



ERASMUS RESEARCH
INSTITUTE OF MANAGEMENT

Inaugural Address

Risico en Rendement in Balans voor Verzekeraars

Prof. dr. Antoon A.J. Pelsser

Erasmus University Rotterdam
Rotterdam School of Management
Rotterdam School of Economics



ERASMUS UNIVERSITEIT ROTTERDAM

Risico en Rendement in Balans voor Verzekeraars

Bibliographical Data

Library of Congress	5001-6182 : Business
Classification (LCC)	4001-4280.7 : Finance Management, Business Finance, Corporation Finance HG 8078: Investments for insurance companies
Journal of Economic Literature (JEL)	M : Business Administration and Business Economics G 3 : Corporate Finance and Governance C 50 : Econometric Modelling G 22 : Insurance companies G 31 : Investment policy
European Business Schools Library Group (EBSLG)	85 A : Business General 220 A : Financial Management 220 T : Quantitative methods for financial management
Gemeenschappelijke Onderwerpsontsluiting (GOO)	
Classification GOO	85.00 : Bedrijfskunde, Organisatiekunde: algemeen 85.30 : Financieel management, financiering 85.33 : Beleggingsleer Bedrijfskunde / Bedrijfseconomie Financieel management, bedrijfsfinanciering, besliskunde bedrijfsfinanciering, redes (vorm) Beleggingen, Verzekeringswezen, Econometrische modellen, Redes (vorm)
Free keywords	Asset Liability Management

Erasmus Research Institute of Management (ERIM)

Erasmus University Rotterdam

Internet: <http://www.irim.eur.nl>

ERIM Electronic Series Portal: <http://hdl.handle.net/1765/1>

ERIM Inaugural Addresses Research in Management Series

Reference number ERIM: EIA--18-F&A

ISBN 90-5892-041-0

© 2003, Antoon A.J. Pelsser

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the author(s).

RISICO EN RENDEMENT IN BALANS VOOR VERZEKERAARS

Oratie

In verkorte vorm uitgesproken bij de openbare aanvaarding van het ambt van gewoon hoogleraar Bedrijfseconometrie aan de Erasmus Universiteit Rotterdam op vrijdag 2 mei 2003.

door

Prof.dr. Antoon A.J. Pelsser

*Mijnheer de Rector Magnificus,
Geacht College van Decanen,
Geachte Collega's,
Zeer gewaardeerde toehoorders,*

Inleiding

Zoals u wellicht weet bekleed ik deze leerstoel slechts één dag per week. De overige vier dagen ben ik werkzaam bij een verzekeraar. Door deze combinatie ben ik in de gelegenheid om theoretische kennis en praktische toepassingen met elkaar te combineren. In mijn ogen is een van de meest fascinerende aspecten van het vakgebied waarin ik werk, dat mijn “academische kennis” direct in de praktijk toepasbaar is. Op basis van econometrische modellen doe ik aanbevelingen over het beleggingsbeleid voor de verzekeraar. In deze oratie, uitgesproken bij het aanvaarden van mijn leerstoel Bedrijfseconometrie, wil ik graag iets laten zien van die toepassing in de praktijk.

In de komende drie kwartier wil ik daarom de volgende punten behandelen:

- Ten eerste de vraag *Wat is de beste belegging?* Ik zal aangeven hoe we dit probleem preciezer kunnen formuleren zodat het met een wiskundig model opgelost kan worden.
- Ten tweede wil ik stilstaan bij de beleggingen en verplichtingen die we tegen komen op de balans van een verzekeringsmaatschappij.
- Ten derde wil ik twee elementen uit de balans aan een nader onderzoek onderwerpen: hypotheek als beleggingscategorie en de modellering van verzekeringsverplichtingen.

- Tenslotte wil ik afsluiten met een conclusie en het uitspreken van enige dankwoorden.

Keuze Beleggingen

Tot drie jaar geleden leek het keuzep proces van “de juiste belegging” aanzienlijk eenvoudiger te zijn dan nu. De aandelenbeurzen lieten jaar op jaar fabelachtige rendementen zien. Optimisten predikten de Nieuwe Economie waar recessies en hoge werkloosheid voorgoed tot het verleden zouden behoren. Recessies en werkloosheid waren immers kenmerken van de Oude Economie. In de euforische stemming van die dagen was je haast een dief van je eigen portemonnee als je niet in aandelen belegde.

Institutionele beleggers (denk bijvoorbeeld aan pensioenfondsen) investeerden forse bedragen in aandelen. De rendementen die daarmee werden behaald leken de juistheid van een dergelijke handelwijze te bevestigen. Ook particuliere beleggers lieten zich niet onbetuigd. Door middel van beleggingshypotheken of aandelenleaseproducten (met uitnodigende namen als de “Winstverdriedubbelaar”) werden uiterst speculatieve posities ingenomen door met geleend geld aandelen te kopen.

Hoe anders ziet de wereld er heden ten dage uit. De internetzeepbel is uiteen gespat en door de gebeurtenissen op 11 september 2001 en de oorlog in Irak bevinden we ons nu in een wereldwijde recessie. Sinds het hoogtepunt drie jaar geleden zijn de aandelenkoersen meer dan gehalveerd. De gevolgen hiervan kunnen we dagelijks in de krant lezen. Pensioenfondsen en verzekeraars hebben hun beleggingsreserves als sneeuw voor de zon zien verdwijnen. Particuliere

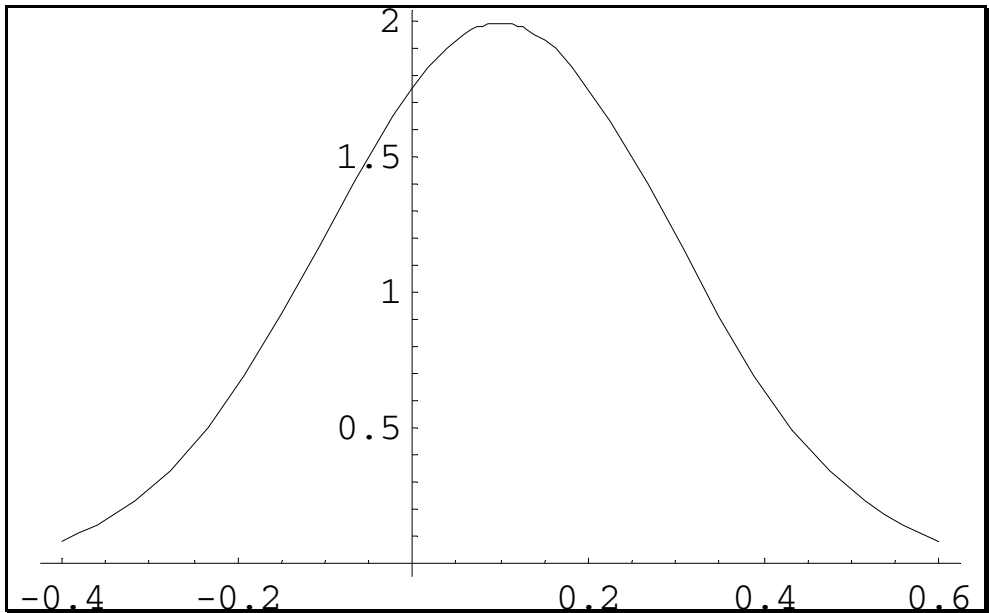
beleggers zijn op zeer harde wijze geconfronteerd met het feit dat een “winstverdriedubbelaar” ook een “verliesverdriedubbelaar” is.

Als we aandelen als beleggingscategorie willen karakteriseren dan kunnen we stellen dat aandelen een hoog rendement kennen (ongeveer 10% op jaarbasis), maar ook een hoog risico. Daarentegen staan obligaties te boek als veilige beleggingen, maar die hebben ook maar een relatief laag rendement (5% op jaarbasis). Het hoge rendement op aandelen kan men zien als een extra vergoeding die aandelenbeleggers krijgen ter compensatie van het extra beleggingsrisico dat ze lopen. Naast aandelen en obligaties zijn er nog vele alternatieven waarin belegd kan worden. Echter, er geldt altijd de regel dat hoe meer rendement men verwacht te krijgen, des te risicovoller de beleggingscategorie is.

De vraag is nu: Hoe kunnen we bepalen wat de beste belegging is? Voordat we op deze vraag een antwoord kunnen vinden, dienen we het probleem nader te specificeren. Meer in het bijzonder moeten we vaststellen wat er bedoeld wordt met “de beste belegging”. In het geval van een verzekeringsmaatschappij moet het doel zijn om een zo groot mogelijke winst te behalen. Vanuit dit oogpunt bezien zou een verzekeringsmaatschappij ernaar moeten streven om de premie-inkomsten te investeren in de meest risicovolle beleggingen die er maar te vinden zijn. De meest risicovolle beleggingen leveren immers gemiddeld genomen het hoogste rendement (en dus de meeste winst) op.

Aan het nemen van risico wordt echter een belangrijke beperking opgelegd: er moeten altijd voldoende middelen aanwezig zijn om de uitkeringen aan de polishouders te kunnen doen. Het geldt dat een verzekeraar in de vorm van premies binnenkrijgt is niet het eigendom van de verzekeraar. De verzekeraar krijgt dit geld slechts in “bruikleen” van de polishouder om er in de toekomst uitkeringen mee te kunnen doen. De verzekeraar moet dus zodanig voorzichtig beleggen dat de

uitkeringen in de toekomst met een zeer grote mate van zekerheid gegarandeerd zijn. Samenvattend: we moeten een zodanige mix van beleggingen zien te vinden dat er een zo goed mogelijk evenwicht wordt gevonden tussen het streven naar maximaal rendement en de plicht om altijd aan je uitkeringsverplichtingen te kunnen voldoen.



Figuur 1: Waarschijnlijkheidsverdeling van Beleggingsrendementen

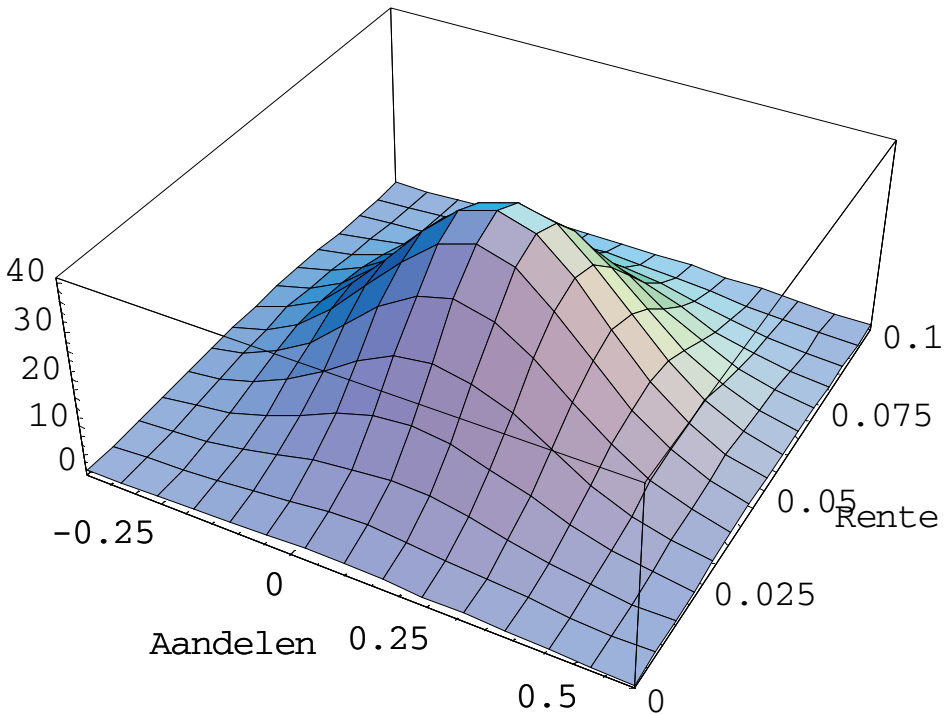
Beleggingsrisico

We gaan dus op zoek naar de beste mix. Voordat we deze zoektocht beginnen wil ik eerst stilstaan bij de vraag: Wat is beleggingsrisico? De definitie die ik hier wil hanteren is: onzekerheid over het rendement op je beleggingen in de toekomst.

De manier om wiskundig grip te krijgen op zoiets glibberigs als onzekerheid is door middel van een kansverdeling. In Figuur 1 is een kansverdeling te zien voor de mogelijke rendementen op aandelenbeleggingen over een jaar. Ik kan niet

voorspellen wat de stand van de beurs volgend jaar zal zijn, maar ik kan wel iets zeggen over de waarschijnlijkheid van de mogelijke uitkomsten. Dit wordt weergegeven met behulp van een kansverdeling.

Langs de horizontale as staan de mogelijke fluctuaties in de beurskoers. Geheel links staat het getal -0.4 (een daling van de koersen met 40%) en geheel rechts 0.6 (een stijging van de koersen met 60%). De curve geeft de waarschijnlijkheidsverdeling van al deze mogelijkheden weer: de top zit bij een koerswinst van 10% (dit is de meest waarschijnlijke uitkomst), terwijl de dalende curve naar beide zijden weergeeft dat steeds grotere afwijkingen ten opzichte van dit gemiddelde mogelijk zijn, maar wel met een steeds lagere kans zich manifesteren. Een dergelijke kansverdeling kan geconstrueerd worden door in het verleden terug te kijken en te turven hoe vaak de verschillende positieve en negatieve rendementen zich hebben voorgedaan. Door nu aan te nemen dat het gedrag van de aandelenkoersen in het verleden zich ook in de toekomst voort zullen zetten, kunnen we een uitspraak doen over de waarschijnlijkheidsverdeling van aandelenrendementen in de toekomst.



Figuur 2: Gezamenlijke Waarschijnlijkheidsverdeling van Beleggingsrendementen

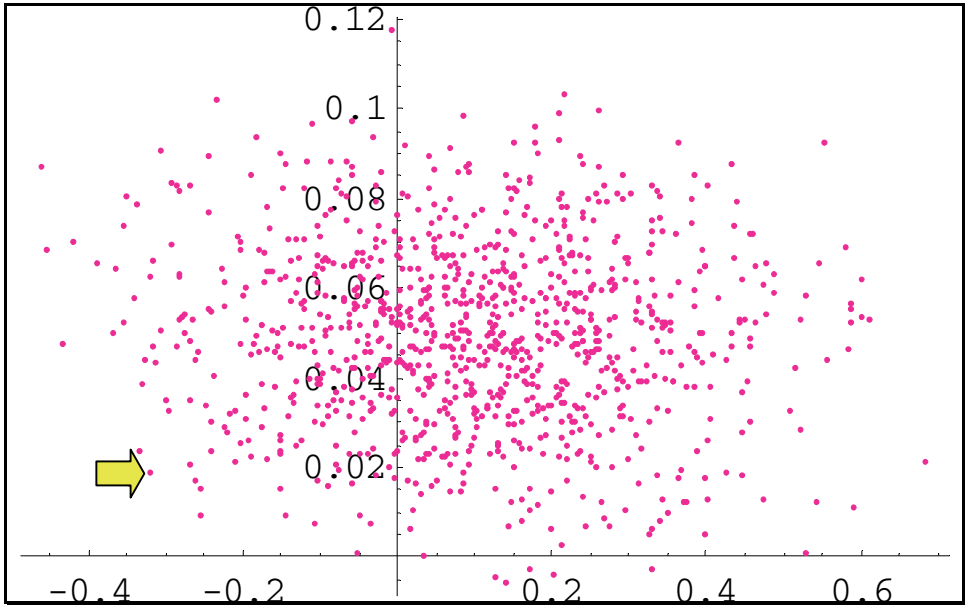
Als we zoeken naar een optimale beleggingsmix, dan willen we verschillende mogelijke beleggingscategorieën tegen elkaar afwegen; bijvoorbeeld aandelen en obligaties. Zoals eerder al gezegd dwingt dit ons tot het maken van een afweging tussen beleggingen met een hoog risico en hoog rendement en beleggingen met een laag risico en laag rendement. We moeten dus niet alleen iets zeggen over de waarschijnlijkheidsverdeling van de afzonderlijke beleggingscategorieën, maar we willen het gedrag van de verschillende beleggingscategorieën samen bekijken en beoordelen. Wiskundig kan dit beschreven worden met behulp van gezamenlijke waarschijnlijkheidsverdelingen. Het heuvelandschap in Figuur 2 is een driedimensionale grafische weergave van de gezamenlijke waarschijnlijkheidsverdeling van aandelenrendementen en obligatierendementen. Omdat her

rendement op obligaties wordt bepaald door de hoogte van de rentestand, heb ik in Figuur 2 de rentestand weergegeven. De top van de heuvel is de meest waarschijnlijk combinatie van een aandelenrendement van 10% en een rentestand van 5%. Als we in verschillende richtingen langs de helling afdalen komen we alle mogelijke combinaties van aandelenrendementen en rentestanden tegen, die echter steeds minder waarschijnlijk worden naarmate we verder langs de helling naar beneden reizen. Als we bijvoorbeeld naar de meest linkerhoek gaan, dan krijgen we combinaties van dalende beurskoersen met lage rentestanden: kortom de economische situatie waar we ons vandaag de dag in bevinden.

Economische Scenario's

Ons doel is om een beleggingsmix te vinden die ons het meeste rendement oplevert, maar die ook de garantie geeft dat de betalingsverplichtingen richting polishouders altijd kunnen worden nagekomen. Met “altijd” bedoelen we hier: onder alle economische omstandigheden in de toekomst. Wat we dus het liefst zouden willen is in de toekomst kijken. Omdat dit (helaas) niet mogelijk is, moeten we op een andere manier de onzekerheid in de toekomst beschrijven.

Een mogelijke aanpak is de methode van scenariowolken. Met behulp van de computer is het mogelijk om zeer veel (vele honderden) economische scenario's te genereren. Bij het trekken van elk scenario laten we ons leiden door de waarschijnlijkheidsverdeling: de meest waarschijnlijke scenario's komen het meest voor. Minder waarschijnlijke scenario's komen minder vaak voor, maar zijn niet op voorhand uitgesloten. Als we nu één jaar vooruit willen kijken kunnen we scenario's voor de economie voor één jaar in de toekomst trekken.



Figuur 3: Wolk van 1000 economische scenario's

In het probleem van de optimale beleggingsmix dat we analyseren zijn de volgende economische variabelen relevant: het rendement op aandelen en de rentestand. Een economisch scenario is voor ons eenvoudige voorbeeld een combinatie van een mogelijk aandelenrendement over één jaar en een rentestand over één jaar. In Figuur 3 hebben we 1000 van dergelijke combinaties grafisch weergegeven. Op de horizontale as staan aandelenrendementen, op de verticale as staan rentestanden. Elk puntje in de figuur is dus één scenario. Bijvoorbeeld het scenario bij de gele pijl is een scenario waarbij de aandelenkoersen zijn gedaald met 30% en de rentestand op 2% staat. De scenario's zijn gegenereerd met behulp van de waarschijnlijkheidsverdeling van de vorige figuur. We kunnen dit grafisch zien in Figuur 3 omdat de scenariowolk de grootste dichtheid heeft rond het meest waarschijnlijke scenario, terwijl er maar relatief weinig scenario's ver van dit gemiddelde liggen. Met behulp van de scenariowolk kunnen we nu grip krijgen op de onzekere toekomst. Elk scenario is een mogelijke stand van de economie

volgend jaar, en dus kunnen we berekenen hoe we er bedrijfseconomisch gezien voor staan in dat scenario.

Laten we de zaken wat meer wiskundig formaliseren. Om te beginnen nummer ik alle scenario's van 1 tot en met 1000. Op deze manier kan ik in mijn berekeningen systematisch alle scenario's langslopen van nummer 1 tot en met nummer 1000. (Voor het aftellen van zoveel scenario's gebruiken we uiteraard de computer.) Als ik bij scenario nummer n ben dan weet ik voor dit scenario het aandelenrendement en de rentestand. Met behulp van het aandelenrendement kan ik bepalen wat de waarde van mijn aandelenportefeuille is. Ik geef deze waarde weer met het symbool a_n , waarbij het subscript n een geheugensteuntje is dat dit de waarde van mijn aandelenportefeuille is in scenario n . Met behulp van de rentestand van scenario n weet ik het rendement op mijn obligatieportefeuille en kan ik ook de waarde van mijn obligatieportefeuille berekenen. Deze waarde geef ik weer met het symbool b_n . Tenslotte kan ik, op basis van de gegevens van scenario n , ook de hoogte van mijn verzekeringsverplichtingen V_n berekenen.

We hebben nu voor alle scenario's over één jaar bijna in beeld hoe de verzekeringsmaatschappij erbij staat. Het laatste stukje van de puzzel dat nog mist, is de samenstelling van de beleggingsmix die we willen kiezen. Als we een fractie x van het vermogen van de verzekeraar in aandelen beleggen en een fractie y in obligaties, dan is de waarde van de totale beleggingsportefeuille in scenario n gelijk aan x maal de waarde van de aandelen a_n plus y maal de waarde van de obligaties b_n .

Beslismodel voor x en y

- Beschouw alle scenario's $n=1 \dots 1000$

$$\text{Doelstelling: } \max_{x,y} \quad x\bar{a} + y\bar{b}$$

$$\text{Budget: } \quad xa_0 + yb_0 \leq V_0$$

$$\text{Solvabiliteit: } \quad xa_n + yb_n \geq V_n \quad n=1 \dots 1000$$

$$\text{Positiviteit: } \quad x, y \geq 0$$

- $V_0=110 \Rightarrow x^*=19,6 \quad y^*=90,4$ (18% aandelen)
- $V_0=105 \Rightarrow x^*=7,1 \quad y^*=97,9$ (7% aandelen)



Figuur 4: Optimalisatiemodel voor beleggingsmix

Beslismodel voor optimale beleggingsmix

De wiskundige formulering van het optimalisatieprobleem om de beste beleggingsmix van aandelen en obligaties te bepalen is weergegeven in Figuur 4. In woorden geformuleerd luidde het probleem: zoek een zodanige mix van beleggingen dat er een zo goed mogelijk evenwicht wordt gevonden tussen het streven naar maximaal rendement en de plicht om altijd aan je uitkeringsverplichtingen te kunnen voldoen. Alle elementen uit deze formulering zijn terug te vinden in de wiskundige formulering in Figuur 4.

We beginnen bij de regel *doelstelling*. Hier staat in wiskundige notatie dat we de fracties x en y zodanig willen kiezen dat x maal het verwachte rendement op aandelen plus y maal het verwachte rendement op obligaties maximaal is. Echter,

deze maximalisatie is aan beperkingen onderhevig. Deze beperkingen staan op de volgende regels.

De regel *budget* geeft weer dat de beleggingsportefeuille die we vandaag aankopen niet meer mag kosten dan het beschikbare vermogen V_0 dat de verzekeraar nu in huis heeft. Als we een fractie x in aandelen willen beleggen, dan kost dat nu x maal de prijs a_0 van de aandelen vandaag. Evenzo kost de aanschaf van de obligatieportefeuille y maal b_0 . Het totaalbedrag $x \cdot a_0 + y \cdot b_0$ mag dus niet groter zijn dan het beschikbare vermogen V_0 .

De regel *solvabiliteit* is eigenlijk een blok van 1000 regels. Voor elk scenario n moet gelden dat de waarde van de beleggingsportefeuille $x \cdot a_n + y \cdot b_n$ tenminste evenveel waard moet zijn als de hoogte van de verzekeringsverplichtingen V_n . Alleen zo kunnen we er zeker van zijn dat we onder alle denkbare economische scenario's de verplichtingen jegens de polishouders kunnen nakomen.

Tenslotte leggen we nog de eis op dat de fracties x en y positief moeten zijn. Op deze manier sluiten we beleggingsconstructies uit waarbij we geld lenen en daarmee extra veel aandelen kopen. Zoals ik in de inleiding al betoogde zijn dit soort aandelenlease constructies zeer risicovol en daarom wil ik ze op voorhand al uitsluiten.

Het optimalisatieprobleem zoals ik dat hierboven wiskundig geformuleerd heb is een zogenaamd *linear programming probleem* (LP probleem). Met behulp van computers kunnen LP problemen zeer snel worden opgelost: voor het hierboven geschetste probleem vinden we het antwoord binnen enkele seconden. Als we bijvoorbeeld dit LP probleem oplossen met een initieel vermogen van €110 miljoen, dan vinden we dat de optimale mix gelijk is aan $x^* = 19,6$ en $y^* = 90,4$.

Dit wil zeggen dat we van het totale beschikbare vermogen van 110 18% in aandelen kunnen investeren. Lossen we het LP probleem op met een initieel vermogen van slechts €105 miljoen, dan is de optimale mix 7,1 in aandelen en 97,9 in obligaties. We beleggen in dit geval nog geen 7% van het beschikbare vermogen in aandelen. Als we armer zijn bij aanvang, moeten we een conservatievere beleggingsmix kiezen om nog steeds in alle scenario's aan onze verplichtingen te kunnen blijven voldoen.

Model voor Verzekeraar

Het model dat ik tot nu toe beschreven heb was een aardig model om het risico versus rendement probleem te schetsen. Echter, het model zoals ik dat beschreven heb is te eenvoudig om een aanbeveling te kunnen doen voor het werkelijke beleggingsbeleid bij een levensverzekeraar. Het vervolg van mijn verhaal wil ik dan ook gebruiken om enige uitbreidingen van het model te bespreken die noodzakelijk zijn voor het analyseren van het beleggingsbeleid van een levensverzekeringsmaatschappij.

Laat ik eerst beginnen met aan te geven op welke fronten het tot nu toe geschetste model te kort schiet. Ten eerste willen we graag meer beleggingscategorieën in beschouwing nemen dan alleen maar aandelen en obligaties. Naast aandelen en obligaties zijn ook onroerend goed en woninghypotheken belangrijke beleggingscategorieën voor een verzekeraar. Ik zal straks wat uitgebreider stilstaan bij het modelleren van woninghypotheken als beleggingscategorie.

Ten tweede is een uitbreiding van de tijdhorizon in het model belangrijk. In het voorbeeldmodel namen we aan dat we vandaag een beleggingsmix kozen en we keken naar de consequenties van die keuze één jaar later met behulp van de scenariowolk en het LP model. De activiteiten van de verzekeraar worden echter na één jaar gewoon voortgezet. We moeten dus de gevolgen van een bepaalde

keuze in het beleggingsbeleid over een langere horizon volgen. Dit is relatief eenvoudig op te lossen als we elk scenario niet uit een punt maar uit een tijdpad laten bestaan. Langs elk tijdpad kunnen we dan (in het model) de verzekeringsmaatschappij meerdere jaren in de toekomst volgen. Helaas is het optimaliseren van het beleggingsbeleid langs tijdpaden veel moeilijker dan voor slechts één tijdstip, het is daarom een uitdagend onderzoeksterrein voor de komende jaren. In het meerperioden model moeten we het voorlopig stellen met een lagere ambitie: het afwegen van verschillende alternatieven in het beleggingsbeleid zonder de zekerheid dat we het optimale beleggingsbeleid kennen. Aan het eind zal ik een voorbeeld geven van een dergelijke beleidsafweging.

Als laatste, maar zeker niet minst belangrijke punt, wil ik stilstaan bij het modelleren van verzekeringsverplichtingen. Hier heb ik tot nu toe weinig over gezegd, maar het is wel een van de belangrijkste punten waar mijn onderzoekswerk zich de afgelopen twee jaar op heeft gericht. Voordat ik straks op dit punt terugkom, wil ik eerst naar een typische balans van een verzekeringsmaatschappij te kijken.

Verzekeringsbalans

- 
- Zakelijke Waarden
 - Aandelen
 - Onroerend goed
 - Vastrentende Waarden
 - Obligaties
 - meerdere looptijden
 - kredietrisico
 - Hypotheken
 - Derivaten
 - rentederivaten
- Eigen vermogen
 - Wettelijke solvabiliteit
 - Verzekeringsverplichtingen
 - Levensverzekeringen
 - Beleggingsverzekeringen
 - rendementsgaranties

Verzekeringsbalans

Als we naar een balans kijken dan zien we aan de linkerzijde de bezittingen. In het geval van een verzekeringsmaatschappij zijn dat de beleggingen die zijn aangekocht van de premiebetalingen van de polishouders. Aan de rechterzijde staan de verplichtingen. Voor een verzekeringsmaatschappij zijn dat de toegezegde uitkeringen aan de polishouders. Tenslotte staat aan de rechterzijde in de balans ook het Eigen Vermogen: dit is het restbedrag dat overblijft als de waarde van de verplichtingen in mindering wordt gebracht op de waarde van de beleggingen. Als het goed is dan is het Eigen Vermogen positief, de waarde van de beleggingen behoort groter te zijn dan de waarde van de verzekeringsverplichtingen.

Een andere manier om hier tegen aan te kijken is door het uitrekenen van de verhouding van de beleggingen gedeeld door de verzekeringsverplichtingen: deze verhouding moet groter zijn dan 100%. Deze verhouding wordt ook wel de *dekkingsgraad* genoemd; een begrip dat nu zeer actueel is in pensioenland, omdat door de dalende aandelenkoersen de dekkingsgraden van pensioenfondsen onder de 100% dreigen te zakken.

Terug naar de balans van onze verzekeringsmaatschappij. Zoals gezegd staan aan de linkerkzijde van de balans de beleggingen. Op het hoogste niveau wordt er traditioneel een onderscheid gemaakt tussen Zakelijke Waarden en Vastrentende Waarden. Ik heb hier zelf nog de categorie Derivaten aan toegevoegd.

Zakelijke waarden zijn Aandelen en Onroerend Goed. Over het modelleren van aandelen als beleggingscategorie heb ik al het een en ander gezegd. Voor institutionele beleggers als verzekeraars is onroerend goed ook een belangrijke beleggingscategorie. Vanuit modelleringoogpunt zijn er wel enige problemen bij onroerend goed. Een verzekeraar bouwt kantoorpanden, winkelpanden en woningprojecten en verhuurt deze panden. De huurinkomsten minus de kosten voor onderhoud worden de directe opbrengsten genoemd. Deze zijn stabiel in de tijd en daarom ook gemakkelijk om te modelleren. De waardeontwikkeling van de vastgoedobjecten zelf (dit heten de indirecte opbrengsten) is echter een stuk lastiger te bepalen. Omdat vastgoedobjecten niet liquide verhandelbaar zijn wordt er voor het bepalen van de waarde van een vastgoedportefeuille vaak gebruik gemaakt van taxaties. Uit onderzoek is echter bekend dat taxatiedata weinig fluctuatie vertonen. Als we dus de onzekerheid (=fluctuaties in de prijzen) in vastgoedprijzen willen bepalen dan geven taxatiegegevens een vertekend beeld. Gelukkig zijn er recent gegevens gepubliceerd die verkoopprijzen van vastgoedobjecten vanaf 1976 omvatten.

Vastrentende waarden omvatten obligaties en hypotheken. Bij het modelleren van obligaties dienen we met verschillende factoren rekening te houden. Ten eerste worden obligaties met verschillende looptijden verhandeld. De waarde van kortlopende obligaties wordt bepaald door de korte rente (1 – 5 jaar), terwijl de waarde van langlopende obligaties wordt bepaald door de lange rente (meer dan 10 jaar). De onzekerheid in de kortlopende rente is veel groter dan de onzekerheid in de langlopende rente. Verder ligt de lange rente bijna altijd op een hoger niveau dan de korte rente. Door al deze factoren is het risicoprofiel van kortlopende obligaties significant anders dan het risicoprofiel van langlopende obligaties.

Ten tweede kunnen we ook een onderscheid maken naar de uitgevende partij van obligaties. Staatsobligaties kennen de hoogste graad van zekerheid dat de couponbetalingen en de hoofdsom daadwerkelijk uitgekeerd zullen worden. Bedrijven geven echter ook steeds vaker obligaties uit om hun investeringen te financieren. Denk bijvoorbeeld maar aan de miljarden die telecombedrijven hebben geleend om hun UMTS licenties te financieren. Dat bedrijven een significant groter risico kennen om hun betalingsverplichtingen niet na te komen is het afgelopen jaar zeer duidelijk geworden door Enron, Worldcom en Ahold. Dit risico heet kredietrisico en mag bij de waardering van bedrijfsobligaties zeker niet buiten beschouwing worden gelaten.

De andere categorie beleggingen die binnen Vastrentende Waarden valt zijn de hypotheke. Voor verzekeraars is het verstrekken van hypotheke een belangrijke bedrijfsactiviteit. Aan moderne hypotheekproducten zijn bijna altijd levensverzekeringen gekoppeld, en tevens heeft de verzekeraar tijdens het hypotheekgesprek een uitgelezen kans om ook de andere verzekeringsproducten bij de gelukkige huiseigenaar onder de aandacht te brengen. Echter, de hypotheekverstrekker heeft aan de huiseigenaar ook allerlei opties weggegeven die bij de

waardering van de hypotheek in ogenschouw moeten worden genomen. Ik zal hier straks op terugkomen.

De laatste soort beleggingen in de balans zijn derivaten. Ik heb derivaten als aparte categorie opgenomen omdat met behulp van derivaten op zeer effectieve wijze het risicoprofiel van een portefeuille beleggingen kan worden bijgestuurd. Omdat de beleggingsportefeuille van een verzekeraar voornamelijk uit vastrentende waarden bestaat, zijn rentederivaten bij uitstek geschikt om het risicoprofiel van een beleggingsportefeuille van een verzekeraar aan te passen. Een bijkomend voordeel is dat de afgelopen jaren de markt voor rentederivaten zich enorm heeft ontwikkeld. Het is tegenwoordig mogelijk om, zelfs voor een miljardenportefeuille, binnen korte tijd de rentegevoeligheid helemaal af te dekken met derivaten.

Als we onze blik richten op de rechterzijde van de balans, dan komen we de Verzekeringsverplichtingen en het Eigen Vermogen tegen. Onder het kopje Verzekeringsverplichtingen komen we bij een levensverzekeraar uiteraard de levensverzekeringen tegen. Ook hier blijkt dat de verzekeraar impliciet opties heeft weggegeven aan de polishouder in de vorm van rendementsgaranties. Het is van belang om ook deze opties mee te nemen bij het waarderen van de verplichtingen. Ook hier zal ik later op terugkomen.

Ten tweede komen we onder het kopje verzekeringsverplichtingen de beleggingsverzekeringen tegen. Bij dit soort verzekeringen worden de premies belegd in een beleggingsfonds en is de hoogte van het uitgekeerde bedrag afhankelijk van de koersontwikkeling van het onderliggende beleggingsfonds. Omdat het een verzekering moet zijn, is er vaak een minimumrendement (4% of 3% per jaar) gegarandeerd door de verzekeraar. Mochten de beleggingsresultaten tegenvallen, dan is de polishouder verzekerd van dit minimumrendement. Ook hier

is duidelijk sprake van een optie die door de verzekeraar is verstrekt aan de polishouder. Ook deze optie dient bij de waardering van beleggingsverzekeringen meegenomen te worden.

Het Eigen Vermogen is de sluitpost van de balans. Vanuit het oogpunt van de toezichthouder (de Pensioen- en Verzekeringskamer) speelt het Eigen Vermogen een zeer belangrijke rol als bufferkapitaal om onvoorziene schokken op te kunnen vangen. Er worden zelfs vanuit de Wet eisen opgelegd aan de hoeveelheid Eigen Vermogen die minimaal aanwezig dient te zijn bij een verzekeraar: de wettelijke solvabiliteit. Op dit moment is de Pensioen- en Verzekeringskamer bezig met een herziening van het toetsingskader. Ik ben zeer positief over de stappen die de Pensioen- en Verzekeringskamer tot nu toe heeft gezet, en ik hoop dat ze voort zal gaan op de weg die is ingeslagen. Veel van de modelleringstechnieken die ik hier besproken heb om het beleggingsbeleid te optimaliseren komen ook van pas bij het risicobeheersingsproces waar de Pensioen- en Verzekeringskamer verantwoordelijk voor is.

Ik heb in vogelvlucht de elementen op de balans van een levensverzekeraar langgelopen. In het vervolg van mijn verhaal wil ik wat langer stilstaan bij twee punten van de balans: het modelleren van hypotheek en het modelleren van verzekeringsverplichtingen.

Modellering Hypotheken

In het kader van het optimaliseren van de beleggingsmix zijn we geïnteresseerd in de waardering van hypotheek als beleggingscategorie voor de verzekeraar. Vanuit het perspectief van een hypotheekverstrekker lijkt een hypotheek in principe op een obligatie. Gedurende de looptijd van de hypotheek ontvangt de hypotheekverstrekker couponopbrengsten in de vorm van de maandelijkse

betalingen. Bij de afloop van het hypotheekcontract ontvangt de hypotheekverstrekker de hoofdsom weer terug van de huiseigenaar. Op een belangrijk punt wijkt een hypotheek echter af van een obligatie: de huiseigenaar heeft allerlei keuzemogelijkheden. Bekend zijn de offerteoptie en de rentebedenk-tijd-optie.

Ik wil mij echter hier concentreren op een andere optie: de verhuisoptie. Als je voor de aflooptdatum van je hypotheek verhuist, dan heb je de keuze om ofwel je hypotheek mee te nemen, ofwel om je hypotheek boetevrij vervroegd af te lossen. Hoe kunnen we deze optie waarderen bij het modelleren van de hypotheekportefeuille? Om te beginnen moeten we een aanname maken over het gedrag van de huiseigenaren. Laten we aannemen dat de huiseigenaar die gaat verhuizen en op dat moment zijn keuze moet bepalen zodanig kiest dat hij er zelf het meeste voordeel van heeft (en dus dat de hypotheekverstrekker het meeste nadeel heeft!).

Om de meest voordelige keuze te maken zal de huiseigenaar het rentepercentage dat hij betaalt in zijn lopende hypotheek vergelijken met het rentepercentage van een nieuwe hypotheek. Als de rente van een nieuwe hypotheek lager is, dan is het voordelig om de oude hypotheek (boetevrij!) af te lossen en te herfinancieren tegen een nieuwe hypotheek met lagere rente. Als de rente op een nieuwe hypotheek hoger is, dan is het voordelig om de oude hypotheek mee te nemen naar het nieuwe huis en de lage rente van de oude hypotheek te blijven betalen.

Wat is nu het effect hiervan op de hypotheekportefeuille van de verzekeraar? Als de marktrente sterk daalt, dan zullen steeds meer mensen bij verhuizing hun hypotheek vervroegd aflossen, waarbij de hypotheken met de hoogste rentepercentages het eerst worden afgelost. Het rendement op de hypotheekportefeuille zal dus teruglopen bij een dalende rente. Als de marktrente

stijgt, dan zullen de huiseigenaren bij verhuizing juist hun hypotheek meenemen naar de nieuwe woning. De hypotheek wordt juist in het geheel niet afgelost waardoor de verzekeraar blijft zitten met een portefeuille van hypotheek met relatief lage hypotheekrentes die dus relatief laag rendeert ten opzichte van de marktrente.

Bij zowel een stijging van de marktrente als een daling van de marktrente is de verzekeraar dus relatief ongunstig af met de hypotheekportefeuille. We noemen dit aflossingsrisico. Om dit negatieve effect te compenseren is het nodig om een opslag in de hypotheekrente in te prijzen. Omdat de waarde van de opties in hypotheek afhankelijk zijn van de ontwikkeling van de marktrente kunnen we door middel van rentederivaten berekenen hoe hoog de opslagen voor het aflossingsrisico moet zijn. Tevens geven deze rentederivaten een mogelijkheid om bescherming te kopen tegen het aflossingsrisico.

Modellering verzekeringsverplichtingen

Het tweede punt op de balans van de verzekeraar dat ik graag wat uitgebreider wil toelichten is de modellering van verzekeringsverplichtingen. Laten we een (zeer gestileerde vorm) van een levensverzekering beschouwen. Een werknemer betaalt gedurende zijn arbeidzame leven (van zijn 25^e levensjaar tot en met zijn 65^e) premies aan de verzekeraar. Op zijn 65^e gaat de werknemer met pensioen. Vanaf dat moment ontvangt hij een uitkering van de verzekeraar tot aan het moment van overlijden. We praten hier dus over contracten met een enorm lange looptijd. Eerst wordt er gedurende 40 jaar premie ontvangen, en daarna worden er gemiddeld nog zo'n 20 jaar uitkeringen gedaan. Een dergelijk contract heeft dus een totale looptijd van zo'n 60 jaar. Gedurende deze tijd moet de verzekeraar beleggingen beheren om de uitkeringsverplichtingen na te kunnen komen.

Het vaststellen van de hoogte van de premies is het werkterrein van de actuaaris. Om deze berekening te kunnen maken maakt de actuaaris eerst een inschatting van de sterftekansen. Dit gebeurt door middel van zogenaamde sterftetafels. Vervolgens maakt de actuaaris een inschatting van het rendement dat gehaald kan worden op de beleggingen. Vanwege de onzekerheid in de beleggingsrendementen probeert men een conservatieve inschatting te maken. Deze schatting van het beleggingsrendement wordt de rekenrente genoemd. Voor bijna alle pensioenberekeningen wordt met een rekenrente van 4% gewerkt. Aldus kan de actuaaris aan de slag om de hoogte van premies vast te stellen.

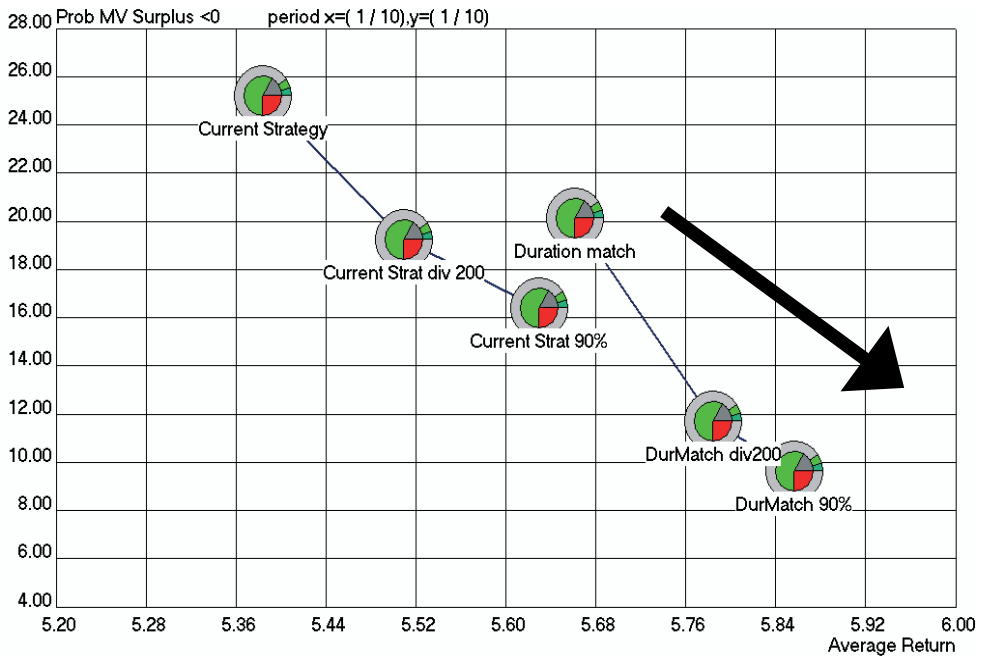
Omdat in het verleden de behaalde beleggingsrendementen vrijwel altijd hoger waren dan 4% zijn er mechanismen bedacht om de zogenaamde overrente weer uit te keren aan de polishouder. Dit kan in de vorm van winstdeling of in de vorm van kortingen op de premie. Echter door het terugbetalen van de overrente boven de 4% in combinatie met de tariefstellingen die gebaseerd zijn op een rekenrente van 4% is er impliciet een rendementsgarantie van 4% afgegeven. Immers, er is wel sprake van winstdeling, maar geen sprake van verliesdeling!

Ook hier hebben we dus weer te maken met opties die de verzekeraar impliciet aan de polishouder heeft afgegeven. Indien het rendement op de beleggingsportefeuille in enig jaar minder is dan 4%, dan groeien de aanspraken van de polishouders op de verzekeraar wel gewoon met 4%. Ergo, bij lage beleggingsrendementen groeien de verplichtingen harder in waarde dan de beleggingen kunnen bijbenen. Wederom kunnen we de waarde van deze 4%-opties berekenen met behulp van optieformules.

Risico en Rendement in Balans

Gegeven dat we een waarde hebben berekend voor alle elementen op de balans van de verzekeraar, kunnen we aan de slag met een veel realistischer model dan de puntenwolk van Figuur 3. In dit model trekken we wederom scenario's. Elk scenario is nu een mogelijke ontwikkeling door de tijd (een tijdpad) van een set van economische variabelen. We kunnen dan bijvoorbeeld denken aan: prijsinflatie, looninflatie, aandelen, vastgoed en rentestanden. Een scenariowolk is nu dus een verzameling van tijdpaden van economische variabelen.

Langs elk tijdpad rekenen we voor ieder jaar opnieuw de balans uit en de winst en verliesrekening. Zo volgen we het wel en wee van de verzekeraar langs ieder scenariopad. Met behulp van een statistisch model kunnen we vele honderden van deze scenariopaden genereren. Op deze manier bouwen we een scenariowolk op. Voor de scenariowolk als geheel kunnen we nu rendement en risicomatstaven uitrekenen. Als rendementmaatstaf kunnen we bijvoorbeeld het gemiddelde rendement op de beleggingsportefeuille nemen. Als risicomatstaf kunnen we de kans uitrekenen dat de waarde van de beleggingen lager wordt dan de waarde van de verplichtingen.



Figuur 5: Rendement en Risico van verschillende vormen van beleggingsbeleid.

Met behulp van deze rendement en risicomaatstaven kunnen we nu verschillende vormen van beleggingsbeleid tegen elkaar afwegen. In Figuur 5 vindt u een grafische weergave van het rendement en risico van verschillende vormen van beleggingsbeleid.

Op de verticale as staat de risicomaatstaf. Onderaan is het risico laag en bovenin is het risico hoog. Op de horizontale as staat het rendement. Aan de linkerkant is het rendement laag; aan de rechterkant is het risico hoog. Als we ons dus in de richting van de zwarte pijl bewegen dan zijn we op beide maatstaven beter af: het risico daalt en het rendement gaat omhoog.

Elke gekleurde cirkel stelt een vorm van beleggingsbeleid voor. In Figuur 5 hebben we een zestal alternatieve vormen van beleggingsbeleid met elkaar

vergeleken. De cirkel die het meest rechtsonder staat is het beste beleggingsbeleid van de alternatieven die we beschouwen. Met behulp van dit soort modellen hebben we een uitstekend hulpmiddel in handen om de moeilijke zoektocht naar een beter beleggingsbeleid inzichtelijk te maken.

Samenvatting en Conclusie

In deze oratie heb ik een aantal punten besproken. Als leidraad ben ik uitgegaan van de vraag *Hoe brengen we risico en rendement in balans voor een verzekeraar?* Ik heb laten zien dat we het probleem van het vinden van de optimale beleggingsmix met een horizon van één jaar exact kunnen oplossen met behulp van een LP probleem. Helaas is dit eenjaars probleem niet representatief voor de werkelijke beleggingsbeslissing die een verzekeraar moet nemen. Daarom zijn we op zoek gegaan naar een uitbreiding van het model. Ik heb daarvoor stilgestaan bij de beleggingen en verplichtingen die we tegen komen op de balans van een verzekeringsmaatschappij. Vervolgens heb ik twee elementen uit de balans aan een nader onderzoek onderwerpen: hypotheek als beleggingscategorie en de modellering van verzekeringsverplichtingen. Tenslotte heb ik laten zien dat voor het realistische probleem met een horizon van meerdere jaren we niet meer de exacte oplossing kunnen vinden, maar ik heb wel laten zien hoe we de verschillende vormen van beleggingsbeleid tegen elkaar kunnen afwegen.

Met behulp van dit voorbeeld heb ik getracht aan te geven hoe de verschillende deelgebieden binnen de econometrie samenkomen bij het onderzoek naar de optimale beleggingsmix voor een verzekeringsmaatschappij. Voor het bouwen van het scenariomodel op basis van tijdreeksgegevens van economische variabelen maken we gebruik van de “zuivere” econometrie. De letterlijke betekenis van econometrie is: het meten van de economie. Dat is ook precies wat we hier doen. Voor het optimaliseren van de beleggingsmix met behulp van het LP model maken

we gebruik van de Operations Research. Ook voor het oplossen van de meerperiode optimalisatieproblemen die we voor het realistische model willen bestuderen kunnen we steunen op de expertise van de Operations Research. Voor het waarden van de verschillende posten op de balans: de verschillende beleggingscategorieën en de verzekeringsverplichtingen en hun impliciete opties, komen we terecht bij mijn eigen deelgebied: de financiële econometrie.

De kennis van al deze deelgebieden binnen de econometrie is noodzakelijk om tot een goede afweging te komen tussen het rendement en het risico van het beleggingsbeleid voor een verzekeringsmaatschappij.

Dankwoord

Aan het eind van deze rede wil ik graag van de gelegenheid gebruik maken om enige woorden van dank te spreken.

Om te beginnen dank ik het College van Decanen en het College van Bestuur van de Erasmus Universiteit Rotterdam voor het in mij gestelde vertrouwen en ik dank iedereen die op enigerlei wijze bij mijn benoeming betrokken is geweest.

Voor wat mijn wetenschappelijke vorming betreft ben ik zeer veel dank verschuldigd aan mijn mentor en promotor Ton Vorst. Mijn eerste klus als student-assistent in 1989 was het zoeken van geschikte krantenknipsels ter illustratie van de oratie van de toen kersverse hoogleraar Vorst. Na een aantal jaren als student-assistent voor hem gewerkt te hebben, ben ik uiteindelijk in 1996 bij hem gepromoveerd. Het voor mij dan ook een bijzondere eer dat ik deze leerstoel samen met Ton Vorst mag bekleden.

In 1999 heb ik de Christiaan Huygens Wetenschapsprijs gewonnen voor mijn proefschrift. Het winnen van deze prijs heeft mijn carrière, zowel in de wetenschap als daarbuiten, een enorme impuls gegeven. Ik wil langs deze weg de Stichting Christiaan Huygensprijs dan ook complimenteren met het goede werk dat zij doen voor jonge onderzoekers die net hun promotie afgerond hebben.

Een van de meest aangename kanten van het hoogleraarschap is de gelegenheid die het je biedt om studenten en promovendi te mogen begeleiden. Het is zeer bevredigend en leerzaam om met jonge intelligente mensen in debat te gaan. In hun jeugdige enthousiasme spuien zij vaak wilde ideeën en stellen bestaande paradigma's ter discussie.

Ook wil ik mijn collega's en leidinggevenden bij Nationale-Nederlanden bedanken voor de mogelijkheid die zij mij bieden om naast mijn werkzaamheden bij NN deze hoogleraarpositie te bekleden. Juist de problemen waar ik in de praktijk mee geconfronteerd wordt zijn voor mij een belangrijke bron van inspiratie en motivatie voor mijn wetenschappelijke werk.

Tenslotte is het zeer belangrijk om mensen in je omgeving te hebben die je af en toe weer met beide benen op de grond zetten als je jezelf te serieus gaat nemen. Mijn belangrijkste ankers in het "gewone" leven zijn mijn vrouw Chantal en mijn dochtertje Rebecca. Zij laten mij zien welke dingen in het leven echt belangrijk zijn. Als wetenschapper is het fascinerend om te zien hoe een klein kind zich kan verbazen en opgetogen kan zijn over dingen die wij volwassenen als volstrekt vanzelfsprekend zien.

Ik hoop dat ik in dit opzicht van alle mensen in mijn omgeving kan blijven leren!

Dixi. Ik heb gezegd.

Erasmus Research Institute of Management
Inaugural Addresses Research in Management Series

ERIM Electronic Series Portal: <http://hdl.handle.net/1765/1>

Triple inaugural address for the Rotating Chair for Research in Organisation and Management

Quality Management Research: Standing the Test of Time,

Prof. dr. B.G. Dale

Performance Related Pay – Another Management Fad?,

Prof. dr. R. Richardson

From Downsize to Enterprise: Management Buyouts and Restructuring Industry,

Prof. dr. D.M. Wright

Reference number ERIM: EIA-01-ORG

ISBN 90-5892-006-2

Financial Regulation; Emerging from the Shadows

Prof. dr. Harald. A. Benink

Reference number ERIM: EIA-02-ORG

ISBN 90-5892-007-0

Opsporen van sneller en beter. Modelling through...

Prof. dr. Leo G. Kroon

Reference number ERIM: EIA-03-LIS

ISBN 90-5892-010-0

East, West, Best: Cross cultural encounters and measures

Prof. dr. Slawomir Jan Magala

Reference number ERIM: EIA-04-ORG

ISBN 90-5892-013-5

Leadership as a source of inspiration

Prof. dr. Deanne N. Den Hartog

Reference number ERIM: EIA-05-ORG

ISBN 90-5892-015-1

Marketing Informatie en besluitvorming: een inter-organisationeel perspectief

Prof. dr. ir. Gerrit H. van Bruggen

Reference number ERIM: EIA-06-MKT

ISBN 90-5892-016-X

The residual:

On monitoring and Benchmarking Firms, Industries and Economies with respect to Productivity

Prof. dr. Bert M. Balk

Reference number ERIM: EIA-07-MKT

ISBN 90-5892-018-6

“Nut en nog eens nut”

Over retoriek, mythes en rituelen in informatiesysteemonderzoek

Prof. dr. H.G. van Dissel

Reference number ERIM: EIA-08-LIS

ISBN 90-5892-018-6

Onweerlegbaar bewijs?

Over het belang en de waarde van empirisch onderzoek voor financierings- en beleggingsvraagstukken

Prof. dr. Marno Verbeek

Reference number ERIM: EIA-09-F&A

ISBN 90-5892-026-7

Waarde en Winnaar; over het ontwerpen van elektronische veilingen

Prof. dr. ir. Eric van Heck

Reference number ERIM: EIA-10-LIS

ISBN 90-5892-027-5

Moeilijk Doen Als Het Ook Makkelijk Kan

Over het nut van grondige wiskundige analyse van beslissingsproblemen

Prof. dr. Albert P.M. Wagelmans

Reference number ERIM: EIA-11-LIS

ISBN 90-5892-032-1

The Economics of Private Equity

Prof. dr. Han T.J. Smit

Reference number ERIM: EIA-13-LIS

ISBN 90-5892-033-X

The Business Challenges in Communicating, Mobile or Otherwise

Prof. dr. Louis-François Pau

Reference number ERIM: EIA-14-LIS

ISBN 90-5892-034-8

Dynamische Meerdimensionele Schaling: Statistiek Op De Kaart

Prof. dr. Patrick J.F. Groenen

Reference number ERIM: EIA-15-MKT

ISBN 90-5892-035-6

De Open Onderneming

Een bedrijfsethisch vraagstuk

Prof. Dr. Muel Kaptein

Een maatschappelijk vraagstuk

Prof. Dr. Johan Wempe

Referentie number ERIM: EIA--16-ORG

ISBN 90 – 5892 – 037 – 2

Veranderende datasets binnen de marketing: puur zegen of bron van frustratie?

Prof. dr. Marnik G. Dekimpe

Reference number ERIM: EIA--17-MKT

ISBN 90-5892-038-0



Antoon Pelsser (1968) is Head of the Asset-Liability Matching department of ING-Insurance. The ALM department advises the board on the optimal asset allocation to cover the insurance liabilities. The department is also responsible for the calculation of market values and risk measures of insurance contracts. He also holds a part-time position as Professor of Mathematical Finance at the Econometric Institute at the Erasmus University in Rotterdam. His research interests focus on pricing models for interest rate derivatives, the pricing of insurance contracts and Asset-Liability Management of insurance contracts. He has published in several academic journals including *Finance and Stochastics*, *Journal of Derivatives*, *European Journal of Operational Research* and *European Finance Review*. He is also author of the book *Efficient Methods for Valuing Interest Rate Derivatives*, published by Springer Verlag.

The Erasmus Research Institute of Management (ERIM) is the Research School (Onderzoekschool) in the field of management of the Erasmus University Rotterdam. The founding participants of ERIM are the Rotterdam School of Management and the Rotterdam School of Economics. ERIM was founded in 1999 and is officially accredited by the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW). The research undertaken by ERIM is focussed on the management of *the firm* in its environment, its intra- and inter-firm relations, and its business processes in their interdependent connections.

The objective of ERIM is to carry out first rate research in management, and to offer an advanced graduate program in Research in Management. Within ERIM, over two hundred senior researchers and Ph.D. candidates are active in the different research programs. From a variety of academic backgrounds and expertises, the ERIM community is united in striving for excellence and working at the forefront of creating new business knowledge.

Inaugural Addresses Research in Management contain written texts of inaugural addresses by members of ERIM. The addresses are available in two ways, printed and electronical. All electronic productions of ERIM are disclosed through the ERIM Electronic Series Portal (<http://hdl.handle.net/1765/1>).



Erasmus University Rotterdam
Rotterdam School of Management
Rotterdam School of Economics
P.O. Box 1738, 3000 DR Rotterdam, The Netherlands

Tel. +31 10 408 1182
Fax +31 10 408 9640
E-mail info@erim.eur.nl
Internet www.erim.eur.nl

ISBN 90-5892-041-0