

De ontwikkeling van de actuariële wetenschap na de Tweede Wereldoorlog

*H. Wolthuis*¹

Even the future is no longer what
it used to be in the past.

Paul Valery, poet

1 Inleiding

De profeet van de welvaartseconomie, de econoom John Kenneth Galbraith, zei in een interview met het NRC Handelsblad van 28 januari 1992: "Een goede economische politiek is voor mij een beleid dat zich telkens opnieuw weet aan te passen aan de wisselende maatschappelijke omstandigheden" en "Economie is uiteindelijk niet meer dan je boerenverstand gebruiken."

Hoe zit dat met het beleid van verzekeringsinstellingen, de instellingen waar de meeste actuarissen hun werkkring vinden? De verzekeringsinstellingen worden natuurlijk zelf voor een belangrijk deel bepaald door het economisch en maatschappelijk gebeuren, waarvan zij zelf een onderdeel zijn. Daarnaast zijn de verzekeringsinstellingen op zich van toenemende betekenis voor de economie, door de toenemende en meer complexe risico's in het maatschappelijke verkeer en de omvangrijke pensioenbesparingen. Geconstateerd kan worden dat er bij de verzekeringsinstellingen in toenemende mate sprake is van een adequaat "aanpassen": in feite van een zeer alert reageren en vaak vooruitlopen op allerlei maatschappelijke en economische ontwikkelingen. Met name de laatste jaren heeft de verzekeringsbedrijfstak zich ontwikkeld tot een dynamische bedrijfstak.

Met "boerenverstand" kom je er niet met de oplossing van de vele problemen van diverse aard in het verzekeringsbedrijf; voor verzekeren is meer nodig dan boerenverstand. Voor de actuariële problemen is zelfs een

¹ Eerder verschenen in M.M.G. Fase en I. van der Zijpp, ed. (1992), *Samenleving en economie in de twintigste eeuw*, Stenfert Kroese, ter gelegenheid van het zeventigjarig bestaan van de Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie.

wetenschappelijke aanpak vereist: het levens- en pensioenverzekeringsbedrijf kan in het geheel niet functioneren zonder een wiskundig-modelmatige aanpak. Voor het schadebedrijf zal dit in de niet te verre toekomst ook het geval zijn.

De actuariële wetenschap leeft in feite in symbiose met zowel verzekeringsbedrijf als met andere aanverwante wetenschappen; de beoefenaar van de actuariële wetenschap, de actuaris, zou kunnen worden omschreven als de architect en beheerder van financiële zekerheidssystemen. Veranderingen in de problematiek van het verzekeringsbedrijf betekent ook veranderingen voor het actuaariaat. Denk bijvoorbeeld aan de grotere variabiliteit van de rente, de toenemende concurrentie, wijzigingen op fiscaal gebied, de toenemende beschikbaarheid van geavanceerde rekentechnische, administratieve en communicatieve middelen, consumentisme, gelijke behandeling van man en vrouw, de integratie van het bedrijfseconomische denken in verzekeringsinstellingen en internationalisatie. De ontwikkeling van de actuariële wetenschap, die in deze bijdrage wordt geschetst voor de periode vanaf ongeveer de aanvang van de actuariële opleiding aan de universiteit in 1948 tot heden, kan dus niet los worden gezien van ontwikkelingen in het verzekeringsbedrijf en ontwikkelingen in andere wetenschappen in deze periode. Een evenwichtige ontwikkeling van de actuariële wetenschap vereist een regelmatige interactie tussen actuariële theorie en actuariële praktijk. Enerzijds leidt de zich steeds ontwikkelende actuariële praktijk tot steeds nieuwe actuariële problemen, anderzijds leidt de actuariële theorie weer tot nieuwe praktische toepassingen. Tussen theorievorming en praktische toepassing van de theorie verloopt overigens vaak een zeer lange tijdsperiode; daarnaast hebben actuele actuariële problemen niet altijd de interesse van wetenschappers op het gebied van het actuaariaat. Aanpassing van modelvorming en begrippenapparaat stuit soms op jarenlange weerstand van de beroepsgroep. Een goede wisselwerking tussen theorie en praktijk is voor het actuaariaat, als hoofdzakelijk toegepaste wetenschap, noodzakelijk voor beide partijen.

De aanverwante wetenschappen als wiskunde, waarschijnlijkheidsrekening en statistiek en de laatste decennia ook demometrie, economie, accountancy, econometrie en informatica hebben langzamerhand een niet weg te denken betekenis voor de actuariële wetenschap. Ontwikkelingen in

genoemde wetenschappen hebben soms met enige vertraging directe invloed op de ontwikkeling van een deel van de actuariële wetenschap. Demarcatielijnen tussen actuariaat en bijvoorbeeld economie, econometrie, waarschijnlijkheidsrekening en de andere genoemde wetenschappen zijn vaak moeilijk te trekken. Een voor het actuariaat uitermate belangrijke ontwikkeling van de afgelopen decennia is de opkomst van de actuariële leer der schadeverzekering, en de toenemende toepassing van de schadetheorie in de praktijk. Ook het object van de actuariële wetenschap, als boven vermeld, is aan het veranderen. Was er eerst de economisch noodzakelijk geworden toenemende belangstelling voor de beleggingskant van de balans van de verzekeringsinstellingen, thans wordt uitbreiding nagestreefd tot de problematiek van financiële risico's van alle financiële instellingen, dus niet alleen verzekeringsinstellingen, maar ook bijvoorbeeld banken. De snel veranderende en complexer wordende omgeving leidt tot een toenemende betekenis van het actuariaat. De reeds aangeduide toenemende concurrentie tussen verzekeraars onderling en met banken leidt tot een verkrapping van de marges, hierdoor wordt een betere wetenschappelijke onderbouwing van de tarieven en verzameling van adequate data noodzakelijk.

In onderstaande wordt onder 2 ingegaan op de internationale wetenschappelijke communicatie op het gebied van het actuariaat. Onder 3 volgt een algemene probleemstelling van het actuariaat, waarna onder 4 een beknopt overzicht wordt gegeven van de Nederlandse bijdrage aan de actuariële wetenschap. Vervolgens wordt onder 5 de wetenschappelijke ontwikkelingen op actuariële gebied geschetst in internationaal perspectief. De invloed van de economische wetenschap en computers op het actuariaat komt onder 6 aan de orde.

2 Internationale wetenschappelijke communicatie

De vakgebieden levensverzekering en nog meer de pensioenverzekering kennen in ieder land hun eigen traditie wat betreft de verzekerings- en actuariële praktijk, waardoor de internationale wetenschappelijke communicatie in beide gebieden bemoeilijkt wordt. Daarenboven hebben de landelijk ingestelde actuariële verenigingen ieder afzonderlijk, of samen met

enkele andere verenigingen, een eigen actuariële tijdschrift, waarin in het verleden vooral in de eigen landstaal werd gepubliceerd. De tijdschriften hebben, afgezien van de Engelstalige tijdschriften, een beperkt verspreidingsgebied. De vierjaarlijkse internationale actuariële congressen die vanaf het eind van de vorige eeuw (1895) worden georganiseerd door de internationale actuariële vereniging waren en zijn daarom uitermate belangrijke bijeenkomsten. Ter verbetering van de communicatie is reeds tijdens het eerste internationale congres van de IAA (International Actuarial Association) een uniforme actuariële notatie vastgesteld voor de elementaire levensverzekeringswiskunde. De wetenschappelijke bijdragen aan deze congressen verschenen en verschijnen gebundeld in congresverslagen, grotendeels voorafgaand aan het congres. Alhoewel de basismodellen op het gebied van leven en pensioen gebaseerd zijn op actuariële equivalentie van inkomende en uitgaande geldstromen, zijn er nog belangrijke verschillen betreffende bijvoorbeeld financierings- en reserveringsmethoden en winstdeling. Traditioneel is het actuariële onderzoek in Amerika en Engeland vooral gericht op directe praktische toepassingen, hoofdzakelijk beperkt tot het terrein van levens- en pensioenverzekering en samenhangende beleggingsaspecten, terwijl op het Europese continent het onderzoek –vooral theoretisch gericht– is verricht op het gebied van de risicotheorie en andere theorieën uit de schadeverzekering.

De internationale wetenschappelijke communicatie is sinds de tweede wereldoorlog en vooral de laatste jaren aanzienlijk verbeterd. Landelijke actuariële tijdschriften publiceren steeds meer in het Engels, of accepteren in het Engels geschreven artikelen. Het moderne vakgebied schadeverzekering is bovendien vanaf aanvang internationaal georiënteerd. (Herverzekering is al veel langer internationaal gericht door zijn preoccupatie met grote risico's.) Gelijkzeitig met de oprichting in 1957 door de internationale actuariële vereniging van een afdeling ASTIN (Actuarial Studies In Non-life insurance) verscheen het eerste internationale actuariële tijdschrift, het ASTIN bulletin, waarin vooral over het vakgebied schadeverzekering werd gepubliceerd. Op schadegebied vinden bovendien jaarlijks internationale congressen plaats. Omstreeks 1980 werd het eerste internationale actuariële tijdschrift opgericht dat het gehele actuariële onderzoeksterrein bestrijkt en dat tevens economische artikelen op verzekeringsgebied publiceert,

Insurance: Mathematics and Economics. Het verschijnen van beide genoemde wetenschappelijke tijdschriften betekent een sterke verbetering van de internationale wetenschappelijke communicatie op het gebied van het actuariaat. Daarboven benadrukt de titel van laatstgenoemd tijdschrift reeds de toenemende relevantie voor de verzekeringstheorie en -praktijk van de economische theorieën als bijvoorbeeld speltheorie, micro economie en capital market theory. Na 1983 verschijnen er jaarlijks één of twee leerboeken op het gebied van de schadeverzekering. Het verschijnen van moderne leerboeken op het gebied van de levensverzekering en pensioenverzekering en de voortgaande internationalisering zal waarschijnlijk op de lange duur leiden tot een meer uniforme aanpak op dit terrein. De internationalisering van de verzekeringsconcerns en ondernemingen leidt er namelijk ook toe dat men meer en meer wordt geconfronteerd met elkaars landelijke actuariële en verzekeringstraditie.

In 1988 is er een nieuwe afdeling toegevoegd aan het IAA, en wel de financiële sectie AFIR (Actuarial Approach for Financial Risks), die zich met financiële risico's op beleggingsgebied gaat bezighouden. Het eerste internationaal colloquium is in 1990 gehouden.

3 Object en modelbouw actuariële wetenschap

De actuariële wetenschap houdt zich bezig met de financiële problematiek van verzekeringen. Een rapport van de Nederlandse beroeps- en wetenschappelijke vereniging van actuarissen ziet de specifieke taak voor de toekomstige actuaris als: "De vertaling van financiële risico's in financiële beheersbaarheid en de herverdeling van de financiële consequenties daarvan."

Binnen het actuariaat bestaat een grote diversiteit aan modelbouw, met grote verschillen tussen de wiskundige modellen van enerzijds de leven- en pensioenverzekering en anderzijds de schadeverzekering.

Tijdens het internationale actuariële congres te Zürich uit 1980 gaf W.S. Jewell als eerste een unificerend beeld voor actuariële modellen waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen leven- en schadeverzekering. In de basis actuariële modellen komen drie sleutelementen voor die van kracht zijn voor alle verzekeringstakken:

- "- One or more random variables which characterize the major dimensions of risk, such as duration, size and number.
- A set of well defined states of nature, separated by observable transition events or epochs together with a deterministic law of motion between the states.
- An economic function, associated with the underlying random variables and for the states and transition events, which may also be deterministic or random, but is often linked to uncontrollable economic externalities, such as market growth, inflation, currency risk, etc. but also the economic performance under the control of the company such as profit margin, portfolio performance, etc."

In bovenstaand beeld ontbreken nog enkele elementen die vooral voor de actuariële beroepspraktijk van belang zijn:

- Naast de klassificatie van risico's in homogene klassen die in bovenstaande is verwerkt moet bij de productontwikkeling en tariefstelling rekening worden gehouden met de vrijwel altijd optredende autoselectie van de kant van verzekeringnemers. Autoselectie kan ten dele worden tegengegaan door het acceptatie- en marketingbeleid van de verzekeraar.
- Een zodanige doorberekening van kosten in de tarieven dat de risicoklassificatie niet verstoord wordt.
- Een veilige tariefstelling en reservering, die ten dele reeds voortvloeit uit bovenstaande punten, is nodig omdat modelonderstellingen en realisatie zeker zullen afwijken, al was het alleen maar omdat de voorspellingen vaak de zeer lange termijn betreffen; door winstdeling gebaseerd op een "fairnessprincipe" kunnen de achteraf te groot gebleken marges weer worden teruggegeven aan de verzekeringnemer.
- De opbouw van goede databestanden gericht op actuariële behoeften.

Uitgangspunt van de modelbouw in bovenstaande is de verzekeringsinstelling. Daarnaast is er ook actuariële modelbouw specifiek gericht op de behoeften van de consument, aandeelhouder of toezichthouder.

Binnen het actuarieel is als eerder vermeld internationaal sprake van een verbreding van het werkterrein tot financiële risico's in het algemeen, dus

risico's liggend op het terrein van instellingen uit de financiële sector. De problematiek samenhangend met bijvoorbeeld beleggingsrisico's is veel moeilijker dan bij de verzekering van de veelal onafhankelijke verzekeringsrisico's, waarbij technische factoren, zoals een goede risicoklassificatie en veilige tariefstelling de wet van de grote aantallen tot beheersbare risico's leidt; daarnaast spelen eventueel nog fysieke en demografische aspecten een rol. Voorzover sprake is van een spaarproces bij de verzekeringen is een zekere afstemming met de beleggingen mogelijk door matchingtechnieken. De risico's verbonden aan beleggingen zijn echter meer complex, en niet alleen afhankelijk van economische, maar ook van politieke en sociale factoren; bovendien zijn de beleggingsrisico's afhankelijk van elkaar. Om de beleggingsrisico's te reduceren zal een beroep moeten worden gedaan op instrumenten stammend uit de financieel economische theorie (zoals opties en futures), een theorie die net als het traditionele actuariaat voor een belangrijk deel steunt op de theorie van de stochastische processen.

4 Beknopt overzicht ontwikkeling wetenschappelijk actuariel onderzoek in Nederland

De universitaire actuariële opleiding is gestart in 1948 met de vestiging van bijzondere leerstoelen in de actuariële leer der levensverzekering en de actuariële leer der sociale verzekering. Het wetenschappelijk onderzoek in het actuariaat werd in Nederland tot voor zo'n vijf en twintig jaar geleden hoofdzakelijk verricht in het bedrijfsleven. Hoogleraren actuariaat waren part-time verbonden aan een verzekeringsinstelling en hadden in het algemeen aan de universiteit slechts een beperkte onderwijstaak. Ondanks dat is er met name door hoogleraar Engelfriet aan het begin van de vijftiger jaren baanbrekend onderzoek verricht betreffende de toepassing van het Markovmodel uit de waarschijnlijkheidsrekening op het gebied van de levensverzekering, dit als generalisatie van een eerder door hem ontwikkeld model voor een algemene invaliditeitsverzekering. Engelfriet was tevens pionier op het gebied van de automatisering van het levensverzekering-bedrijf.

De hoogleraar Campagne, evenals Engelfriet in 1948 aangesteld als

bijzonder hoogleraar actuariaat aan de Universiteit van Amsterdam (destijds Gemeentelijke Universiteit Amsterdam), heeft de eerste belangrijke rapporten op het gebied van solvabiliteit van verzekeringsinstellingen op zijn naam zijn staan, dit zowel op leven- als schadegebied. Campagne was tevens voorzitter van de Verzekeringkamer.

Aan de Vrije Universiteit Amsterdam had Van Haaften reeds voor die tijd belangwekkend onderzoek verricht op het gebied van de geschiedenis van de levensverzekeringswiskunde; zijn leerboeken op het gebied van de elementaire levensverzekeringswiskunde vormen in feite nog steeds de basis voor de praktijkopleiding actuariel rekenaar. In de jaren 1950-1955 promoveerden vier doctorandi in de wis- en natuurkunde op een actuariel onderwerp: W.J.C. de Heer, P. Kanters, W. Balk en L. Yntema. Enkele jaren later is J. Van Klinken, de opvolger van Campagne, gepromoveerd op de toepassing van het Poissonproces in de actuariële statistiek. Zijn belangrijkste wetenschappelijke werk ligt op het gebied van de wiskundige analyse van de balans van een pensioenfonds, een onderwerp waaraan hij vele publicaties gewijd heeft. Hij was één van de eersten die gewezen heeft op de gevolgen van vergrijzing van de Nederlandse bevolking voor de sociale zekerheid en pensioenfondsen. Zijn medewerker J.B. Kuné is in 1987 gepromoveerd op het onderwerp Pensioen en Economie. Kok heeft na het emeritaat van Engelfriet een tiental jaren een deel van het onderwijs op levengebied waargenomen en is in 1989 opgevolgd door Smid en Wolthuis, die beiden zijn benoemd tot part-time hoogleraar in de actuariële leer der levensverzekering. Wolthuis heeft een jaar daarvoor zijn proefschrift "Savings and Risk Processes in Life Contingencies" verdedigd en heeft zich ingezet op de vervanging van deterministische model van de levensverzekeringswiskunde door een stochastisch model. Smid is hoofdzakelijk werkzaam in de actuariële praktijk; zijn wetenschappelijke belangstelling gaat vooral uit naar het gebied van de matching en de waardering van verzekeringsverplichtingen. Enkele jaren eerder, in 1984, is Dr M.J. Goovaerts benoemd tot hoogleraar actuariële leer der schadeverzekering aan de UvA vanwege de Stichting Verzekeringswetenschap. Goovaerts, die tevens hoogleraar is aan de Universiteit van Leuven, heeft een zeer groot aantal wetenschappelijke publicaties op zijn naam staan op het gebied van de schadeverzekering, met name op het gebied van de credibiliteit en de risico-

ordering. Hij is tevens (mede-) auteur van een twaalftal wetenschappelijke boeken en treedt regelmatig op als spreker bij congressen e.d.; daarnaast ijvert hij voor de praktische toepassing van actuariële schadetheorie. Bij hem zijn inmiddels op een schadeonderwerp aan de UvA gepromoveerd R. Kaas en mw. A.E. van Heerwaarden. Laatstgenoemden hebben samen met Goovaerts en Bauwelinckx een modern leerboek op het gebied van de schadeverzekering gepubliceerd. Assistent in Opleiding B.M. Kling bereidt een promotie voor over toepassing van schadeverzekeringswiskunde op de levensverzekering. De UvA participeert sedert begin 1992 in twee EEG onderzoeksprojecten op het gebied van het actuariaat. Begin van dit jubileumjaar is de Zwitserse hoogleraar op schadegebied prof. dr. H. Bühlmann benoemd tot eredoctor aan de UvA. Eind 1991 is B.J.J. Alting von Geusau benoemd als opvolger van Van Klinken. Van hem kunnen nieuwe impulsen op het gebied van actuariel onderzoek op het gebied van pensioenfondsen worden verwacht. Thans heeft hij reeds een groot aantal publicaties op zijn naam staan op de drie gebieden leven, pensioen en schade.

In Nederland is de permanente werkgroep ASTIN van het Actuariel Genootschap een belangrijk contactpunt voor wetenschap en praktijk op het gebied van de schadeverzekering. ASTIN heeft ook een aantal belangrijke congressen georganiseerd en hierover gerapporteerd. Daarnaast hebben diverse ad hoc werkgroepen van het Actuariel Genootschap wetenschappelijke publicaties naar buitengebracht, bijvoorbeeld op het gebied van de solvabiliteit en de matching. De verzekeraar Nationale Nederlanden heeft nationaal en internationaal indruk gemaakt met haar reeks "Surveys of Actuarial Studies."

5 Internationale ontwikkeling actuariële wetenschap

In het volgende wordt een verbale omschrijving gegeven van de ontwikkeling van de actuariële wetenschap gedurende de periode vanaf ca. 1945. Meer technische aspecten komen elders aan de orde. Voor de hierin geïnteresseerde lezer is Jewell (1980) een uitstekend artikel over de "state of the art" op vooral actuariel schadegebied anno 1980 en de geschiedenis van het (schade)actuariaat in de jaren hieraan voorafgaand. Voor een beperkte

beschouwing over de ontwikkeling van de actuariële wetenschap in deze eeuw vóór 1970 worden verwezen naar Ammeter (1971). In Nesbitt (1988) wordt de ontwikkeling van de actuariële wetenschap in Amerika geschetst voor de periode 1900 tot 1988. De lijst met referenties vermeldt nog enkele andere artikelen met een geschiedkundig karakter.

5.1 Internationale ontwikkeling actuariële leer der levens- en pensioenverzekering

De laatste tien tot vijftien jaar is er zowel bij leven als bij pensioen een opnieuw doordenken van de actuariële en verzekeringsproblematiek en het daarnaast geven van een omschrijving tegen een hedendaagse achtergrond.

stochastische modelbouw

De overgang van deterministische naar stochastische modellen, die de laatste 10 jaar pas is verwerkt in de actuariële leerboeken op het gebied van de levensverzekeringswiskunde, vindt haar wortels in de individuele risictheorie die reeds in de vorige eeuw werd ontwikkeld. Het sterftetafelmodel wordt vervangen door een kansmodel met als stochastische variabele de levensduur van de verzekerde, algemener de stochastische verblijfsduren in toestanden van het verzekeringsschema. In de leerboeken wordt de interest nog steeds deterministisch genomen, doch in een toenemend aantal artikelen verschijnen stochastische modellen voor de interest. Pensioenmodellen zijn standaard wat ingewikkelder dan de elementaire levenmodellen omdat in het model altijd optreden pensionering, overlijden, al dan niet gehuwd zijn, arbeidsongeschiktheid, ontslag en groeivoet salarissen en pensioengrondslagen, groeivoet aantal verzekerden; daarnaast is er de koppeling met het sociale zekerheidsstelsel.

In de periode na de tweede wereldoorlog is tevens het elementaire model van de levensverzekeringswiskunde gegeneraliseerd. Het Markovmodel voor de levensverzekering is ontwikkeld; in dit model worden diverse toestanden onderscheiden waarin een verzekeringscontract kan verkeren. Aan het verblijf in toestanden, of de overgang tussen toestanden worden premiebetalingen en uitkeringen gekoppeld.

Groot voordeel van het Markovmodel is zijn flexibiliteit. Elementaire verzekeringen op één of meer dan een leven, een arbeidsongeschiktheids-

verzekering kunnen bijvoorbeeld worden gemodelleerd als Markovmodel. In eerste instantie leidt de modernere variant van het Markovmodel tot stochastische verliezen in diverse toestanden van het Markovproces. Van deze verliezen kunnen bijvoorbeeld verwachtingswaarden, varianties en covarianties worden beschouwd. De conditionele verwachtingswaarden worden in de verzekeringscontext aangeduid als premiereserves; de varianties zijn een maatstaf voor het risico van de verzekeraar voor afwijkingen ten opzichte van deze verwachtingswaarden. Een belangrijke stelling uit de elementaire levensverzekeringswiskunde betreffende de verzekeringsrisico's blijkt ook te gelden voor een Markovmodel.

Het onderscheid eerste en tweede orde berekeningen dat lange tijd van het actuariële toneel was verdwenen is weer van stal gehaald en voor het Markovmodel gegeneraliseerd. (De noodzaak van de herintroductie van de begrippen lag bij de bedrijfsvoering van de verzekeraars met krappere wordende marges, verdergaande winstdeling en een grotere variabiliteit van de rente.) Eerste orde grondslagen zijn de grondslagen die de verzekeraar gebruikt om de premies voor zijn verzekeringsproducten vast te stellen; tweede orde grondslagen bevatten in principe geen veiligheidsmarge. Het onderscheid eerste en tweede orde speelt ook binnen de matchingtheorie een essentiële rol. Dit onderscheid is zeer geschikt om bijvoorbeeld de winstanalyse naar componenten (interest, kanssysteem, kosten) alsmede een aantal andere winstdelingssystemen te illustreren in het kader van een algemeen Markovmodel. De netto premiereserve, zorgt voor een verdeling van winsten over de polisjaren, hetgeen ook het geval is voor de verdeling van de risico's aangaande het kanssysteem.

Gerber heeft in 1976 als eerste het Martingaalbegrip in de levensverzekeringswiskunde geïntroduceerd; het gebruik van martingalen in de risicetheorie uit het vakgebied schadeverzekering gaat overigens terug tot het begin van de jaren veertig. De term martingaal duidt er op dat conditionele verwachtingswaarden onafhankelijk zijn van het verleden. De premiereserve van een verzekering kan bijvoorbeeld worden beschouwd als de conditionele verwachtingswaarde van een verliesfunctie.

Het eerste leerboek op het gebied van de levensverzekeringswiskunde dat gebaseerd is op het stochastische model is Bowers et al. (1986). Dit Amerikaanse leerboek begint met een behandeling van de nutstheorie in het

kader van verzekeringen en integreert de klassieke individuele risicotheorie in de levensverzekeringswiskunde. Het boek bevat ook inleidingen op het gebied van de pensioenverzekering en de schadeverzekering. Het stuk op pensioengebied vormt de neerslag van door vooral Amerikanen verricht onderzoek op het gebied van dynamische pensioensystemen. De actuariële theorie op levensverzekeringsgebied als vermeld in dit leerboek verschilt overigens wat betreft de kostenbehandeling en de verwerking van kosten in de reservering, en winstdelingsaspecten van de in Nederland en elders gebruikte methoden.

financiële rekenkunde, matching en immunisatie

Een belangrijke basis voor het leven- en pensioenactuaariaat, de financiële rekenkunde, heeft zich vooral de laatste jaren erg sterk ontwikkeld. De klassieke theorie van de samengestelde interest gebaseerd op vaste rentevoet was reeds lang vervangen door een theorie met variabele interest. Binnen het actuaariaat zijn in de afgelopen twintig jaar diverse stochastische modellen ontwikkeld, waaronder maattheoretische benaderingen van stochastische geldstromen. In de praktijk was men zich er al vanaf het begin van deze eeuw van bewust dat de duur van de beleggingen op een of nadere wijze gekoppeld moeten zijn aan de duur van de verzekeringen. Binnen het actuaariaat duurde evenwel nog tot het begin van de jaren vijftig tot Redington zijn immunisatietheorie ontwikkelde, waarbij de gevoeligheid van de waarde van verzekerings- en beleggingsportefeuille voor wijzigingen in de rentevoet zoveel mogelijk werd geïmmuniseerd. Over de meer algemene matchingtheorie bestaat inmiddels een omvangrijke literatuur met duidelijke banden met de economische wetenschap.

praktische aspecten

Het ontwerpen van nieuwe verzekeringsproducten al dan niet gekoppeld aan hypotheek krijgt steeds meer aandacht binnen het levengebied; fiscale aspecten zijn hierbij vaak van cruciale betekenis. De verzekeringen worden steeds flexibeler: het verzekerd bedrag kan bij *universal life* producten bijvoorbeeld jaarlijks binnen bepaalde grenzen worden aangepast en de spaarbedragen kunnen worden belegd in alle gewenste beleggingscategorieën en valuta. Nieuwe verzekeringsproducten moeten natuurlijk passen in

de bestaande of aan te passen administratie van de verzekeringsinstelling.

Boven omschreven Markovmodel wordt in de praktijk nu ook gebruikt voor de modellering van de financiële risico's verbonden aan de ziekte AIDS en arbeidsongeschiktheidsverzekeringen.

Winstdelingssystemen bij levensverzekeringen en financieringssystemen van pensioenen verschillen vaak per land. Zo zijn de na de Tweede wereldoorlog ontwikkelde systemen van contractuele overrentedeling en rentestandskorting typische Nederlandse vindingen; in bijvoorbeeld Engeland hanteert men al enkele eeuwen een bonussysteem. Op pensioen-gebied is er in Nederland bijvoorbeeld een $(65-x)$ -systeem en een dynamisch premiesysteem. In de Angelsaksische landen zijn er diverse andere systemen. Allerlei Engelse begrippen dringen op dit moment naar voren, zoals: *allocated and unallocated funding*, *embedded value* en *appraisal value*.

Het leven- en pensioenbedrijf worden reeds een aantal jaren geconfronteerd met allerlei EEG-richtlijnen, bijvoorbeeld voor wat betreft gelijke rechten voor en man en vrouw, of het niet toestaan van kartels.

De keuze van grondslagen, als interest, kanssysteem en kosten, moet met voorzichtigheid geschieden in verband met het lange termijn karakter van de verzekeringen. Zo leiden wijzigingen in de conjunctuur bijvoorbeeld tot wijzigingen in de arbeidsongeschiktheidsfrequenties, zodat het vaststellen van deze en andere kansen met de nodige voorzichtigheid dient te geschieden. Uitbouw of inkrimping van de sociale voorzieningen, de wijze van financiering van deze voorzieningen (omslag of kapitaaldekking), welvaartsstijgingen en -dalingen, dit alles heeft consequenties voor verzekeringmaatschappijen en pensioenfondsen.

Economische aspecten, zoals de keuze rentevoet, spelen bij diverse verzekeringen vaak een even grote rol of nog grotere rol dan de keuze van de kanssystemen, zodat de noodzaak van een goede matching van verzekeringen en beleggingen bij krappere wordende marges toeneemt.

Solidariteit en risicoklassificatie vragen in toenemende mate aandacht; denk bijvoorbeeld aan de introductie van rokerstarieven in de individuele levensverzekering en de erfelijkheidsproblematiek.

Internationalisatie van verzekeringsinstellingen betekent tevens een confrontatie van de praktijk in het ene land met de actuariële en verze-

keringspraktijk in het andere land en leidt ook tot introductie van nieuwe waarderingsmethoden.

5.2 Internationale ontwikkeling actuariële leer der schadeverzekering

Het vakgebied actuariële leer der schadeverzekering heeft zich pas goed ontwikkeld na de oprichting van de ASTIN sectie van de internationale vereniging van actuarissen in de jaren vijftig en oprichting van het ASTIN bulletin. Dit heeft geleid tot een stroom van artikelen op schadegebied en het verschijnen van een groot aantal leerboeken op dit terrein. Een belangrijk verschil met leven en pensioen is dat bij de schadeverzekering een spaarproces ontbreekt, dat het risicoproces veel instabieler is dan bij de levensverzekering en dat er sprake is van grote mate van heterogeniteit van de verzekeringscontracten. Een verschil in modelbouw is dat i.h.a. niet uitgegaan wordt van de risico's verbonden aan individuele contracten, maar dat het risicoproces van de gehele verzekeringsportefeuille uitgangspunt is. Een ander verschil vergeleken met het levenactuarieel is, is dat er extreem hoge schades kunnen optreden. Dit verschil leidt ook tot een ander type modelbouw en herverzekeringscontracten. Tot slot is er het verschil dat bij schade vaak onvoldoende of ongeschikt cijfermateriaal aanwezig is.

Een belangrijk basismodel van het schadeactuarieel is het collectieve risicomodel, waarbij voor een verzekeringsportefeuille zowel de claims als het aantal claims beschouwd worden als onafhankelijke stochastische variabelen. Dit klassieke risicomodel is later uitgebouwd door toevoeging van risicoparameters aan het model, waardoor het model geschikt werd voor heterogene schadeportefeuilles. Het klassieke risicomodel dateert overigens van het begin van deze eeuw net als het klassieke credibiliteitsmodel. In de credibiliteitstheorie worden collectieve schattingen gebruikt om individuele schattingen te verbeteren, indien voor de laatste bijvoorbeeld onvoldoende informatie beschikbaar is. Er zijn in feite twee scholen op dit gebied, de Amerikaanse en de Europese (oorspronkelijk Zwitserse) school. De Amerikaanse school van partiële credibiliteit is doorgegaan op heuristische wijze. De Europese school is fundamenteel onderzoek begonnen op dit terrein, startende met de theoretische onderbouwing van de credibiliteitsmethodiek door de Zwitser Bühlmann. Laatstgenoemde heeft in 1970 het boek "Mathematical Methods in Risk Theory" geschreven, dat beschouwd wordt

als start van de actuariële theorie van de schadeverzekering. Bühlmann is samen Gerber ook de grondlegger van de actuariële theorie van het ordenen van risico's. (Zie tevens onder 6.1 voor de samenhang met de theorie van de nutsfuncties.) Keuze van een 'groter' risico leidt tot meer conservatieve beslissingen, hetgeen speciaal van belang is bij beperkte informatie en om redenen van eenvoud. Dus, door de toepassing van de theorie van de risico ordeningen kunnen onbekende kansverdelingen vervangen worden door andere meer veilige kansverdelingen die geheel bepaald worden door de genoemde beperkte informatie.

De door Bühlmann en Gerber geformuleerde stop-loss ordening is de start geweest voor een reeks onderzoeken op dit terrein, waarvan een groot aantal ook aan de UvA is verricht. Het recente leerboek op het gebied van de schadeverzekering van Goovaerts et al. (1990) heeft als belangrijke basis de theorie van de risico ordening. De theorie heeft tevens een grote samenhang met de ruïneringstheorie, optimale herverzekering en premieberekeningsprincipes.

Na de Tweede Oorlog zijn ook de bonus-malussystemen ontwikkeld die thans bij de autoverzekering in zwang zijn. Voor de praktijk van de schadeverzekering is van belang de zogenaamde IBNR-driehoek voor de schatting van de wel gebeurde maar nog niet gerapporteerde schades; te denken valt hierbij aan de asbestosis schadegevallen en de problematiek van milieuschaden. De eerste publicatie over de IBNR-methode geschiedde op basis van een theoretisch model. In Nederland wordt credibiliteit toegepast in de brandverzekering. Voor deze en andere schadetechnieken zijn inmiddels software pakketten beschikbaar. Het credibiliteitsmodel wordt in het buitenland ook binnen de levensverzekering gebruikt voor kortlopende contracten. Credibiliteit kan net als mathematisch-statistische methoden als discriminanten analyse, scoring, clustering gebruikt worden voor een grondige analyse van de risicofactoren, om op deze wijze te komen tot een evenwichtige tariefstelling. Bij schade is de problematiek van solidariteit en autoselectie en de samenhang met de risicoklassificatie regelmatig onderwerp van maatschappelijke discussie.

6 Invloed van andere wetenschappen op het actuarieel

Zoals in de inleiding vermeld hebben een groot aantal aanverwante wetenschappen als wiskunde, waarschijnlijkheidsrekening en statistiek, demometrie, economie, accountancy, econometrie en informatica invloed op de actuariële modelbouw en begrippenapparaat. In onderstaande wordt alleen aandacht geschonken aan de invloed van de economische wetenschap en de invloed van de computer op actuariële theorie en praktijk. De invloed van de waarschijnlijkheidsrekening en statistiek is onder 5 reeds voor een belangrijk deel verwerkt.

6.1 *Invloed economische wetenschap*

De invloed van de economische wetenschap op de actuariële wetenschap is lange tijd zeer beperkt geweest. Borch (1962), die ook bekend is bij economen door zijn bijdragen aan de theorie van de "economics of uncertainty," geeft hiervoor de volgende reden: "Actuarial mathematics and the essential scientific basis of insurance were developed into a self-contained and fairly complete theory long before economists could claim the name science for their subject." Daarnaast is de aandacht van de actuariële wetenschap meer gericht op de waarschijnlijkheidsrekening en statistiek, ook al doordat de actuariële leerstoelen gevestigd waren binnen deze sector. Actuarissen promoveerden voor de Tweede Wereldoorlog vrijwel allen op een onderwerp uit de zuivere of toegepaste wiskunde.

Langzamerhand is de economische wetenschap van steeds grotere betekenis voor het actuarieel geworden. Ten eerste door adoptie door het actuarieel van de theorie van de nutsfuncties, die vooral binnen het schadeactuarieel een vaste basis heeft gevonden, als bijvoorbeeld premieberekeningsprincipe, maar ook bij bijvoorbeeld de theorie van de risicoordening. Zo blijkt dat stop-loss ordening uit het schadeactuarieel equivalent is met de ordening van risico mijdende beslissers (beslissers met een concave niet-dalende nutsfuncties). De theorie van de nutsfuncties biedt ook een nieuw uitgangspunt voor de theorie van het eigenbehoud en optimale herverzekering. Ook de speltheorie die reeds langs toepassingen kent binnen de economische wetenschap en eveneens oorspronkelijke stamt uit de wiskunde vindt toepassingen binnen het actuarieel op het gebied van

kostenallocatie en acceptatiebeleid. De verslaglegging van de verzekeringsinstellingen naar aandeelhouders toe wordt meer en meer beheerst door begrippen als *embedded value* en *shareholdersvalue*; dus ook hier een opkomen van begrippen stammend van de kant van de bedrijfseconomie/accountancy. Over ontwikkelingen op het gebied van de financiële rekenkunde is al eerder in dit artikel gerapporteerd; door actuarissen zijn op dit terrein een aantal belangrijke publicaties verricht die waarschijnlijk aan de aandacht van de economische wetenschap zijn ontsnapt. De beoogde uitbreiding van het werkterrein van de actuaaris tot financiële risico's in het algemeen zal leiden tot een toenemende invloed van de economische wetenschap en met name de moderne financieel economische theorie op het actuariaat.

6.2 Invloed computer

De komst van de moderne digitale computer en meer recent de PC hebben het actuariaat een geheel ander aanzien gegeven. *Rekentechnisch en modelmatig*, bijvoorbeeld omdat oude actuariële (reken)methoden als bijvoorbeeld het gebruik van commutatiefuncties niet persé meer nodig zijn; alternatieve berekeningsmethoden van premiereserves gebaseerd op recursierelaties dienen zich aan. Benaderingsformules worden meer en meer overbodig. Relatief eenvoudig is het mogelijk om projecties en analyses van toekomstige cash flows verzekeringsinstellingen uit te voeren, het financiële effect van diverse aannames en de gevoeligheid van de resultaten van diverse aannames te testen. Stochastische simulatie en optimaliseringstechnieken zijn inmiddels gebruikelijke technieken geworden binnen het actuariaat. Andere wijzen van premiestelling gebaseerd op computersimulatie dienen zich aan. Bij schade kan met behulp van een PC bijvoorbeeld de kansverdeling van het verlies worden berekend met behulp van convolutie. Vele technieken uit het schadeactuariaat, zoals credibiliteit zijn praktisch alleen maar toe te passen omdat er computers beschikbaar zijn. Een verdergaande risicoklassificatie met meer homogene verzekeringsgroepen is mogelijk geworden. Inmiddels zijn tevens allerlei actuariële standaardpakketten, geschikt voor gebruik op de PC, ontwikkeld.

Administratief is het mogelijk geworden de verzekeringsadministratie voor levens- en pensioenverzekeringen op postniveau bij te houden en

mutaties en analyses maandelijks te verrichten. De mogelijkheid is ontstaan om diverse waarderingssystemen, ieder met een eigen doelstelling, naast elkaar te hanteren. Het is eenvoudiger geworden om databestanden die nodig zijn voor een correcte tariefstelling op te bouwen. Bovendien zijn nieuwe winstdelingssystemen, die administratief bewerkelijk zijn, mogelijk geworden en zijn de verzekeringsproducten flexibeler geworden. Te denken valt hierbij aan de unit-linked verzekeringen (waarbij de premiebetalingen en de uitkeringen gekoppeld zijn aan de waarde van een beleggingsportefeuille), of een spaarhypotheek, gesloten in combinatie met een gemengde verzekering. Bij schade kan worden gedacht aan het bonus-malussysteem. Op het gebied van de *beleidsondersteuning* van het management van verzekeringsinstellingen zijn er tot nu toe ongekennde mogelijkheden voor de beleidsondersteuning van verzekeringsinstellingen ter onderbouwing van beleidsbeslissingen.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- Alting von Geusau, G.M.M. (1960). De ontwikkeling der actuariële wetenschappen in de periode 1955-1959, in: Naslagwerk 1950-59, Elsevier.
- Ammeter, H. (1971). Die Entwicklung der Versicherungsmathematik im 20. Jahrhundert. *Mitteilungen der Vereinigung scheizerischer Versicherungsmathematiker*, 317-330.
- Borch, K. (1962). Recent developments in economic theory and their application to insurance. *ASTIN bulletin* 2, 322-341.
- Bowers, N.L., Gerber, H.U., Hickman, J.C., Jones, D.A. & Nesbitt, J.C. (1986). *Actuarial Mathematics*, Society of Actuaries, Itasca, Illinois.
- Bühlmann, H. (1970). *Mathematical methods in risk theory*, Springer-Verlag, New-York.
- Engelfriet, J. (1978). Dertig jaren actuariaat. *Het Verzekerings-Archief* 55, 169-179.
- Franckx, E. (1963). The evolution of actuarial ideas and its practical consequences. *Quarterly Letter from the Algemeene Reinsurance Companies* XI/42, June 1963.

- Goovaerts M.J. (1985). Actuarial, theorie en toepassingen. Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar in de actuariële leer der schadeverzekering aan de Universiteit van Amsterdam op 22 april 1985. *Het Verzekerings-Archief* 62, 93-103.
- Jewell, W.S. (1980). Models in insurance: paradigms, puzzles, communications and revolutions. *Transactions of the 22th International Congress of Actuaries*, S87-S141.
- Nesbitt C.J. (1988). Personal reflections on Actuarial Science in North America from 1900, p. 617-638, in: A Century of Mathematics in America, Part III, *American Mathematical Society*, Providence, Rhode Island.
- Spoerl, C.A. (1951). Actuarial Science - A survey of theoretical developments. *American Statistical Association Journal*, 334-344.
- Trowbridge, C.L. (1989). *Fundamental concepts of actuarial science*. Actuarial Education and Research Fund, revised edition, Itasca, Illinois.
- Wit, G.W. de (1988). *Verzekeren: Omgaan met risico's en met de toekomst*. Rede uitgesproken op vrijdag 20 mei 1988 bij de aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar in de economie van het verzekeringsbedrijf aan de Erasmus Universiteit Rotterdam.
- Wolthuis, H. (1991). Actuarial-leven, evolutie of revolutie? Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar in de actuariële leer der levensverzekering aan de Universiteit van Amsterdam op 2 november 1990. *Het Verzekerings-Archief* 68, 111-139.