hiervan afwijken. Toch kan worden beargumenteerd dat nominale rentes ook *mean reversion* zijn. Centrale banken voorkomen dat de inflatie te hoog of te laag wordt, waardoor de korte nominale rente, en daarmee lange rentes volgens de verwachtingentheorie, binnen bepaalde grenzen zal bewegen. Een excessief hoge rente zou bovendien de economische groei remmen, waardoor de rente op een gegeven moment weer daalt. Het idee is dat als de periode maar lang genoeg wordt genomen, de nominale rente weer naar een langjarig gemiddelde terugkeert. Vanwege deze overwegingen is *mean reversion* onderdeel van veel rentemodellen die in de beleggingswereld worden gebruikt, zoals bij het Vasicek-model, dat aan de basis ligt van verschillende financieringsmodellen (Vasicek, 1977). Hoewel economische theorie er dus van uitgaat dat de nominale rente op lange termijn *mean reversion* is, zijn de resultaten van empirisch onderzoek minder eenduidig. Al in de jaren tachtig concludeerden diverse studies dat niet kan worden verworpen dat de lange rente een *unit root* heeft (Stock en Watson, 1988). Dat betekent dat de rente op lange termijn onvoorspelbaar is en een willekeurig verloop heeft. De aangehaalde studies zijn veelal gebaseerd op traditionele unit-roottesten, zoals de Dickey-Fuller-test. In onderzoek van recentere datum worden meer geavanceerde econometrische technieken gebruikt (Gil-Alana, 2004). Ook hiermee kan de unit-roothypothese meestal niet worden verworpen. De studies vinden dat lange rentes een grote mate van persistentie laten zien. Dit betekent dat het lang kan duren voordat de rente terugkeert naar een langetermijnwaarde. Om dergelijke conclusies te kunnen trekken zijn langjarige historische datareeksen nodig.

## Het historische rentebeloo

Voor onderzoek naar de statistische eigenschappen van de lange rente zijn voor vier landen lange historische reeksen samengesteld (Van den End, 2011). Voor Nederland en de Verenigde Staten gaan de jaarlijkse rentedata terug tot 1800, voor Duitsland en Japan beginnen ze later, in respectievelijk 1821 en 1930. Deze landen vertegenwoordigen de drie voornaamste valutablokken, waardoor de geldigheid

JAN WILLEM VAN DEN  
END

Econoom bij De Nederlandse  
Bank

van de uitkomsten aan kracht wint. Gebruikt is de lange rente op staatsobligaties, waarbij het in de meeste gevallen om de tienjaarsrente gaat. Dit is de representatieve kapitaalmarktrente omdat het tienjaarssegment gewoonlijk het meest liquide is.

Figuur 1 laat zien dat er grofweg drie deelperioden zijn te onderscheiden. Vanaf begin jaren tachtig van de vorige eeuw is de kapitaalmarktrente dertig jaar lang trendmatig gedaald tot een historisch laag niveau in 2010. Dit is de periode van de Great Moderation, waarin de inflatie daalde door het toegenomen vertrouwen in centrale banken om prijsstabiliteit te handhaven en door de globalisering die gepaard ging met een toenemend aanbod van goedkope producten uit Azië. De periode vanaf begin jaren vijftig tot begin jaren tachtig kenmerkte zich door een trendmatige stijging van de rente. Dit hing samen met het keynesiaanse experiment en de effecten van de oliecrises op de inflatie. In de periode die voorafgaat aan de sterke rentestijging en daaropvolgende daling van de laatste vijftig jaar is geen duidelijke trend in de rente te bespeuren.

### Uitkomsten van statistische testen

Uit statistische testen blijkt niet duidelijk dat lange rentes mean reversion zijn. De Ng Perron-test (NP-test), uitgevoerd op de hele periode waarvoor data beschikbaar zijn, wijst uit dat *random walk*-gedrag van de rentes in drie landen niet kan worden verworpen (tabel 1). Dat suggereert dat er geen mean reversion is, met uitzondering voor Duitsland waar het historische rentebelooft afwijkend is door de rentepieken in de jaren twintig en dertig van de vorige eeuw toen er hyperinflatie was. De NP-test is gebaseerd op data waaruit de trend is gefilterd. Dit is voor statistisch onderzoek naar rentes van belang, omdat renteontwikkelingen verstoord kunnen worden door structurele breuken die samenhangen met veranderingen in monetaire beleidsregimes of de werking van financiële markten. Ook kunnen er tijdelijke trends zijn, waaromheen de rente beweegt volgens een naar evenwicht tenderende cyclus; de rente is dan trend-stationair. Met deze elementen is rekening gehouden door NP-unit-roottesten toe te passen op verschuivende tijdvakken van dertig jaar die elkaar overlappen. Hieruit blijkt dat in de meeste van deze dertigjaarsperioden de lange rente zich op lange termijn onvoorspelbaar gedraagt en een willekeurig verloop kent. Voor de Nederlandse rente komt uit de test dat in veertig procent van alle dertigjaarsperioden de randomwalkhypothese niet kan worden verworpen. Voor de Duitse rente is dit percentage hoger en voor de Amerikaanse rente beduidend lager. Er zijn dus geen eenduidige aanwijzingen dat de lange rente mean reversion is; conclusies hierover zijn afhankelijk van de periode waarover de testen worden uitgevoerd.

### Aanpassingsnelheid van de rente

De statistische eigenschappen van de lange rente zijn ook onderzocht door middel van een regres-

siemodel, waarmee de snelheid van de eventuele mean reversion ( $\Delta r_t$ ) wordt geschat. De vergelijking luidt als volgt:

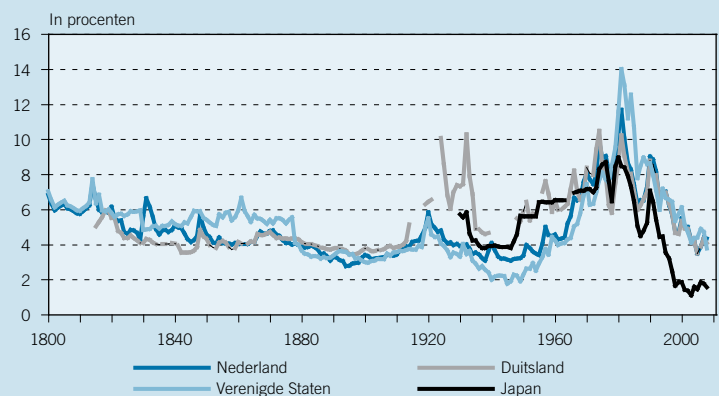
$$\Delta r_t = \alpha (\beta - r_t) dt + \varepsilon_t \quad (1)$$

Aanpassingsparameter  $\alpha$  meet de snelheid van de mean reversion van rente  $r_t$  richting de langetermijn-evenwichtsrente  $\beta$  per jaar ( $t$ ),  $dt$  is de verandering van  $t$  en  $\varepsilon_t$  is de storingsterm. In geval van mean reversion is  $\alpha > 0$ , wat betekent dat een rentestand die hoger is dan de evenwichtswaarde ( $r_t > \beta$ ) neerwaarts wordt gecorrigeerd en vice versa. Voor  $\beta$  nemen we de mediaan van de kapitaalmarktrente, gemeten over de lange historische rentereeksen. De schattingsuitkomsten in tabel 1 laten zien dat weliswaar mean reversion van de nominale lange rente optreedt ( $\alpha$  is positief), maar dat dit effect niet significant is ( $\alpha$  verschilt niet significant van 0, behalve in het geval van Duitsland). Dit laat zien dat mean reversion een langzaam proces is. Vergelijking 1 is een puur statistische benadering van het renteproces, waarbij de aanpassingsparameter via de *omitted variable bias* ook de invloed op mean reversion opkijkt van variabelen die niet in het model zijn opgenomen, zoals macro-economische fundamentele variabelen. Aanpassingsparameter  $\alpha$  vat de totale mean reversion dus samen.

De aanpassingsparameter  $\alpha$  is ook geschat op basis van verschuivende tijdvakken van dertig jaar. Dit laat zien of de aanpassing door de tijd heen anders verloopt. Studies naar mean reversion bij aandelenrendementen vinden bijvoorbeeld dat in perioden met grote spanningen, zoals oorlog en financiële crises, een terugkeer naar evenwicht sneller optreedt dan in normale omstandigheden (Spierdijk *et al.*, 2010). Figuur 2 toont dat in de meeste tijdvakken de Nederlandse lange rente de neiging heeft om terug te keren naar een langetermijn-evenwichtswaarde;  $\alpha$  is positief, hoewel meestal niet significant. Incidenteel raakt de rente hiervan verder af ( $\alpha < 0$ ), wat duidt op *mean aversion* in plaats van reversion. Dat was

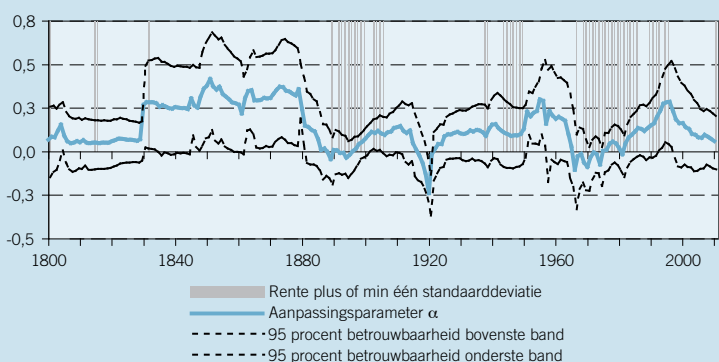
Figuur 1

Rente staatspapier in procenten.



Figuur 2

Aanpassingsnelheid lange rente Nederland.



het geval begin jaren twintig van de vorige eeuw, toen rentes omhoog schoten. De rente lijkt geneigd om terug te keren naar evenwicht als deze op een extreem hoog of laag niveau ligt. Zo werd in de vorige eeuw de zeer lage rente van de jaren veertig en de zeer hoge rente van de jaren zeventig en tachtig gevolgd door mean reversion in de perioden daarna. In figuur 2 stijgt de aanpassingscoëfficiënt  $\alpha$  meestal na de gearceerde tijdvakken waarin de rente minimaal één standaarddeviatie afwijkt van het langjarige gemiddelde. Een en ander suggereert dat het aanpassingsproces van de rente afhankelijk is van de mate waarin de rente afwijkt van het gemiddelde ofwel regimeafhankelijk is.

### Regimeafhankelijkheid

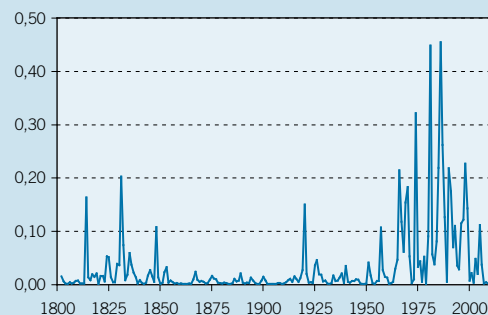
Om de regimeafhankelijkheid van het renteproces te onderzoeken is een *smooth transition autoregressive*-model (STAR-model) geschat, waarmee de rente wordt gemodelleerd in twee regimes: een binnenregime waarin de rente dichtbij het evenwicht ligt en een buitenregime waarbij de rente ver af ligt van het evenwicht (Franses en Van Dijk, 2000). In het binnenregime volgt de rente een lineair patroon en in het buitenregime is er een niet-lineair aanpassingsproces. Het tweede regime heeft betrekking op een rente die relatief zeer hoog of relatief zeer laag is. In het STAR-model wordt een parameter geschat voor de aanpassingssnelheid vanuit een hoog of laag renteregime naar evenwicht, waarbij de laatste een langjarig voortschrijdend gemiddelde is van de rente zelf. In het model wordt de mutatie van de rente ( $\Delta r_t$ ) als volgt verklaard:

$$\Delta r_t = \beta_0 + \beta' x_t + (\theta' x_t) F(q_{t-d}, \gamma, c) + \varepsilon_t \quad (2)$$

met  $\beta'$  and  $\theta'$  vectoren van te schatten coëfficiënten,  $x_t$  de vector met verklarende variabelen, die bestaat uit vertraagde waarnemingen van de rente. De eerste twee termen aan de rechterkant van de vergelijking vormen het lineaire deel van het model, dus het binnenregime. De niet-lineaire aanpassing van de rente in het buitenregime wordt gedreven door de transitiefunctie  $F$ , die een waarde kan aannemen tussen 0 en 1 waarmee de snelheid van de aanpassing varieert. De transitie wordt bepaald door de afstand van de rente ( $q_{t-d}$ ),  $d$  perioden geleden, tot een drempelwaarde ( $c$ ) en de mate van geleidelijkheid in de overgang van het ene regime naar het andere, bepaald door parameter  $\gamma$ . De overige elementen in vergelijking 2 hebben dezelfde betekenis als in vergelijking 1. De drempel is de evenwichtswaarde waar de rente naar toe beweegt. In deze toepassing van het model is het een langjarig voortschrijdend gemiddelde van de lange rente. Historische simulaties met het STAR-model bevestigen voor alle vier de landen dat de transitie naar evenwicht sterker is in perioden met een extreem hoge of lage rente. De aanpassingssnelheid van de Nederlandse rente bleek maximaal in de jaren tachtig van de vorige eeuw, toen de rente piekte (figuur 3). Uitkomsten van gesimuleerde schokken bevestigen dat de correctie van extreme renteniveaus naar het evenwicht toe sneller verloopt als de afstand tot het evenwicht groter is. Bij extreme afwijkingen door een positieve of negatieve schok van drie standaarddeviaties blijkt het in geval van de Nederlandse rente vijf jaar

Figuur 3

Historische aanpassingssnelheid Nederlandse rente (uitkomst transitiefunctie STAR model op y-as).



te duren voordat de helft van de afwijking is gecorrigeerd. Bij kleinere afwijkingen duurt dit proces langer. Over de hele periode van tweehonderd jaar bezien is de aanpassing naar evenwicht een langzaam proces, zoals ook uit het model in vergelijking 1 bleek. Dit onderstreept dat men er niet vanzelfsprekend van uit kan gaan dat de rente zich snel aanpast tot een evenwichtswaarde.

### Conclusie

Statistische testen en modelsimulaties wijzen uit dat rentes er meestal lang over doen om terug te keren naar een evenwichtswaarde. Deze uitkomst is wel afhankelijk van de periode waarover de testen worden uitgevoerd en de afstand van de rente tot een langetermijngemiddelde. Als die afstand relatief groot is, kan een snellere terugkeer naar evenwicht optreden. Niettemin overheerst het beeld in de uitkomsten dat de lange rente een hoge mate van persistentie kent. Dit inzicht kunnen marktpartijen die gevoelig zijn voor renterisico meenemen in hun risicomanagementstrategie. Een situatie met een langdurig lage rente vergt dat beleidsmakers alert zijn op de opbouw van financiële onevenwichtigheden. Een lage rente kan opschoning van schulden en herstructurering van bedrijven vertragen, waardoor de onevenwichtigheden die aan de basis stonden van de crisis de economie kunnen blijven belasten.

Tabel 1

Uitkomsten mean reversion testen lange rente.

	Nederland	Duitsland	Verenigde Staten	Japan	Panel (vier landen) <sup>3</sup>
<b>NP unit root test</b>					
<b>Ng Perron test statistiek<sup>1</sup></b>	-1,25	-2,59*	-1,26	-0,38	
<b>Aanpassingssnelheid rente (vergelijking 1)</b>					
<b>Coefficient<sup>2</sup> (<math>\alpha</math>)</b>	0,045	0,091	0,038	0,015	0,048
<b>Betrouwbaarheidsinterval (95%)</b>	(-0,017, 0,107)	(0,016, 0,166)	(-0,044, 0,121)	(-0,038, 0,067)	(-0,010, 0,107)

\* Significat op éénprocentniveau.

<sup>1</sup> MZt statistiek.

<sup>2</sup> Uitkomst OLS regressie met HAC consistent covariances (Newey-West).

<sup>3</sup> Uitkomst panel schatting met White robust covariances.

### LITERATUUR

- Barro, R.J. en X. Sala-i-Martin (2003) *Economic growth*. New York: McGraw-Hill.
- End, J.W. van den (2011) Statistical evidence on the mean reversion of interest rates. *DNB Working Paper*, 284.
- Franses, P.H. en D. van Dijk (2000) *Nonlinear time series models in empirical finance*. New York: Cambridge University Press.
- Gil-Alana, L.A. (2004) Long memory in the U.S. interest rate. *International Review of Financial Analysis*, 13(3), 265–276.
- Lopez, C. en J. Reyes (2009) Real interest rate stationarity and per capita consumption growth rate. *Applied Economic Research*, 41(13), 1643–1651.
- Spierdijk, L., J.A. Bikker en P. van den Hoek (2010) Mean reversion in international stock markets: an empirical analysis of the 20th century. *Netspar Discussion Paper*, 03/2010(009).
- Stock, J.H. en M.W. Watson (1988) Testing for common trends. *Journal of the American Statistical Association*, 83(404), 1097–1107.
- Vasicek, O. (1977) An equilibrium characterisation of the term structure. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 177–188.