

"Herleitung der technischen Grundlagen EVK 2000"

Heinz Schmid

Schweiz

Zusammenfassung

Die Konstruktion von Sterbetafeln und die Berechnung von technischen Grundlagen stellen an den Aktuar besondere Anforderungen. Am Beispiel der technischen Grundlagen der Eidgenössischen Versicherungskasse (EVK 2000) werden die wichtigsten Schritte und Entscheidungen von der Auftragserteilung und der Lieferung der individuellen Beobachtungsdaten pro versicherte Person an den Aktuar bis zur Publikation des Tabellenwerkes dargestellt. Besonders erwähnt werden der Umfang und die Qualität der Daten, die exakte Bestimmung der Risikobestände und der Zahl der versicherten Ereignisse pro Alter und Geschlecht, die speziellen Verhältnisse im Altersbereich 55 – 65, die Bestimmung der rohen Grundzahlen und deren Ausgleichung. Erstmals werden auch Eintrittsraten und Austrittswahrscheinlichkeiten angegeben.

Key words: Sterbetafeln; Invalidierungswahrscheinlichkeiten; Pensionskassen,
technische Grundlagen; Ausgleichung; Eintrittsraten;
Austrittswahrscheinlichkeiten

"Deviation of the technical basics EVK 2000"

Heinz Schmid

Schweiz

Summary

The derivation of new mortality tables and technical basics poses special demands on the actuary. The most important steps and decisions, from the ordering and delivery of the observation data for all members to the publication of the final tables of the Federal Insurance Fund (EVK 2000), are discussed. The author describes in detail the quality of the data; the exact calculation of the totality of risk and number of insured events for each age and sex; special conditions for the ages 55 – 65; and the calculation of the raw base values and their adjustment. For the first time rates for entry and probabilities for leaving the pension fund are shown.

Key words: Mortality rates, disability rates; pension funds; technical basics; adjustment; entry rates; probabilities for leaving the pension funds.

Herleitung der technischen Grundlagen EVK 2000

Heinz Schmid, Schweiz

1 Einleitung

Die Eidgenössische Versicherungskasse (EVK) ist die grösste Pensionskasse in der Schweiz und versichert im Rahmen der beruflichen Vorsorge im Wesentlichen die in der allgemeinen Bundesverwaltung und einigen Regiebetrieben beschäftigten Personen. Am Beispiel der technischen Grundlagen der eidgenössischen Versicherungskasse EVK 2000 werden die wichtigsten Schritte von der Auftragserteilung an den Aktuar bis zur Publikation der definitiven technischen Grundlagen dargestellt. Diese Grundlagen werden von vielen Pensionskassenexperten für die versicherungstechnische Bilanzierung und für weitere Berechnungen verwendet. Die auf den Erfahrungen der EVK basierenden technischen Grundlagen werden seit 1922 in Abständen von rund 10 Jahren erstellt und sind beispielsweise als EVK 1970, EVK 1980, EVK 1990 etc. bekannt.

Im Jahre 1999 ist die Universität Bern mit der Erstellung der neuen technischen Grundlagen EVK 2000 beauftragt worden. Der Autor der vorliegenden Kongressarbeit war verantwortlicher Projektleiter der technischen Grundlagen EVK 2000. Die Konstruktion von Sterbetafeln und die Berechnung von technischen Grundlagen gehören zu den seltenen Aufgaben eines Aktuars und stellen besondere Anforderungen an ihn.

2 Auftrag an den Aktuar

Bei der Auftragserteilung an den Aktuar ist detailliert festzuhalten,

- bis wann,
- wie strukturiert,
- in welcher Qualität,
- über welche Beobachtungszeit und
- für welche Bestände

der Auftraggeber die Daten über die Risikobestände und die eingetretenen Versicherungsfälle dem Projektleiter zur Verfügung stellt. Für allfällige Rückfragen an den Auftraggeber, z. B. bei mangelnder Qualität, sind die Kompetenzen und Kommunikationswege auf beiden Seiten eindeutig zu regeln. Die klare Definition und die Struktur des zu erarbeitenden Tabellenwerkes muss ebenfalls detailliert vorliegen. Dabei stellt sich die Frage, ob aus Gründen der Kontinuität weitgehend die Definitionen und Strukturen der vorangehenden Grundlagen zu übernehmen sind oder ob allenfalls neue Erkenntnisse über die künftige Entwicklung der Lebenserwartung, z. B. Kohortentafeln oder dynamische Grundlagen, berücksichtigt werden müssen. Weiter ist zu vereinbaren, dass mit dem Auftraggeber nach Abschluss wichtiger Projektphasen Zwischenbesprechungen (Meilensteine) vorgesehen werden. Ein klarer Zeitplan mit Angabe des Projektabschlusses ist unerlässlich. Dabei empfiehlt es sich, für die Belange der Qualitätskontrolle (Basisdaten, Berechnungen, Redaktion des Tabellenwerkes etc.) genügend Zeit vorzusehen.

Eine wichtige Bestimmung im Auftrag an den Aktuar ist die präzise Definition des Endproduktes. Es ist festzulegen, ob die technischen Grundlagen nur in elektronischer Form (CD-ROM) veröffentlicht werden oder ob auch gedruckte Ausgaben zu liefern sind. Wegen der angestrebten grösstmöglichen Flexibilität bezüglich Wahl der Parameter (Zinssatz, Rücktritts- und Schlussalter, Unterjährigkeit) entsteht eine derart grosse Zahl möglicher Kombinationen, dass die Ausgabe in gedruckter Form wenig sinnvoll ist. Dabei ist aber wichtig, dass im Programm eine einfache Druckmöglichkeit vorgesehen wird, damit der Benutzer die von ihm häufig verwendete Version massgeschneidert selbst ausdrucken kann.

3 Umfang und Struktur der Daten

Pro versicherte Person und pro Rentenbezüger sind diejenigen Daten zu erfassen, die eine genügend detaillierte Auswertung ermöglichen und eine optimale Qualität der technischen Grundlagen sicherstellen. Bei der Wahl der vom Auftraggeber zur Verfügung zu stellenden Daten musste bereits zwischen wünschbaren (Sicht Aktuar) und möglichen Daten (Sicht

Auftraggeber) unterschieden werden. Es standen für die Auswertung schliesslich die folgenden Datenrecords pro Person, in Form von Access Datenbanken, zur Verfügung:

Beobachtungszeit: 1. Januar 1993 bis 31. Dezember 1998

Aktive Personen

Feldname	Inhalt	Bemerkung
AHV-NUMMER	xxxxxxxxxx	AHV Nr. der versicherten Person
LAUFNUMMER	xx	Lauf-Nr. je AHV-Nr. falls mehrere Aktivverhältnisse
AKTIVGRAD	xxx	Grad der Aktivität
GESCHLECHT	x	1= männlich; 2 = weiblich
GEBURTSDATUM	tt.mm.19jj	
BEGINN	tt.mm.19jj	Datum des Eintrittes in die EVK
ENDE	tt.mm.19jj	Datum der Beendigung des Vorsorgeverhältnisses als aktiver Versicherter; (Grund: siehe END....) - leer, wenn Vorsorgeverhältnis über 31.12.1998 dauert
ENDAUSTRIIT	xxx	Grad des Austritts
ENDALTER	xxx	Grad des Altersrücktritts
ENDTOD	xxx	Grad des Todes (0 oder 1)
ENDINVALIDITÄT	xxx	Grad der Invalidierung
ENDSCOM	xxx	Grad des Abgangs Swisscom
ENDBRUCH	xxx	Grad des Mitgliedschaftsunterbruchs
EHEGATTE 1	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigter Ehegatte 1 beim Tod des Aktiven
EHEGATTE 2	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigter Ehegatte 2 beim Tod des Aktiven
EHEGATTE 3	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigter Ehegatte 3 beim Tod des Aktiven
KIND 1	tt.mm.19jj	Geburtsdatum Kind 1 beim Tod des Aktiven
KIND 2	tt.mm.19jj	Geburtsdatum Kind 2 beim Tod des Aktiven
KIND 3	tt.mm.19jj	Geburtsdatum Kind 3 beim Tod des Aktiven
KIND n	tt.mm.19jj	Geburtsdatum Kind n beim Tod des Aktiven
KIND 9	tt.mm.19jj	Geburtsdatum Kind 9 beim Tod des Aktiven
RECORDSTATUS	xx	Interner Code EVK zur Verarbeitung

Rentenbezüger (alle Angaben betreffen die rentenberechtigte Person)

Feldname	Inhalt	Bemerkung
AHV-NUMMER	xxxxxxxxxx	AHV Nr. der rentenberechtigten Person
LAUFNUMMER	xx	Lauf-Nr. je AHV-Nr. falls mehrere Rentenverhältnisse
ART	x	Rentenart: 1 = Altersrente; 2 = Invalidenrente 3 = Ehegattenrente; 4 = Kinderrente
GRAD	xxx	Grad des Anspruchs auf Rente
GESCHLECHT	x	1= männlich; 2 = weiblich
GEBURTSDATUM	tt.mm.1jjj	
BEGINN	tt.mm.19jj	Datum des Rentenbeginns
ENDE	tt.mm.19jj	Datum der Beendigung der Rente; (siehe auch GRUND) - leer, wenn Rentenzahlung über 31.12.1998 dauert
GRUND	x	wenn im Feld "ENDE" ein Datum steht, Grund der Beendigung: 1 = Tod (genaues Todesdatum, nicht Ende der Rente) 2 = Wiederverheiratung; 3 = übrige
EHEGATTE 1	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigter Ehegatte 1 beim Tod des Rentners
EHEGATTE 2	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigter Ehegatte 2 beim Tod des Rentners
EHEGATTE 3	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigter Ehegatte 3 beim Tod des Rentners
Kind 1	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigtes Kind 1 beim Tod des Rentners
Kind 2	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigtes Kind 2 beim Tod des Rentners
Kind 3	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigtes Kind 3 beim Tod des Rentners
Kind n	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigtes Kind n beim Tod des Rentners
Kind 9	tt.mm.19jj	Geburtsdatum rentenberechtigtes Kind 9 beim Tod des Rentners
RECORDSTATUS	xx	Interner Code EVK zur Verarbeitung

Die Vorsorgeeinrichtung muss bestätigen, dass die zur Verfügung gestellten Daten alle aktiven und pensionierten Mitglieder in der gewählten Beobachtungsperiode umfassen. Eine Selektion der Personen einzelner Anstellungskategorien könnte das Ergebnis verfälschen.

4 Qualität der Daten

Der Qualität der Daten wurde eine sehr grosse Bedeutung zugemessen. Die individuellen Daten pro Person (gemäss Definition unter Ziffer 3) wurden intensiven formalen und logischen Tests unterzogen. Dabei mussten neben den elektronisch gespeicherten Daten oft für die genaue Abklärung auch physisch die einzelnen Personaldossiers konsultiert oder Rückfragen bei den Dienststellen gemacht werden.

Die Zahl der Risikotage wurde aus Gründen der Qualitätssicherung nach zwei verschiedenen Verfahren bestimmt:

1. Pro Beobachtungsjahr N werden die Anzahl Risikotage für die einzelnen Alter (x ; $x+1$; $x+2$; ...) bestimmt. Die Summe über alle Beobachtungsjahre ergibt den Risikobestand in Tagen bzw. die Anzahl Risikojahre.
2. Die Zahl der Risikotage und Risikojahre wird pro versicherte Person und Alter für die gesamte Beobachtungsperiode, unabhängig von den einzelnen Beobachtungsjahren, direkt bestimmt. Dies bedeutet, dass in der Regel ganze Jahre und nur im Eintritts- und im Austrittsjahr Bruchteile von Risikojahren zu zählen sind.

Die beiden Verfahren sind je von verschiedenen Projektmitarbeitern unabhängig voneinander angewandt worden. Die gesamte Zahl von Risikotagen bzw. Risikojahren führten nach beiden Verfahren zum selben Resultat.

Jeder Auswerteschritt wurde mit eingehenden Plausibilitätskontrollen abgeschlossen. Dabei waren auch Vergleiche mit früheren Grundlagen (z. B. EVK 1990) oder den neuen Grundlagen der Versicherungskasse Zürich (VZ 2000) wertvoll. All diese Tests und Kontrollen sowie die Entscheide bezüglich Spezialfälle sind detailliert protokolliert. Damit ist der lückenlose Nachweis jeder Zahl möglich. Allein für die Realisierung dieser

Qualitätsanforderungen mussten für die Bereinigung der Basisdaten neun Monate eingesetzt werde. Mit diesem grossen Zusatzaufwand und teilweise parallelen Verarbeitungsphasen nach unterschiedlichen Verfahren kann bestätigt werden, dass die für die Berechnungen verwendeten Daten eine sehr gute Qualität aufweisen.

5 Ermittlung der Risikobestände und Zahl der Versicherungsfälle

Grundsätzlich ist zu entscheiden, ob bei der Ermittlung der Risikobestände der aktiven Versicherten der Beschäftigungsgrad oder bei den Rentenbezüglern zum Beispiel der Grad der Invalidität zu berücksichtigen ist oder nicht. Für die finanziellen Folgen eines Eintrittes des versicherten Ereignisses ist primär die Höhe des versicherten Verdienstes von Bedeutung und nicht der Beschäftigungsgrad. Dies gilt sinngemäss für Teilinvalidenrentner, die durch Tod ausscheiden. Grundsätzlich sind die Zahl der unter Risiko stehenden Personen und deren versicherte Verdienste bzw. darauf basierende anwartschaftliche oder laufende Renten massgebend.

Für jedes Beobachtungsjahr N sind die Risikobestände einzeln berechnet worden. Ausgehend vom Anfangsbestand jeweils am 1. Januar sind aus den Ein- und Austritten sowie den Mutationen infolge Tod, Invalidität und Erreichen des Rücktrittsalters im Laufe des Jahres N die Risikotage pro versicherte Person bestimmt worden. Die in Jahre umgerechnete Gesamtzahl der Risikotage ergab die Zahl der einjährigen Risiken. Durch Addition über alle sechs Beobachtungsjahre resultierten die einzelnen Risikobestände und die Anzahl der Versicherungsfälle, wie sie in der nachfolgenden Texttabelle enthalten sind.

Grafik 1 zeigt schematisch die Risikobestände der Aktiven, welche durch die Ein- und Austritte sowie die drei Ausscheideursachen Tod, Invalidität und Alter (Erreichen des Rücktrittsalters) bestimmt werden. Sinngemäss sind in *Grafik 2* die einzelnen Risikobestände der Rentenbezüglern dargestellt. Dazu ist zu bemerken, dass beim Bestand der Invalidenrentner lediglich Tod als Ausscheideursache untersucht wurde. Mangels repräsentativer Daten blieben allfällige Reaktivierungen unberücksichtigt. Demgegenüber sind Wiederverheiratungen als Ausscheideursache aus dem Bestand der Bezüglern von Ehegattenrenten von Bedeutung. Die Angaben über rentenberechtigten Kinder dienen lediglich für die Bestimmung von Alter und Anzahl der rentenberechtigten Waisen beim

Tode einer versicherten Person. Die Sterbenswahrscheinlichkeiten der Waisen waren nicht Gegenstand der Analysen. Die diesbezüglichen Barwerte werden in den technischen Grundlagen EVK 2000 als Zeitrenten angegeben.

Ein weiterer Entscheid war bezüglich Art der Bestimmung der Alter und der Risikodauern zu fällen. Im Bundesgesetz über die berufliche Vorsorge werden die Alter als Differenz von Jahrzahl und Jahrgang der Versicherten bestimmt. In Abweichung davon sind für die Erstellung der EVK 2000 Grundlagen die Alter auf Jahre und Tage genau berechnet und anschliessend auf ganze Jahre auf- oder abgerundet worden. Das Alter x ist somit wie folgt definiert: Zur Altersklasse x gehören die versicherten Personen mit einem Alter grösser oder gleich $x-0.5$ und kleiner als $x+0.5$. *Grafik 3* zeigt schematisch die Zuordnung von Versicherten zu den einzelnen Altern und Beobachtungsjahren. Als Risikotage wurden alle Kalendertage zwischen Ein- und Austrittsdatum (inklusive) gezählt. Die Division der Risikotage durch 365.25 ergab die Zahl der einjährigen Risiken.

Die Hauptgesamtheiten für EVK 2000 und als Vergleich für EVK 1990 können wie folgt zusammengestellt werden.

Hauptgesamtheiten		Aktive			Pensionierte		Gesamtbestand		Hinterlassene	
		Risikobestand	Todesfälle	Invaliderungen	Risikobestand	Todesfälle	Risikobestand	Todesfälle	Risikobestand	Todesfälle
EVK 2000	Männer	516'635	897	2'682	151'103	6'460	667'738	7'357	651	26
	Frauen	201'162	199	1'111	30'594	1'075	231'756	1'274	80'771	3'473
	Total	717'797	1'096	3'793	181'697	7'535	899'494	8'631	81'422	3'499
EVK 1990	Männer	457'900	1'240	1'920	103'588	4'825	561'488	6'065	0	0
	Frauen	111'950	95	156	21'612	609	133'562	704	49'537	2'840
	Total	569'850	1'335	2'076	125'200	5'434	695'050	6'769	49'537	2'840

Dabei ist festzustellen, dass die technischen Grundlagen EVK 1990 ebenfalls auf einem Beobachtungszeitraum von sechs Jahren (1982 – 1987) basieren.

6 Grenzbereich Alter 55 bis 65

Während langer Zeit erfolgte der Übertritt vom Risikobestand der Aktiven in denjenigen der Invalidenrentner streng nach gesundheitlichen Kriterien. In den letzten 10 – 15 Jahren kann ein Wandel festgestellt werden. Neben den rein gesundheitlichen Kriterien können

verschiedene andere Gründe einen Anspruch auf wiederkehrende Leistungen der Pensionskasse führen. Das ausgewertete Beobachtungsmaterial hat gezeigt, dass die beobachteten vorzeitigen Pensionierungen aus gesundheitlichen Gründen nach dem Alter 60 stark abnehmen (*Grafik 4*).

Eine vertiefte Analyse zeigt, dass die folgenden Kriterien zum Anspruch auf eine Rente vor oder bei Erreichen des Rücktrittsalters s führen können:

- Erreichen des Rücktrittsalters s und Beginn einer Altersrente.
- Gesundheitliche Beeinträchtigungen vor dem Rücktrittsalter s führen zu einer Invalidenrente.
- Bei Erreichen einer maximalen Zahl von Versicherungsjahren n_{\max} entsteht der Anspruch auf eine ungekürzte Altersrente schon vor Erreichen des Rücktrittsalters s .
- Der Versicherte kann ab Alter $s-5$ in der Regel ohne Bestehen einer gesundheitliche Beeinträchtigung eine versicherungstechnisch gekürzte Altersrente beanspruchen.
- Für bestimmte Berufskategorien (z. B. Polizei oder Piloten) können administrative Pensionierungen seitens Arbeitgeber vor Erreichen des Rücktrittsalters festgelegt werden.
- Im Rahmen von Restrukturierungen und Neuorganisationen können durch den Arbeitgeber vorzeitige Pensionierungen im Rahmen von Sozialplänen angeordnet werden.
- Liegen nur bedingte gesundheitliche Beeinträchtigungen vor, können Teilpensionierungen vorgesehen werden.
- Anstelle einer wiederkehrenden Altersrente können die Versicherten oft auch Kapitalabfindungen beziehen, die dem gesamten Barwert oder Teilen davon entsprechen.

Bei der Schaffung von vorzeitigen Rentenansprüchen wird in der Regel nicht an die statistische Auswertung für die Sterblichkeitsmessung nach rund 10 Jahren gedacht. Die

rechtzeitige Definition eines aussagekräftigen Codes für die verschiedenen Gründe eines Wechsels vom Risikobestand der Aktiven zu den Bezügem von Versicherungsleistungen ist für eine spätere detaillierte Auswertung wichtig. Beim Erfassen der Mutation wird oft der Code "Austritt" und nicht "Invalidität" verwendet, weil der Code "Invalidität" für rein gesundheitliche Gründe reserviert ist.

Dies erklärt die stark reduzierte Zahl der beobachteten Invalidierungen zwischen den Altern 60 und dem Rücktrittsalter $s = 65$, wie sie auch aus der *Grafik 4* hervorgeht. Demgegenüber konnte eine grosse Zahl von "Austritten" kurz vor Erreichen des Rücktrittsalters festgestellt werden. Da es unwahrscheinlich und auch unverständlich ist, dass eine im Bundesdienst stehende Person kurz vor Beginn der Altersrente freiwillig aus der Pensionskasse austritt, mussten all diese Austrittsfälle individuell abgeklärt werden.

Aus der Optik der Pensionskasse ist es wichtig die Wahrscheinlichkeit zu kennen, mit der eine versicherte Person vor Erreichen des Rücktrittsalters s eine Versicherungsleistung beziehen wird. Es stellt sich deshalb die Frage, ob nicht der Begriff "Invalidität" durch eine umfassendere Definition "vorzeitiger Rentenbeginn" oder "vorzeitiger Leistungsbezug" zu ersetzen ist. Dabei sind auch diejenigen Versicherten zu erfassen, die anstelle einer Rente das entsprechende Kapital beziehen.

7 Rohe Grundzahlen

Aus den nach den vorstehenden Kriterien analysierten und strukturierten Daten konnten die rohen Grundzahlen nach dem allgemeinen Ansatz

$$F(x) = 1 - e^{-(\text{Anzahl Ereignisse/Risikobestand})}$$

berechnet werden. *Grafik 5* zeigt beispielsweise den Verlauf der rohen Invalidierungswahrscheinlichkeiten der Männer i_x im Altersbereich 17 bis 50.

In den EVK 2000 werden pro Geschlecht die folgenden neun Grundzahlen unterschieden, wobei für das Alter y anstelle x die Definitionen sinngemäss für die Frauen gelten:

- q_x^a bzw. q_y^a Wahrscheinlichkeit eines x -jährigen aktiven Mannes das Alter $x + 1$ nicht zu erleben.

- i_x bzw. i_y Wahrscheinlichkeit eines x -jährigen aktiven Mannes, innerhalb eines Jahres aus dem Bestand der Aktiven auszuscheiden und in den Bestand der Invalidenrentner überzutreten.
- q_x^i bzw. q_y^i Wahrscheinlichkeit eines x -jährigen invaliden Mannes, das Alter $x + 1$ nicht zu erleben.
- q_x bzw. q_y Wahrscheinlichkeit eines x -jährigen Mannes das Alter $x + 1$ nicht zu erleben.
- q_x^w bzw. q_y^w Wahrscheinlichkeit eines x -jährigen Witwers, das Alter $x + 1$ nicht zu erleben.
- w_x bzw. w_y Wahrscheinlichkeit eines x -jährigen Mannes, beim Tode verheiratet zu sein.
- y_x bzw. x_y Durchschnittsalter der Witwe beim Tode eines x -jährigen Mannes.
- k_x bzw. k_y Anzahl der Kinder, die beim Tode eines x -jährigen Mannes Anspruch auf Waisenrente haben.
- z_x bzw. z_y Durchschnittsalter der anspruchsberechtigten Kinder beim Tode eines x -jährigen Mannes.

Aus diesen elf Grundzahlen pro Geschlecht werden in den technischen Grundlagen EVK 2000 alle übrigen Grundzahlen (z. B. Überlebensordnungen, Lebenserwartungen) und Nettowerte (Kommutationszahlen, Barwerte) berechnet.

8 **Ausgleichung**

Die rohen Werte wurden analytisch ausgeglichen mit Polynomen bis zum Grad $n \leq 6$. Speziell in den Randregionen (x_0 , y_0 , s und ω) mussten einzelne Werte grafisch ausgeglichen werden. Das Polynom hat die allgemeine Form:

$$F(x, 6) = A_6 * (x-x_0 + 1)^6 + A_5 * (x-x_0 + 1)^5 + A_4 * (x-x_0 + 1)^4 + A_3 * (x-x_0 + 1)^3 + A_2 * (x-x_0 + 1)^2 + A_1 * (x-x_0 + 1) + A_0$$

mit $x_0 = 17$

Dabei ist wichtig, dass für die Koeffizienten A_v ($v = 0$ bis 6) genügend signifikante Stellen berücksichtigt werden, weil beispielsweise für das Alter $x = 100$ der Wert x^6 sehr gross wird (Grössenordnung 10^{12}) und mit einem entsprechend kleinen Koeffizienten wieder reduziert werden muss. *Grafik 6* zeigt am Beispiel der Invalidierungswahrscheinlichkeit i_x die Ausgleichung der rohen Werte.

Aus den ausgeglichenen unabhängigen Ausscheidenswahrscheinlichkeiten

$$q_{x;i_x}^a \text{ und } q_{x;i_x}^i \text{ bzw. } q_{y;i_y}^a \text{ und } q_{y;i_y}^i$$

sind für $17 \leq x \leq s$ die abhängigen Wahrscheinlichkeiten $*q_{x;i_x}^a$; $*i_x$ berechnet worden mit:

$$*q_{x;i_x}^a = q_{x;i_x}^a (1 - i_x/2)$$

$$*i_x = i_x (1 - q_{x;i_x}^a/2)$$

Aus den $*q_{x;i_x}^a$, $*i_x$ und $q_{x;i_x}^i$, d.h. für den Altersbereich $17 \leq x \leq s$ wird schliesslich das q_x , die Gesamtsterbenswahrscheinlichkeit eines x -jährigen Mannes das Alter $x+1$ nicht zu erleben, berechnet und für den Altersbereich $s < x < ?$ aus den rohen Werten basierend auf den beobachteten Todesfällen der Rentenbezüger direkt ausgeglichen.

Die Sterbenswahrscheinlichkeiten der Witwer ($q_{x;i_x}^w$) entsprechen bis zum Alter 55 der Gesamtsterblichkeit der Männer (q_x). Bei den Witwen ($q_{y;i_y}^w$) liegt dieses Grenzalter bei 50.

9 Lebenserwartung der Frauen

Grafik 7 zeigt die verschiedenen ausgeglichenen Ausscheidenswahrscheinlichkeiten für die aktiven Frauen. Dabei fällt auf, dass die Sterbenswahrscheinlichkeit der invaliden Frauen ($q_{y;i_y}^i$) sowie die Wahrscheinlichkeit einer y -jährigen aktiven Frau innerhalb eines Jahres aus dem Bestand der aktiven Frauen auszuseiden und in den Bestand der Invalidenrentner überzutreten im Vergleich mit den übrigen Ausscheidenswahrscheinlichkeiten hoch sind.

Gleichzeitig kann festgehalten werden, dass die Gesamtsterbenswahrscheinlichkeit der Frauen (q_y) für $y \geq 50$ über der Sterbenswahrscheinlichkeit der Witwen liegt.

Grafik 8 zeigt für die Alter $17 \leq y \leq 50$ den Verlauf der Gesamtsterbenswahrscheinlichkeit im Vergleich mit den technischen Grundlagen EVK 1990 und VZ 2000. Dabei fällt auf, dass die Gesamtsterbenswahrscheinlichkeit der Frauen (q_y) ab Alter $y = 25$ über der Sterblichkeit gemäss den technischen Grundlagen VZ 2000 und EVK 1990 liegt. Gleichzeitig kann festgehalten werden, dass im Altersintervall 27 bis 42 die q_y auch nach den technischen Grundlagen VZ 2000 über den Daten der EVK 1990 liegen. Die gegenüber den technischen Grundlagen EVK 1990 leicht gestiegenen Sterbenswahrscheinlichkeiten führen bei den Frauen zu einem leichten Rückgang der mittleren Lebenserwartung:

Technische Grundlagen	Männer \hat{e}_{65}	Frauen \hat{e}_{65}	Witwen \hat{e}_{65}
EVK 1950	12.89	15.84	14.05
EVK 1960	13.95	17.37	15.46
EVK 1970	14.26	16.65 *)	16.65
EVK 1980	15.31	19.28	18.80
EVK 1990	16.55	20.92	19.90
EVK 2000	17.56	20.37	21.30

*) Wert der Witwen übernommen

Resultate, die nicht ohne weiteres erwartet werden, müssen besonders gut hinterfragt und überprüft werden. Ob dieses Resultat, grössere Sterbenswahrscheinlichkeiten und damit kleinerer Lebenserwartungen für die Frauen, nach den vielen Jahren der Sterblichkeitsverbesserung eine Trendwende darstellt oder nicht, kann nicht schlüssig beantwortet werden. Dazu müssen nicht nur die Daten der EVK 2000 analysiert werden. Vielmehr sind natürlich auch die vor rund 10 Jahren erstellten Tabellenwerte der technischen Grundlagen EVK 1990 zu konsultieren und zu hinterfragen, was aber aus verschiedenen Gründen nicht möglich war. Die unter Ziffer 5 aufgeführten Gesamtheiten für die beiden Tabellenwerke lassen bereits erkennen, dass die Risikobestände relativ klein sind und mögliche extreme Streuungsabweichungen nicht auszuschliessen sind. Zudem fällt auf, dass in den Grundlagen EVK 1990 die Zahl der Todesfälle, gemessen am Risikobestand, für die Frauen sehr tief lag.

10 Eintrittsraten und Austrittswahrscheinlichkeiten

Die internationalen Rechnungslegungsnormen (IAS, FAS, FER, etc.) verlangen zunehmend auch Annahmen über erwartete Mutationen (Turnover genannt), d. h. Schätzungen über die künftigen Eintrittsraten und die Austrittswahrscheinlichkeiten. Das umfangreiche Datenmaterial der EVK hat eine zusätzliche Analyse der Eintrittsraten und der Austrittswahrscheinlichkeiten ermöglicht. Bei den untersuchten Austritten handelt es sich um Austritte, die nicht auf versicherte Ereignisse zurückzuführen sind. Für die Beobachtungsperiode 1993-1998 konnten die nachfolgenden Mutationen analysiert werden:

Mutationen	Eintritte	Austritte
Männer	37'049	17'676
Frauen	22'523	14'207
Total	59'572	31'883

Dabei standen die Zahl der Eintritte pro Beobachtungsmonat und diejenige der Austritte nur pro Beobachtungsjahr zur Verfügung. Die konkreten Berechnungen erforderten auch bei diesen Daten zuerst eine minutiöse Kontrolle der Austrittsgründe und die Qualität der diesbezüglich gesetzten Codes. So können beispielsweise grössere kollektive Austritte infolge Restrukturierung und Verselbständigung von Verwaltungsabteilungen nicht berücksichtigt werden. Weiter war zu berücksichtigen, dass infolge Reduktion des minimalen versicherten Verdienstes verschiedene Personalkategorien im unteren Lohnbereich und mit Teilzeitanstellungen neu der Versicherungspflicht unterstellt wurden. Diese Mutationen können nicht als freiwillige und individuelle Mutationen angesehen werden und würden die Aussagekraft der Eintrittsraten und Austrittswahrscheinlichkeiten reduzieren.

Zuverlässige Aussagen können zudem lediglich für den Altersbereich 25 – 60 gemacht werden. Die untere Limite begründet sich aus dem Gesetz über die berufliche Vorsorge, wonach der Sparprozess für die Altersvorsorge erst im Alter 25 beginnt. Zudem kann rund um das Alter 20 eine hohe Fluktuation festgestellt werden, weil einerseits viele Lehrverhältnisse abgeschlossen werden und die jungen Berufsleute austreten und bei anderen Arbeitgebern neu beginnen. Aus denselben Gründen sind viele Eintritte in die EVK rund um das Alter 20 zu erklären.

Die rohen Eintrittsraten und Austrittswahrscheinlichkeiten, basierend auf dem unter Ziffer 5 angegebenen Risikobestand EVK 2000, wurden mit Hilfe der Spline Glättung ausgeglichen und sind in *Grafik 9* dargestellt.

Mit den Austrittswahrscheinlichkeiten können Verbleibsdauern berechnet werden unter der Annahme, dass der Austritt der einzige Ausscheidensgrund darstellt. Werden zusätzlich auch Tod und Invalidität berücksichtigt, erhalten wir die Aktivitätsdauern, wie sie in *Grafik 10* enthalten sind. Die Auswertungen nach den einzelnen Beobachtungsjahren lassen eine starke Konjunkturabhängigkeit erkennen. Dazu wird auf *Grafik 11* verwiesen.

11 Technische Grundlagen EVK 2000

Mit den neun unter Ziffer 7 definierten Grundzahlen konnten anschliessend die weiteren demografischen Daten, beispielsweise die verschiedenen Überlebensordnungen der Aktiven, der Invaliden, der Hinterlassenen etc., berechnet werden. Darauf aufbauend erhalten wir die Kommutationszahlen, Barwerte und alle weiteren für die Arbeit des Aktuars wichtigen Grundlagen.

Alle Berechnungen erfolgen mittels Excel Tabellen, wobei die Formeln so hinterlegt sind, dass der versierte Aktuar eigene Funktionen ergänzen kann. In einem umfassenden Formelteil werden alle Berechnungen mit Formeln und mit Text eindeutig definiert.

Es war das Bestreben der Projektleitung, das publizierte Tabellenwerk "Technische Grundlagen EVK 2000" möglichst flexibel zu gestalten. Die EVK 2000 werden auf einer CD-ROM ausgeliefert, wobei die Parameter wie folgt eingegeben werden können:

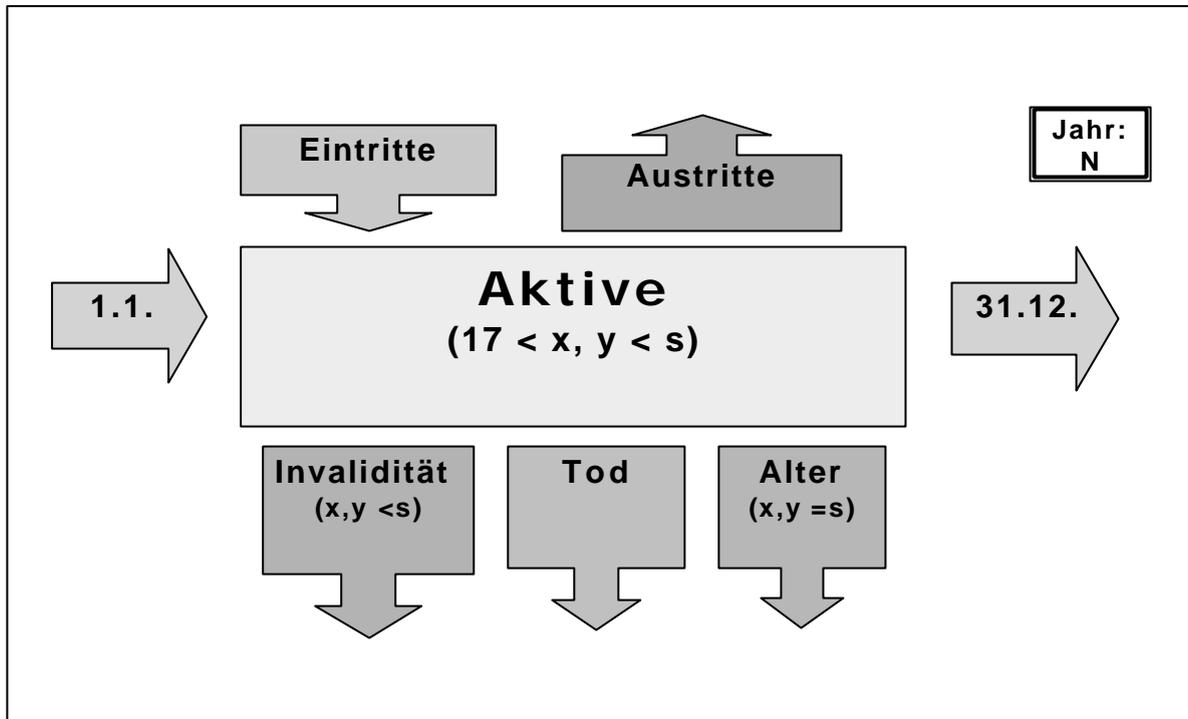
- Zinsfuss (i): 0 % bis 10%
- Unterjährigkeit (m): 1, 2, 3, 4, 6, 12
- Rücktrittsalter (s) der Männer: 60 bis 65, ganzzahlig
- Rücktrittsalter 60 bis 65, ganzzahlig
- Schlussalter der Kinder (z*): 18 bis 25, ganzzahlig

Schlussalter > 65 sind grundsätzlich ebenfalls möglich, doch müssen zuerst die Tabellen mit den Ausscheidenswahrscheinlichkeiten der Aktiven, die für x bzw. y grösser 65 definitionsgemäss den Wert Null haben, sinnvoll ergänzt werden.

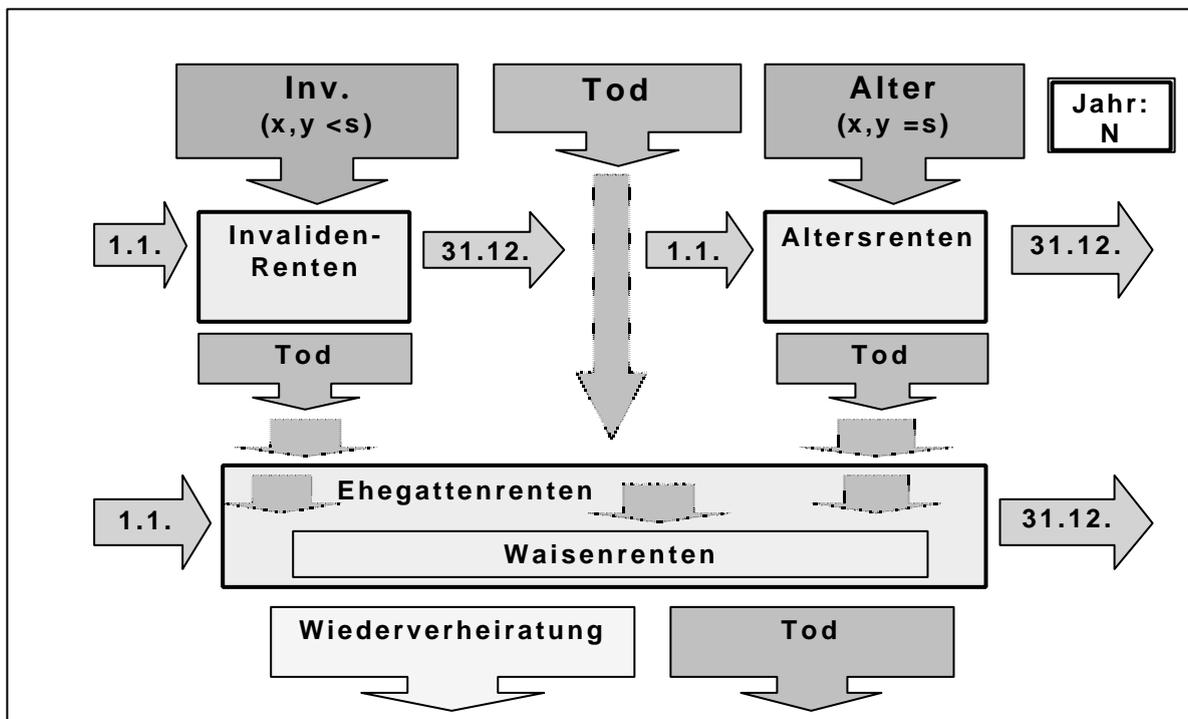
Bei der Individualmethode der Anwartschaft eines Invaliden- oder Altersrentners auf Witwenrente (bzw. Witwerrente) wurde für die Altersdifferenzen $x - y$ (bzw. $y - x$) im Bereich -15 bis $+15$ mit jährlichen Intervallen gerechnet.

Mit der Publikation der technischen Grundlagen EVK 2000 im Herbst 2000 konnte nach rund 18 Monaten eine für alle beteiligten Aktuarer interessante Arbeit erfolgreich abgeschlossen werden.

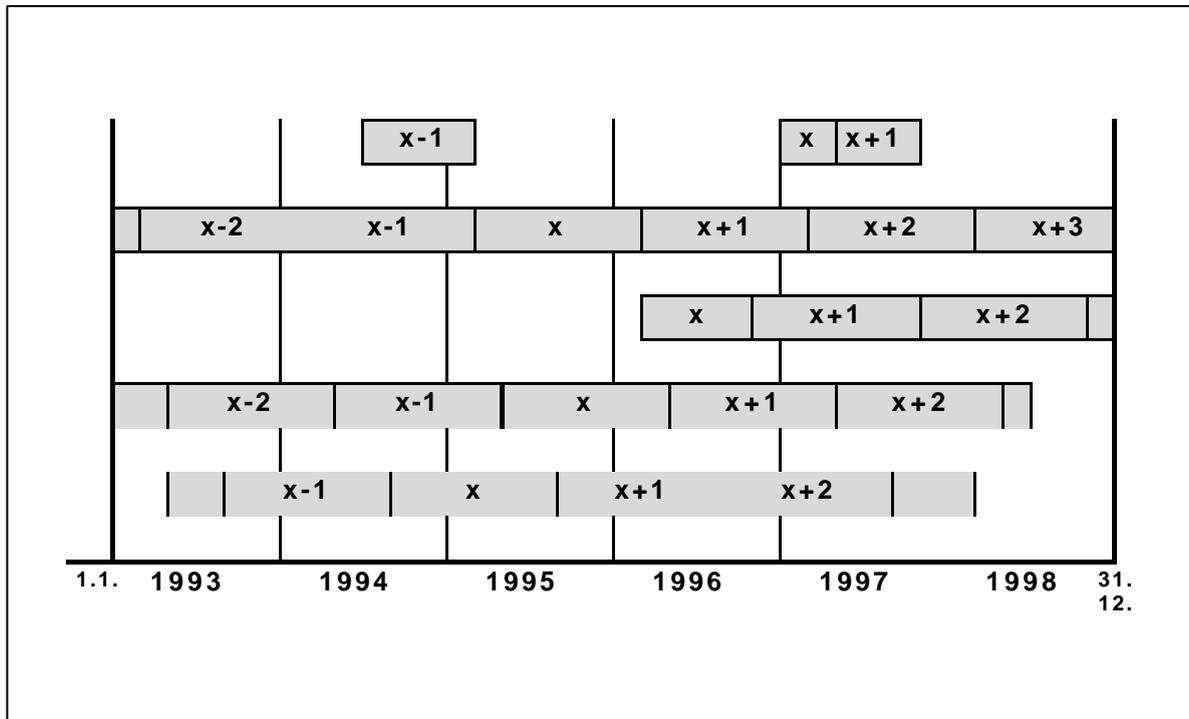
Anhang (Grafiken)



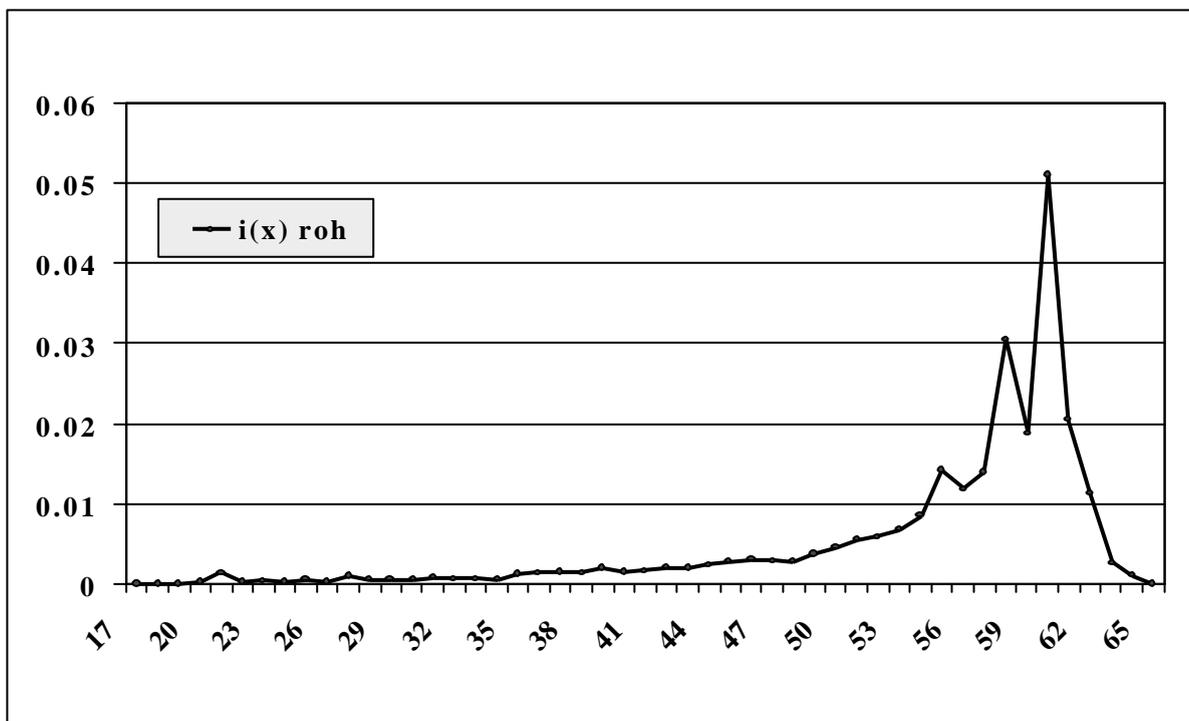
Grafik 1: Risikobestände und versicherte Ereignisse Aktive



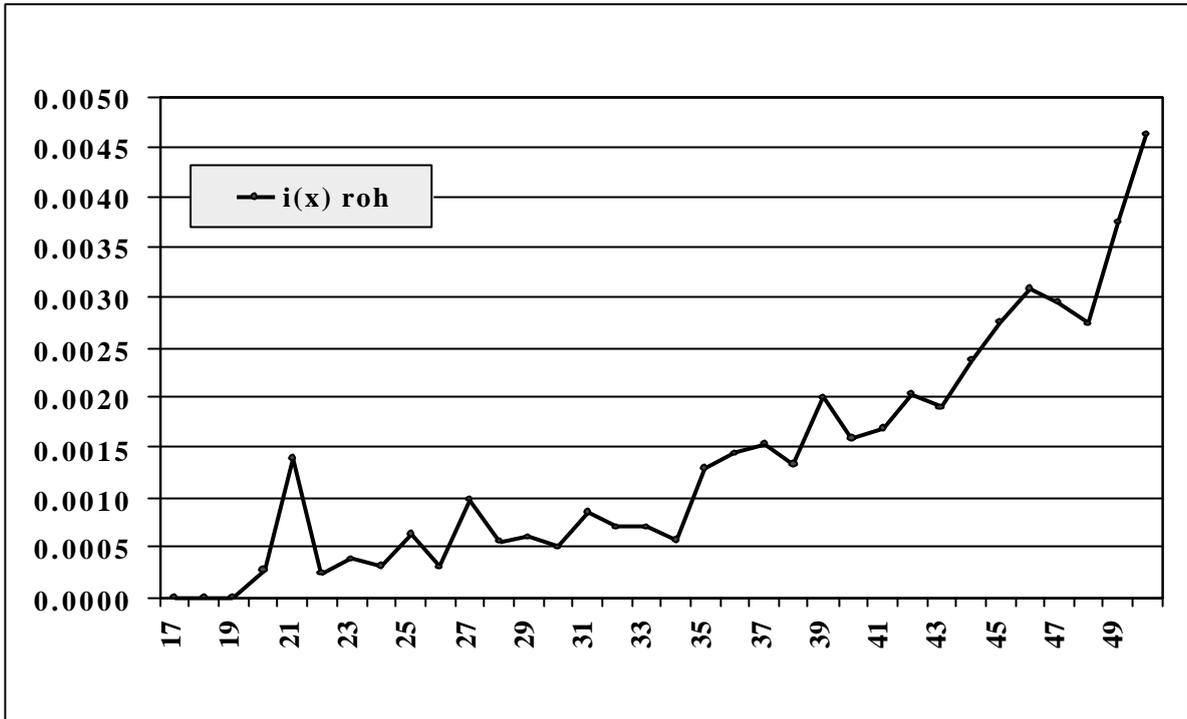
Grafik 2: Risikobestände und Mutationen Rentner



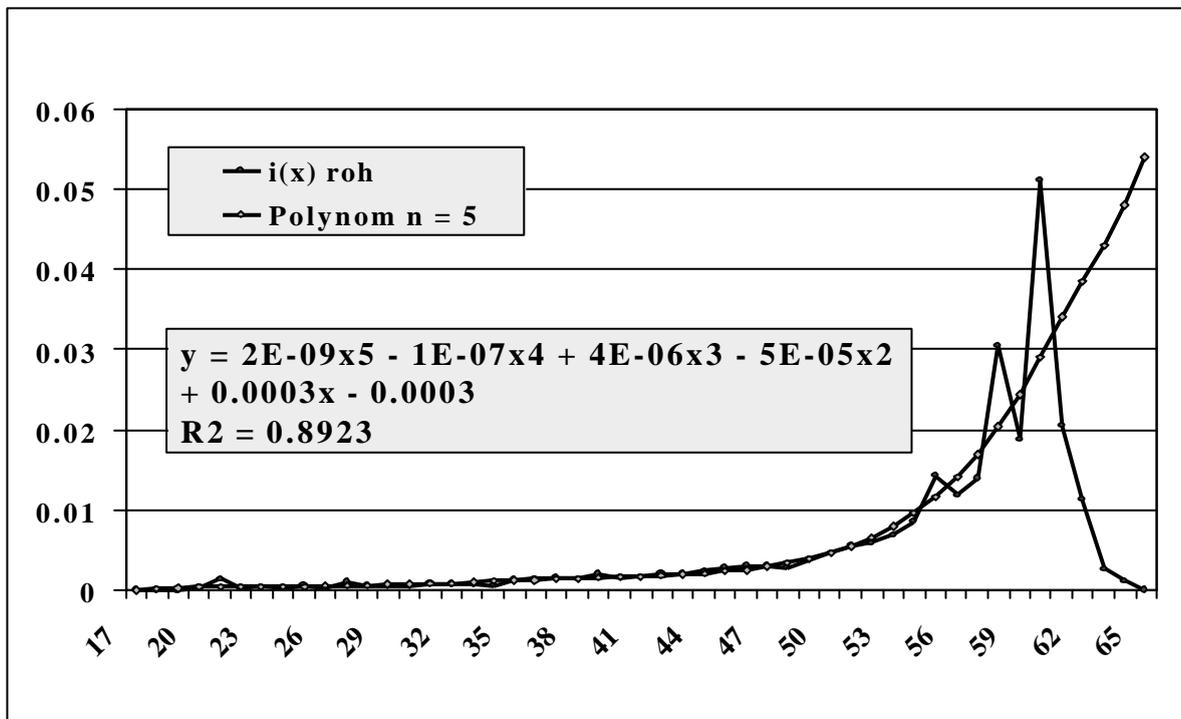
Grafik 3: Risikobestand; Schema Bestimmung der Alter



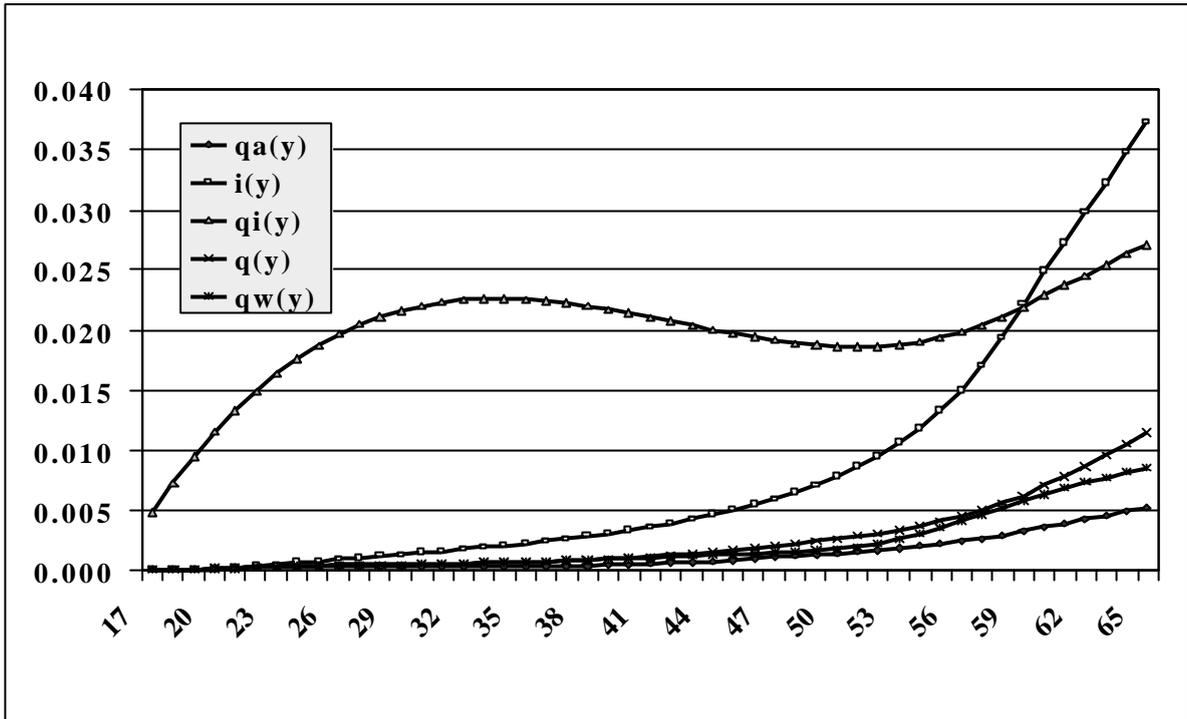
Grafik 4: Rohe Invalidierungswahrscheinlichkeit i_x der Männer nach EVK 2000



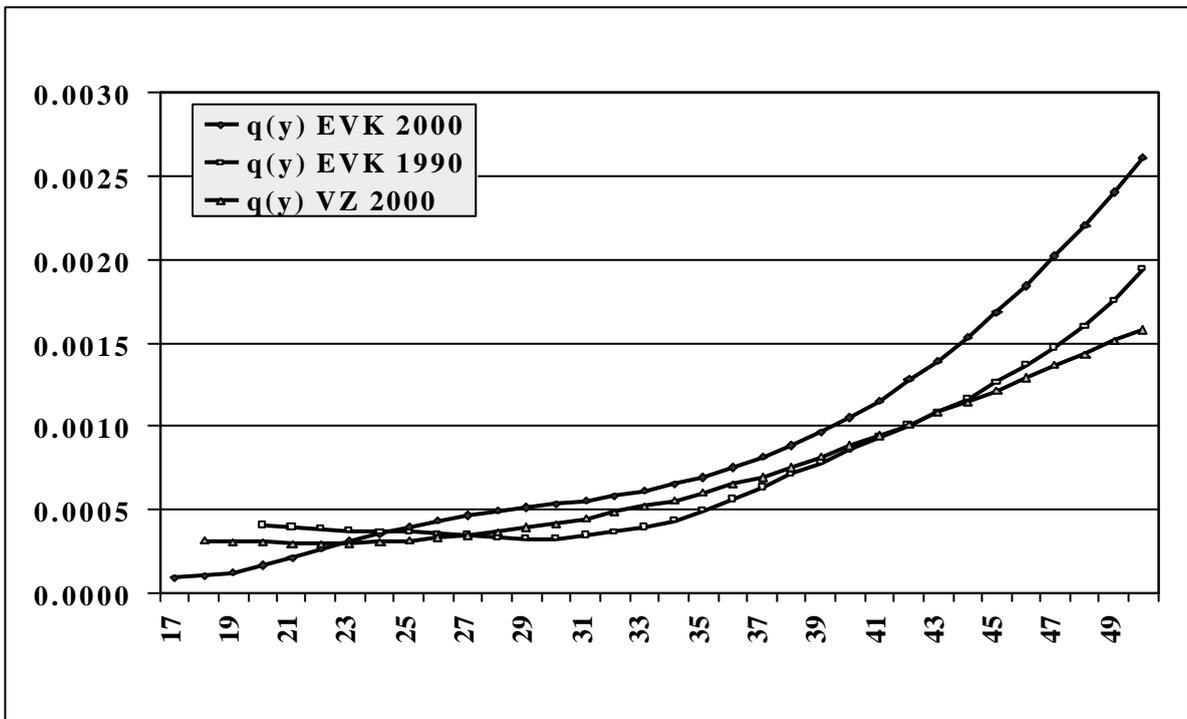
Grafik 5: Rohe Invalidierungswahrscheinlichkeit i_x der Männer für $17 \leq x \leq 50$; EVK 2000



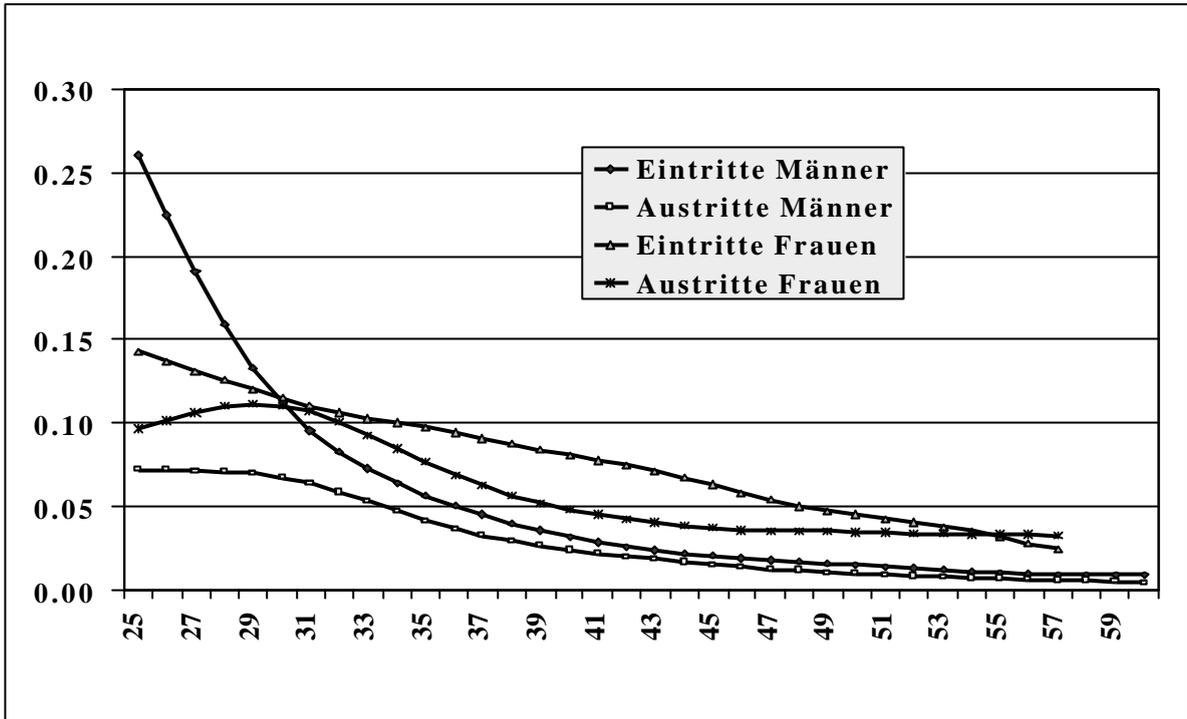
Grafik 6: Rohe und ausgeglichene Invalidierungswahrscheinlichkeit i_x Männer; EVK 2000



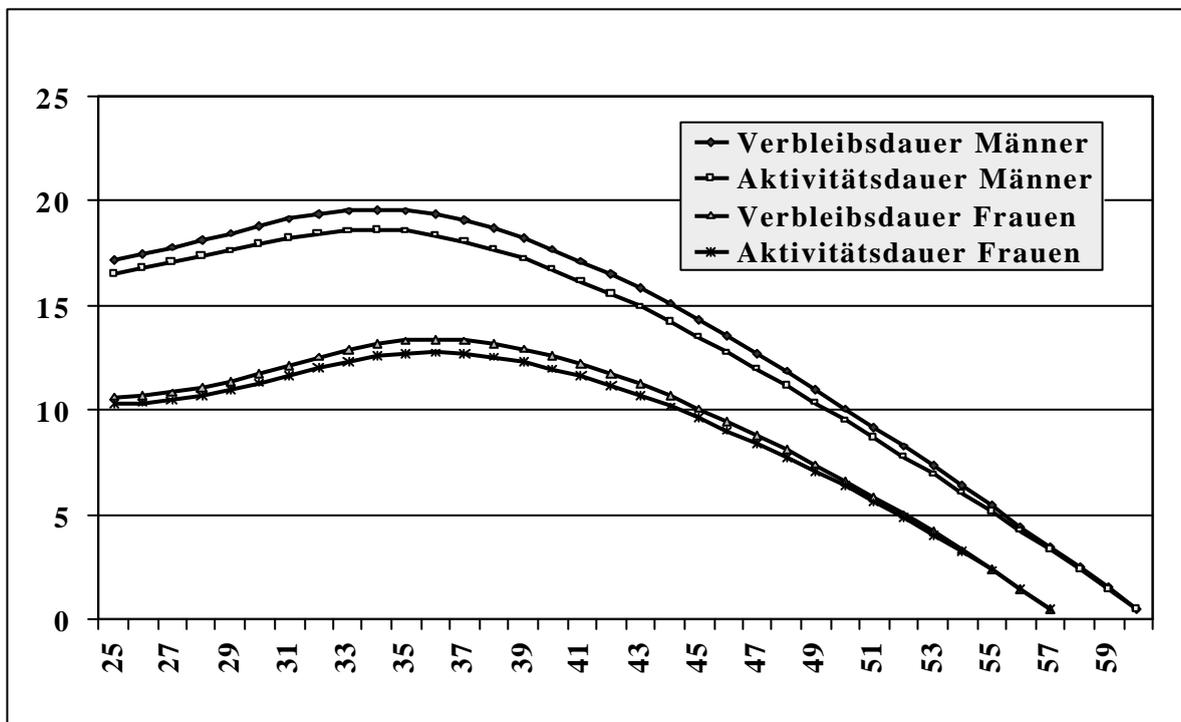
Grafik 7: Ausscheidenswahrscheinlichkeiten der Frauen nach EVK 2000



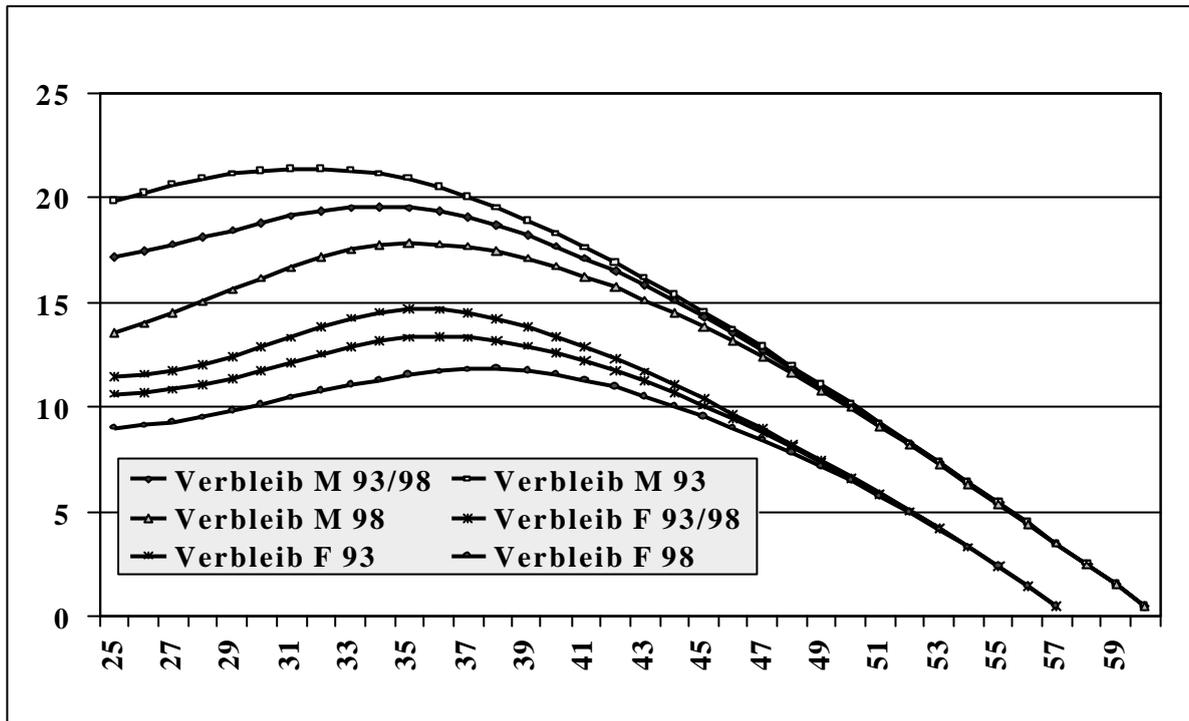
Grafik 8: Sterbenswahrscheinlichkeiten der Frauen nach verschiedenen Grundlagen



Grafik 9: Eintrittsraten und Austrittswahrscheinlichkeiten; EVK 2000



Grafik 10 Verbleibs- und Aktivitätsdauern; EVK 2000



Grafik 11. Verbleibsdauern nach Jahren; EVK 2000

Literatur

- [1] Eidgenössische Versicherungskasse (1980) *Technische Grundlagen der eidgenössischen Versicherungskasse EVK 1980*. Eidgenössische Versicherungskasse, Bern
- [2] Eidgenössische Versicherungskasse (1992) *Technische Grundlagen der eidgenössischen Versicherungskasse EVK 1990*. Eidgenössische Versicherungskasse, Bern
- [3] Eidgenössische Versicherungskasse (2000) *Technische Grundlagen der eidgenössischen Versicherungskasse EVK 2000*. Eidgenössische Versicherungskasse / PUBLICA, Bern
- [4] Furrer, Christoph (1999) *Technische Grundlagen für Pensionsversicherungen VZ 2000*. Versicherungskasse der Stadt Zürich, Zürich.
- [5] Rufibach, Kaspar (2001) Eintrittsraten und Austrittswahrscheinlichkeiten EVK 2000. *Mitteilungen der Schweiz. Aktuarvereinigung*. Heft 1 / 2001, 49 – 70.

Zusammenfassung

Die Konstruktion von Sterbetafeln und die Berechnung von technischen Grundlagen stellen an den Aktuar besondere Anforderungen. Am Beispiel der technischen Grundlagen der Eidgenössischen Versicherungskasse (EVK 2000) werden die wichtigsten Schritte und Entscheidungen von der Auftragserteilung und der Lieferung der individuellen Beobachtungsdaten pro versicherte Person an den Aktuar bis zur Publikation des Tabellenwerkes dargestellt. Besonders erwähnt werden der Umfang und die Qualität der Daten, die exakte Bestimmung der Risikobestände und der Zahl der versicherten Ereignisse pro Alter und Geschlecht, die speziellen Verhältnisse im Altersbereich 55 – 65, die Bestimmung der rohen Grundzahlen und deren Ausgleichung. Erstmals werden auch Eintrittsraten und Austrittswahrscheinlichkeiten angegeben.