



Bewertung des Langleberisikos

Mehrwert eines stochastischen Sterblichkeitsmodells für die Schweiz

Dr. Ljudmila Bertschi, Towers Watson
Pensionsversicherungsexpertin SKPE
Aktuarin SAV

TOWERS WATSON 

Aktuelle Situation in der Schweiz

Entwicklung und Streuung der Lebenserwartung in der Schweiz

Aktuelle Situation in der Schweiz

Entwicklung der Schweizer Bevölkerung

- Ca. 23%-25% der Schweizer Bevölkerung wurde im Ausland geboren *) (2/3 davon in EU- und EFTA-Ländern)
 - Der Anteil der Migranten in der Schweiz liegt höher als in klassischen Einwanderungsländern wie z.B. Kanada
 - Der Anteil ist gar doppelt so hoch wie in den USA
 - Nur in London ist der Anteil der Migranten noch höher (ca. jeder Dritte)
- Neue Zuwanderung
 - Neue Migranten sind meist hochqualifizierte Spezialisten aus Nord- und Westeuropa.
 - Die grundlegende Verschiebung der Zuwanderungsstruktur ist Folge insbesondere der Personenfreizügigkeit mit der EU.
 - Neue Tendenz: Internationale Firmen verschieben ihre EMEA Headquarters in die Schweiz.
- Per Ende 2013 betrug die Schweizer Bevölkerung ca. 8.0-8.1 Mio Einwohner.
 - Das Bevölkerungswachstum betrug letztes Jahr 1.3%
 - Gemäss *Eurostat* wird die Schweizer Bevölkerung weiter wachsen (ca. um 15% bis 2050) im Vergleich zu vielen anderen Europäischen Ländern.

*) Information aus der Publikation von Avenir Suisse: Susan Kish's Buch "Die Neue Zuwanderung" (2008).

Aktuelle Situation in der Schweiz (2)

Demographische Entwicklung & Arbeitsbevölkerung

- Demographische Alterung der Bevölkerung
 - In den letzten 50 Jahren nahm der Anteil der Bevölkerung der über 64-Jährigen von 10% auf über 17% zu.
 - Anteil der Erwerbstätigen vs. Rentner wird von 3.5:1 im 2010 auf 1.9:1 im 2050 sinken.
 - Bei Pensionskassen generell steigt das Durchschnittsalter der Aktiven und der Anteil der Rentner-Verpflichtungen.
- Sehr hoher Anteil der hochqualifizierten Arbeitskräfte
 - Hoher Ausländeranteil und breitere Lohnstreuung als früher.
 - Es gilt auch für die Schweiz: Besserverdiener leben länger.
- Lebenserwartung bei Geburt – 82.8 (2011) Jahre (Frauen 85 und Männer 81).
 - Drei Jahre höher als im Durchschnitt in OECD Ländern (80 Jahre)

Forschungsergebnisse in der Schweiz

Streuung der Lebenserwartung

- Prof. Ph. Wanner (Universität Genf, Institut für Demographie und Lebenslaufforschung, 2012)
 - “Unterschiedliche Sterblichkeit: Auswirkungen auf die Sozialversicherungen”, in Soziale Sicherheit CHSS 6/2012, S. 351-356.
 - Beobachtungsperiode 1990-2005
- Fazit:
 - Sozialstatus und Einkommen haben einen erheblichen Einfluss auf die Sterberate und somit auf die Lebenserwartung
- Research Study (Universität Bern, August 2014)
 - “What does your neighbourhood say about you? A study of life expectancy in 1.3 million Swiss neighbourhoods”,
 - Umfang der Beobachtungen: ca. 4.5 Mio Personen älter als 30 Jahre (1990, 2000)
 - Moser A, Panczak R, Zwahlen M, *et al.* Journal of Epidemiology and Community Health, JECH Online First, on August 14, 2014. doi: 10.1136/jech-2014-204352
- Fazit:
 - Im Alter 30 variiert die beobachtete Lebenserwartung von Männern zwischen 46.9 bis 54.2 Jahren und bei Frauen zwischen 53.5 bis 57.2 Jahren
 - Die Lebenserwartung hängt von der Ausbildung/ Berufsgruppe/ Einkommen etc. ab.

Historischer Verlauf der Sterberaten

Erfahrungen aus anderen Ländern

Erfahrungen aus dem historischen Verlauf der Sterblichkeit

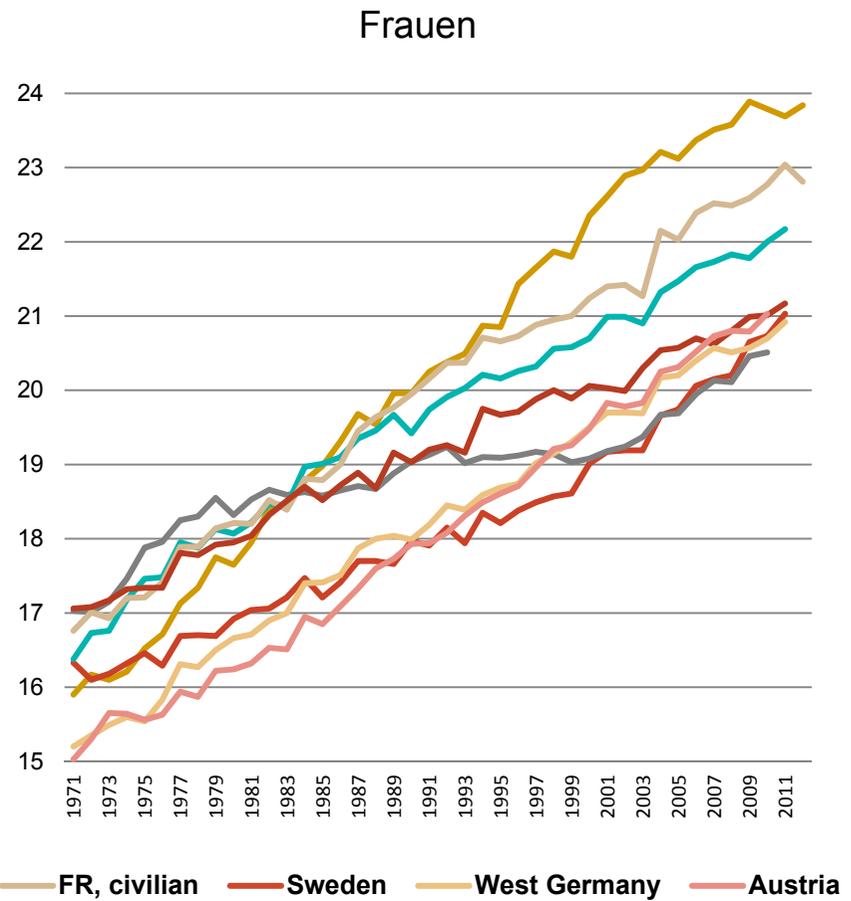
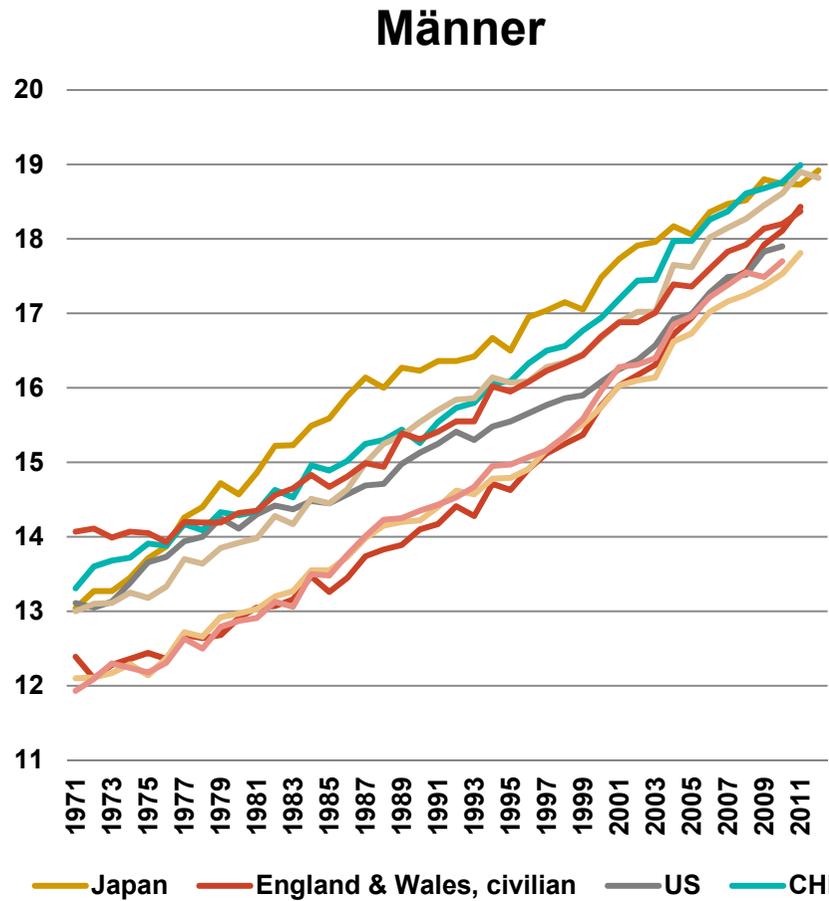
- **Unterschätzte Wachstum der Lebenserwartung**
 - Die Lebenserwartung hatte ein stärkeres Wachstum als bei der Reservierung stets angenommen wurde
 - Deckungskapitalien beim Beginn der Renten haben sich im Verlaufe der Zeit als ungenügend ausgewiesen
 - Als Folge: Pensionierungsverluste und Umverteilung der Mittel von aktiven Versicherten zu Rentnern.
- **Langleberisiko ≠ Anlage- und Zinsrisiken**
 - Langleberisiko ist ein Trendrisiko
 - Der Ausgleich des Langleberisikos innerhalb des Versichertenbestandes ist begrenzt, weil tendenziell Rentner mit höherem Einkommen überleben.
 - Das Gesetz der grossen Zahlen hilft nicht, das Langleberisiko zu diversifizieren, weil die Risiken abhängig sind.
 - Aktienrenditen und Zinssätze folgen “Mean-Reversion”-Prinzip und deswegen sind teilweise diversifizierbar
- **Risikomanagement**
 - Langleberisiko ist nicht diversifizierbar.
 - Externe Absicherungsstrategien (in der Schweiz) sind praktisch inexistent:
 - Keine Deals mit Longevity Swaps/ Sterblichkeitsderivaten sind offiziell bekannt
 - «Buy-Out» Rentnerbestand macht zur Zeit nur eine Versicherungsgesellschaft und nicht in jedem Fall – sehr teuer.
- Für Versicherungsmathematiker
 - Erfahrungen aus den anderen Ländern mit anderen Sterblichkeitsmodellen sammeln und analysieren.
 - Generelle Frage: wie weit sollte man für die Analyse Daten aus der Vergangenheit heranziehen?

Welche Faktoren beeinflussen die Lebenserwartung?

- Gute Lebensbedingungen beeinflussen die Lebenserwartung günstig – **das gilt für die ganze Bevölkerung des Landes**
 - Gut ausgebautes System der Sozialen Sicherheit
 - Flächendeckende medizinische Versorgung aller Bevölkerungsschichten
 - Staatliche Unterstützung schwacher Einkommensklassen
 - Subventionierte Versorgung im Alter
- Sozialstatus und Einkommen sowie Beruf – **das gilt für Gesellschaftsschichten/ Firmen**
 - Sterberisiko von Gutverdienenden oder hoch qualifizierten Arbeitskräften ist viel tiefer als bei Gruppen mit tieferen Einkommen oder ohne Ausbildung (siehe Studie Prof. Wanner).
- Lifestyle – **das gilt für Einzelpersonen**
 - Individuelle Lebensgewohnheiten, Ernährung und Hobbies.
 - In der Regel Personen mit guter Ausbildung und ausreichendem Einkommen achten bewusst auf ihre Gesundheit.
- Genetische Veranlagung und Erbfaktoren – **das gilt für Einzelpersonen**

Periodische Lebenserwartung im Alter 65

Länder mit der höchsten Lebenserwartung – alle haben gut entwickelte Systeme der Sozialen Sicherheit



Periodische Lebenserwartung im Alter 65 .
(Quelle: Human Mortality Database)

Für Frauen ist der Trend der Lebenserwartung in US-Statistiken leicht abweichend von den Untersuchungen für Europäischen Länder

Der gemeinsame Trend ist gut erkennbar

Resultate

Lebenserwartung und Sterberaten mit TW Sterblichkeitsmodell

Model: Switzerland

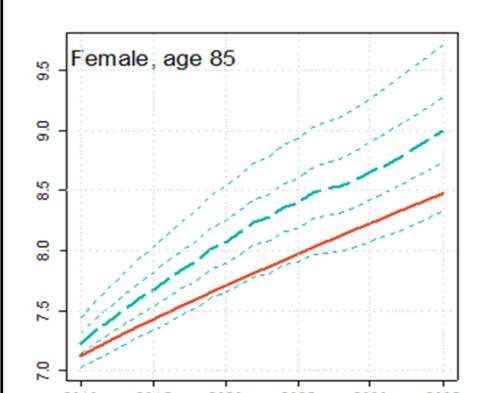
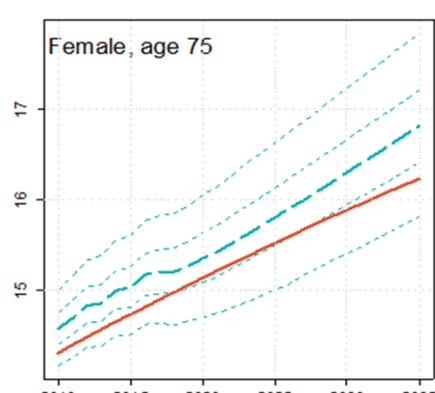
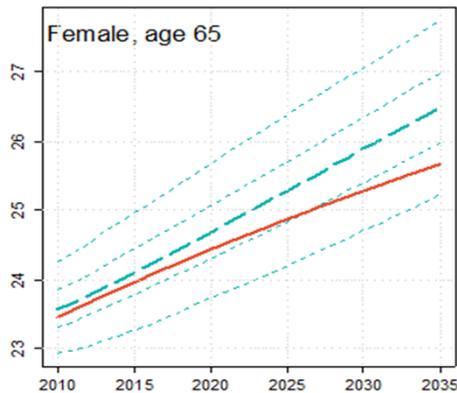
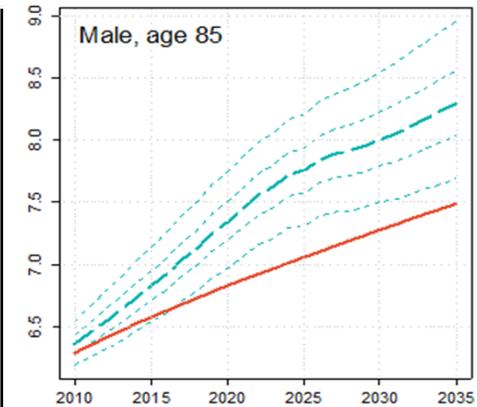
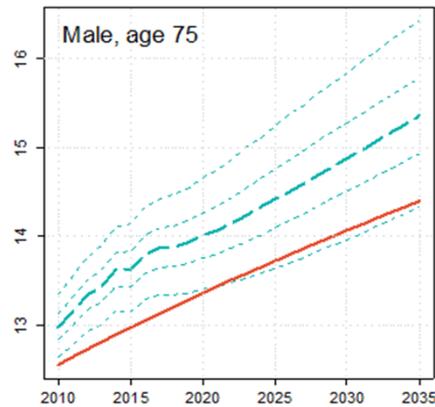
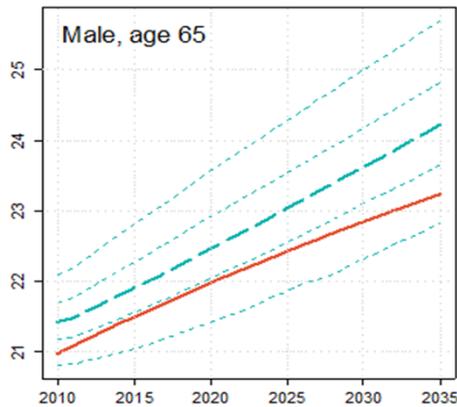
Detaillierte Beschreibung ist im Anhang zu finden

Daten

- Das Modell verwendet die Sterblichkeitsstatistiken des Bundesamts für Statistik für die Schweiz sowie Statistiken der Länder der Referenzbevölkerung (HMD).
 - Die zukünftige Entwicklung der Sterberaten wird gestützt auf die Statistiken der Referenzbevölkerung (die Schweiz inkl.) gewonnen.
 - Danach basierend auf der Analyse der historischen Entwicklung in der Schweiz im Vergleich zur Referenzbevölkerung werden die Veränderungsraten der Sterberaten entsprechend adjustiert .
 - Diese Idee, die Statistiken der Referenzbevölkerung heranzuziehen, um die landesspezifische Entwicklung der Sterberaten zu modellieren, wurde von der dänischen Pensionskasse ATP (Analog der AHV aber mit den Altersrenten der zweiten Säule) in ihrem stochastischen Sterblichkeitsmodell SAINT umgesetzt.
 - ATP ist die erste Pensionskasse überhaupt, die die Bewertung des kassenspezifischen Langleberisikos mit ihrem stochastischen Sterblichkeitsmodell in die Bestimmung des Risikobudgets sowie ihrer Anlagestrategie einbezieht.
- Referenzbevölkerung:
 - Gepoolte internationale Sterblichkeitsstatistiken der Länder mit höchsten Lebenserwartungen (1971-2009, Alter 20-89)
 - **Australien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Niederlande, Norwegen, Spanien, Schweden, Schweiz, Grossbritannien, Japan, Kanada und USA**– wie im Li-Lee Modell (2005) – Folie 9 zeigt die periodische Lebenserwartung im Alter 65 bei einigen Ländern aus dieser Liste.
- Spread:
 - Schweiz (das Modell kann für jedes Land aus der Referenzbevölkerung via Spread kalibriert werden)
- Stochastische Simulationen:
 - Sterblichkeitsraten der Referenzbevölkerung
 - Via Spread-Term – Anpassung/zusätzliche Reduktion der Sterberaten für die Schweiz
 - Die Resultate sind pro Alter und Geschlecht als jährliche “Reduktionsraten” der Sterberaten vom Jahr 2010 bis zum Jahr 2090
 - Die “jährlichen Reduktionsraten” können mit jeder Startkurve als Sterberaten/Sterbetafel (z.B. BVG2010, VZ 2010 etc.) verwendet werden

Entwicklung der Lebenserwartung im Vergleich zum BVG2010 (G)

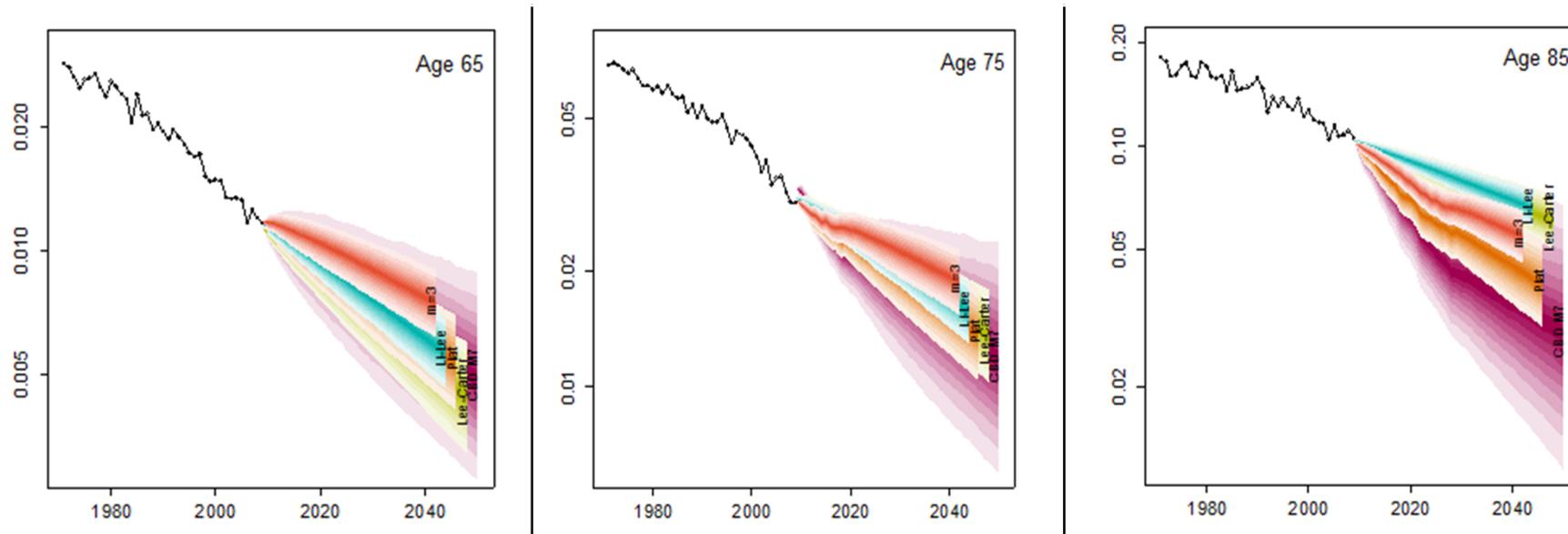
Perzentile 5., 25., 50., 75. und 95. in hellblau, Rote Kurve – BVG2010 (G)
 Die Projektionen sind mit der Referenzbevölkerung (USA inkl.) gemacht.



- Die Abweichung vom BVG2010-Trend wird grösser mit zunehmendem Alter
- Die Abweichung vom BVG2010-Trend ist bei den Frauen kleiner als bei den Männern (die US-Statistiken "bremsen" die Steigung der Lebenserwartung der Frauen)

Vergleich zwischen Modellen – Männer (1)

Platt, Lee-Carter M1 und CBD M7 sind nur mit Schweizer Statistiken kalibriert
Towers Watson (m=3) und Li-Lee haben die gleiche Referenzbevölkerung

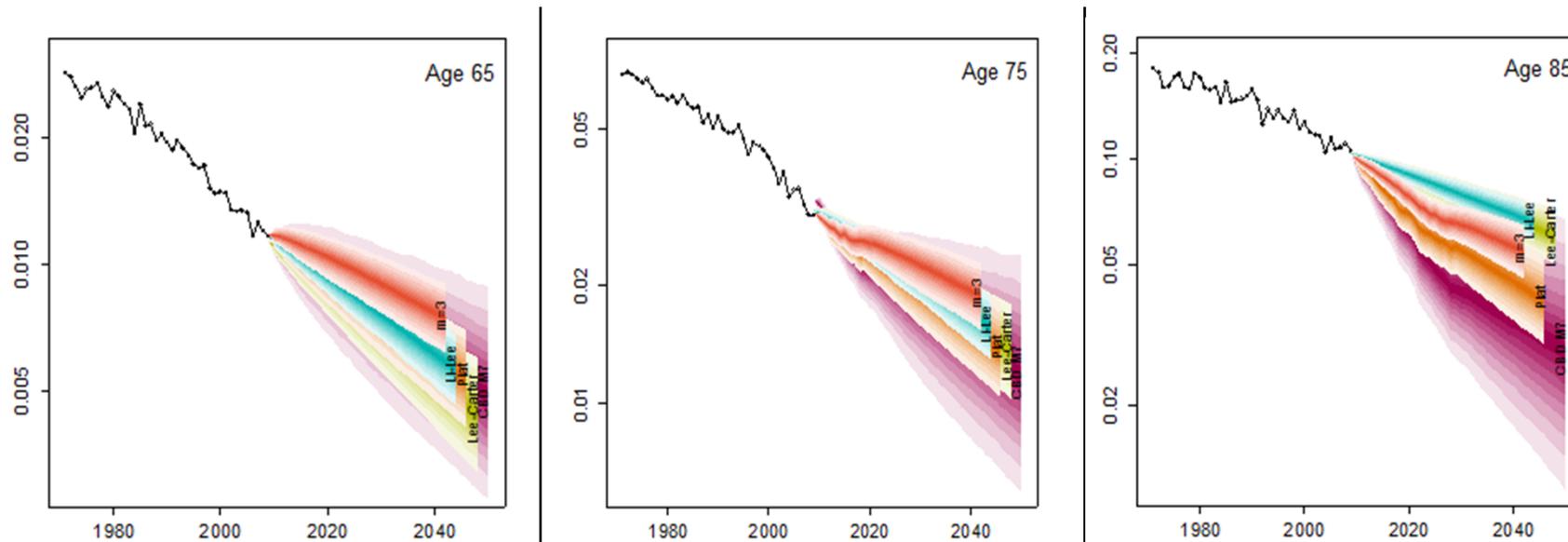


Der Vergleich der Resultate (Sterberaten Männer im Alter 65,75 und 85), die mit anderen etablierten stochastischen Sterblichkeitsmodellen simuliert wurden, ist wichtig, um die Trends, die in Statistiken enthalten sind besser erkennen zu können:

- Der Vergleich zwischen dem Towers Watson Modell (m=3, hellrot) und den Modellen Lee-Carter M1(Erbsefarbe), Li-Lee (türkisblau), Platt (hellbraun), CBD M7 (violett)
- Die Modelle Platt, Lee-Carter M1 und CBD M7 sind nur basierend auf Schweizer Statistiken kalibriert.
- Das Modell Li-Lee verwendet dieselbe Referenzbevölkerung.

Vergleich zwischen Modellen – Männer (2)

Platt, Lee-Carter M1 und CBD M7 sind nur mit Schweizer Statistiken kalibriert
Towers Watson (m=3) und Li-Lee haben die gleiche Referenzbevölkerung



- Das Modell Lee-Carter M1 unterschätzt die Entwicklung im höheren Alter (85) – weil sie die für die zukünftige Entwicklung die gleiche Funktion für alle Altersklassen verwendet wie im Nolfi-Ansatz.
- Die breiteste Streuung der Sterberaten hat CBD M7 (dieses Modell wurde erfolgreich für UK Statistiken angewendet).
- Der Kohorten-Effekt zeigen nur das Platt-Modell und das TW-Modell (m=3) im Alter 75 und 85, weil sie eine entsprechende Funktion (per Definition) dazu haben.
- Die Resultate für das Platt-Modell zeigen ähnlichen Verlauf wie für das TW-Modell, weil das Platt-Modell benutzt wird, um den Trend der Referenzbevölkerung im TW-Modell zu prognosieren. Die Streuung im Platt-Modell ist grösser als im TW-Modell, weil es nur auf Schweizer Statistiken kalibriert wurde.
- Der Median des Platt-Modells ist tiefer als im TW-Modell, weil die Statistiken der US-Bevölkerung “bremsen” die Reduktion der Sterberaten.
- TW zeigt eine moderatere Sterblichkeitsabnahme (im Median) im Vergleich zum Li-Lee, Lee Carter und Platt im Alter 65
- Im Alter 75 und im Alter 85 ist der Median Li-Lee und Lee-Carter M1 höher als im TW-Modell (m=3) – das Lee-Carter M1-Modell ist bekannt fuer eine gewisse Unterschätzen der Reduktionsraten im hohen Alter.

Warum ein stochastisches Modell?

- Pro (Risikomanagement verlangt quantitative Risikomessung und Monitoring)
 - Ein Risiko kann nur via eine stochastische Betrachtung erfasst und gemessen werden
 - Es ist wichtig die Kennzahlen oder Risikomasse wie VaR oder CVaR auch für Deckungskapitalien zu berechnen (z.B. Longevity VaR 95% - Deckungskapital mit dem 95. Perzentil der Lebenserwartung sowie seine jährliche Wachstumsrate für die nächsten z.B. 10-20 Jahre)
 - Produkte für externe Absicherung des Langleberisikos (z.B. Sterblichkeitsderivate) können nur auf der Basis der stochastischen Modelle entwickelt werden
- Kontra
 - Das Modell-Risiko ist gross (potentielle Fehler wegen dem Modell)
 - Damit das nicht passiert, sollten verschiedene Sterblichkeitsmodelle untersucht werden, um die Grenzen des benutzten Modells zu verstehen und die Aussagen zu relativieren

Fazit

- TW-Modell berücksichtigt die Entwicklung der Sterberaten in den 15 Ländern mit der höchsten Lebenserwartung.
 - Das Modell macht keine Annahmen über die potentielle Reduktion der Sterberaten aufgrund möglicher neuer Behandlungsmöglichkeiten oder Umweltschutz.
 - Das TW-Modell ist nur auf den Beobachtungen der Jahre 1971-2009 aufgebaut (für den Kohorten-Effekt beginnt die Analyse in 1880).
 - Die Sterblichkeitsstatistiken für das Altersintervall 20-89 wurden analysiert.
- Der Kohorten-Effekt wird via das Plat-Modell implementiert:
 - Die Analyse der Statistiken hat gezeigt, dass der Kohorten-Effekt sowohl bei der Referenzbevölkerung als auch in der Schweizer Daten existiert.
 - Die aktuelle Version des TW-Modell hat den Kohorten-Effekt ab Alter 75 implementiert, weil wir uns insbesondere auf die Rentnerpopulation fokussieren.
- Die Statistiken der US-Bevölkerung haben einen stärkeren Einfluss auf die Resultate im Vergleich zu den Statistiken jedes einzelnen Landes.
 - Die Reduktion des Anteils der US-Statistiken oder die Entfernung dieses Landes aus der Referenzbevölkerung führt zum stärkeren Wachstum der Lebenserwartung in allen Altersklassen sowie zur einbisschen breiteren Streuung der Sterberaten und der Lebenserwartung.
- Der Vergleich mit Resultaten, die mit anderen stochastischen Sterblichkeitsmodellen für die Schweiz produziert wurden, zeigt gute generelle Übereinstimmung und die beobachteten Differenzen nachvollziehbar sind.

Anhang

TW-Modell und andere Sterblichkeitsmodelle

Stochastische Sterblichkeitsmodelle

Wichtige Modelle

$m(x, t) = d(x, t)/e(x, t)$ beobachtete mittlere Sterberate; $d(x, t)$ – Anzahl Tote; $e(x, t)$ – Exposure, Anzahl Lebende
 $q(x, t)$ - Sterbewahrscheinlichkeit im Alter x im Zeitpunkt t ; $q(x, t) \approx \frac{m(x, t)}{1+0.5m(x, t)}$

Nolfl: **$q(x, t) = q(x, t_0) \exp(-\lambda x (t-t_0))$** . $q(x, t_0)$ – die Sterblichkeit eines x -jährigen zum Zeitpunkt t_0 , λx – Sterbeintensität (BVG2010)

Modell	Formel	Kommentare
Lee-Carter (M1) - 1992	$\log m(x, t) = \beta_x^{(1)} + \beta_x^{(2)} \kappa_t^{(1)}$	Das erste stochastische Modell. $\kappa_t^{(1)}$ beschreibt prognostizierte Sterblichkeitsabnahme
CBD M7	$\text{logit } q(x, t) = \kappa_t^{(1)} + \kappa_t^{(2)}(x - \bar{x}) + \kappa_t^{(3)}((x - \bar{x})^2 - \hat{\sigma}_x^2) + \gamma_{t-x}$	CBD - Cairns, Blake & Dowd Das Modell für die GB
Plat – 2009-2011	$\log m(x, t) = \beta_x + \kappa_t^{(1)} + \kappa_t^{(2)}(x - \bar{x}) + \gamma_{t-x}$	Holland
Li-Lee - 2005	$\log m(x, t, i) = a(x) + B(x)K(t) + a(x, i) + b(x, i)k(t, i)$.	Referenzbevölkerung - 15 Länder
SAINT (Dänemark und Referenzbevölkerung)	$\log \mu(x, t, i) = \log \mu(x, t) + \sum_{j=1}^3 r_j(x)k_j(t, i)$.	$\mu(x, t, i)$ – Sterbeintensität

Die Funktionen $\beta_x^{(1,2)}$, $\kappa_t^{(1,2)}$, γ_{t-x} beschreiben Alter-, Period- und Cohort- Abhängigkeiten. Modelle mit γ_{t-x} sind sog. Age-Period-Cohort (APC)-Modelle (z.B. CBD M7).

Unser Modell: Generelle Prinzipien

- Das Modell macht keine Annahmen über die potentielle Reduktion der Sterberaten aufgrund möglicher neuer Behandlungsmöglichkeiten oder Umweltschutz
 - Nur die historische Entwicklung der Sterberaten aus der Vergangenheit ist relevant
- Deswegen: Unser Modell kann keine abrupten Reduktionen der Sterberaten vorhersagen sowie allfällige Änderungen des Trends der Reduktion der Sterberaten antizipieren, die aufgrund neuer Methoden der Krankheitsbehandlungen oder wegen neuen Krankheiten kurzfristig entstehen könnten.
- Die Erfahrungen mit bereits existierenden Sterblichkeitsmodellen wurden implementiert
 - Modelle, die auf den Erfahrungen mehrere Länder basieren (Insbesondere SAINT)
 - Das Modell Li-Lee wurde eigentlich im Bericht des Bundesamt für Statistik “Die Zukunft der Langlebigkeit in der Schweiz” 2009 erwähnt.

Modell: Review

Lee-Carter, Cairns-Blake-David, Age-Period-Cohort

- Plat (2009)
 - $\log(m(x, t)) = \beta_x^{(1)} + \kappa_t^1 + \kappa_t^2(x - \bar{x}) + \gamma_{t-x} + \text{other terms}$
- Li-Lee (2005)
 - $\log(m(x, t, i)) = a(x, i) + B(x)K(t) + b(x, i)k(t, i) + \varepsilon(x, t, i)$
 - Das Modell ist auf Lee-Carter aufgebaut
- SAINT (2011) – (das Modell wurde für ATP Pension Fund in Dänemark entwickelt)
 - $\log(\mu(x, t, i)) = \log(\mu(x, t)) + \sum_{j=1}^3 r_j(x)k_j(t, i)$
 - $\mu(x, t)$, sog. Frailty (Gebrechlichkeit)-Modell
 - $r_j(x)$, predefinierte parametrische Altersfaktoren

Das SAINT-Modell wurde auf der Referenzbevölkerung der entwickelten Europäischen Länder aufgebaut. Dänemark hat ca. 5.5 Mio Bevölkerung und Statistiken des Landes sind ungenügend, um ein stochastisches Modell zu entwickeln.

Aufbau des TW Modells

- Unser Modell :
 - Übernimmt gute Ideen von anderen Publikationen
 - Ist flexibel und praktisch

$$\log(m(x, t, i)) = \beta_x + \kappa_t^1 + \kappa_t^2(x - \bar{x}) + \gamma_{t-x} + \beta(x, i) + \sum_{j=1}^m b_j(x, i)k_j(t, i) + \varepsilon(x, t, i),$$

Trend
Referenzbevölkerung

“Spread” Faktor:
die Schweiz vs. Referenzbevölkerung
m=3 für Männer und m=1 für Frauen

Störterm

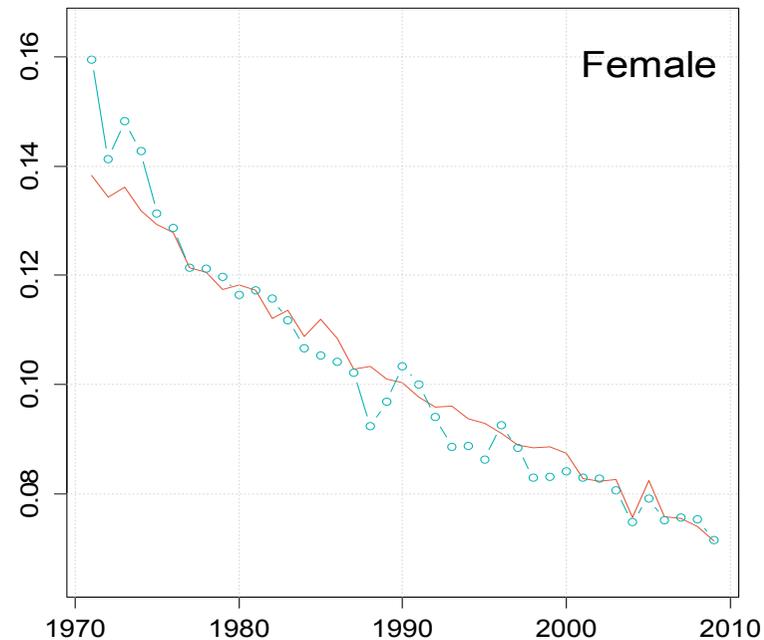
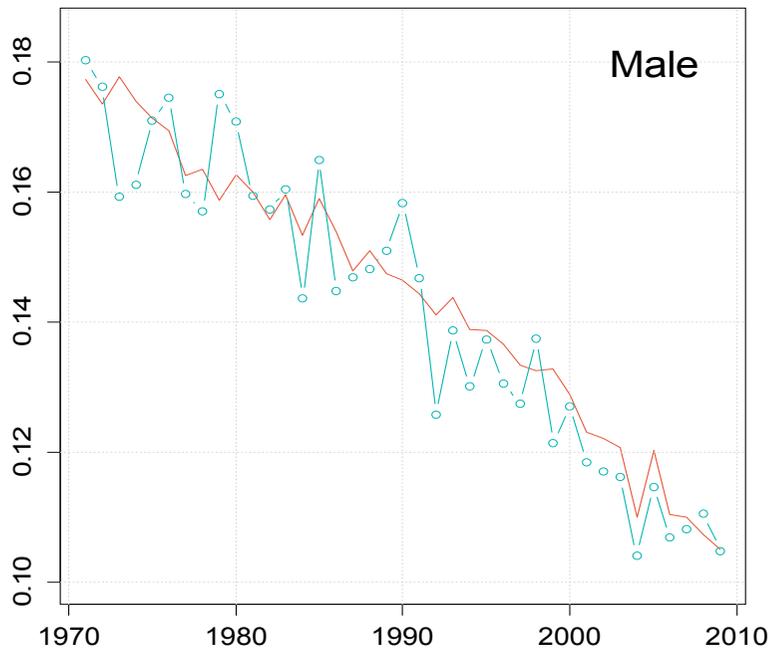
Plat (2009) Nichtparametrische Altersfaktoren von Lee-Carter Type



Li-Lee ursprünglich
Common factor: Lee-Carter

“Spread” Faktor: Lee-Carter

Mittlere Sterberate im Alter 85 in der Periode 1970-2010 In der Schweiz und in der Referenzbevölkerung



Austria, Canada, Denmark, Finland, France, Germany, Italy, Japan, Netherland, Norway, Spain, Sweden, **Switzerland**, UK, USA

Beobachtete mittlere Sterberate im Alter 85 während der Periode 1970-2010.

Referenzbevölkerung (rote Kurve), Schweizer Sterberaten (hellblaue Kurve).

Referenzbevölkerung besteht aus 15 Ländern (die Schweiz inkl.), bei denen die tiefsten Sterberaten beobachtet wurden.

Der Anteil der USA Statistiken ist ca. 30%.

Modell: Kalibrierung und Simulation

Estimation: Stage 1

- Plat model, **reference part**
 - Maximum likelihood
- Augmented Lee-Carter model, **spread part**
 - Singular value decomposition (SVD)

$$\beta_x + \kappa_t^1 + \kappa_t^2(x - \bar{x}) + \gamma_{t-x}$$

$$\beta(x, i) + \sum_{j=1}^m b_j(x, i) k_j(t, i)$$

Estimation: Stage 2

- Dynamic processes estimation
 - **Reference part**
 - **Spread part**

$$\kappa_t^1, \kappa_t^2, \gamma_{t-x}$$

$$k_j(t, i)$$

Simulation

Model: Switzerland

- Daten
- Referenzbevölkerung:
 - Gepoolte internationale Sterblichkeitsstatistiken
 - Australien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Niederlande, Norwegen, Spanien, Schweden, Schweiz, Grossbritannien, Japan, Kanada und USA– wie im Li-Lee Modell (2005)
- Spread:
 - Schweiz (das Modell kann für jedes Land aus der Referenzbevölkerung via Spread kalibriert werden)
- Simulationen:
 - Referenz-Term:
 - Generelle Empfehlung in praktisch allen Publikationen - Random walk with drift (RWD) für $\kappa^{(1)}$
 - ARIMA(p,d,q) für $\kappa^{(2)}$ und γ_{t-x}
 - p, d und q zwischen 0,1 und 2 untersuchen, höhere Werte geben Resultate, die in der Wirklichkeit nicht realisierbar sind (“not biologically reasonable” - Cairns)
 - Spread-Term:
 - ARIMA(p,d,q) – je nach variable verschiedene p, d und q

Resultate

Vergleich zwischen den bestehenden Modellen

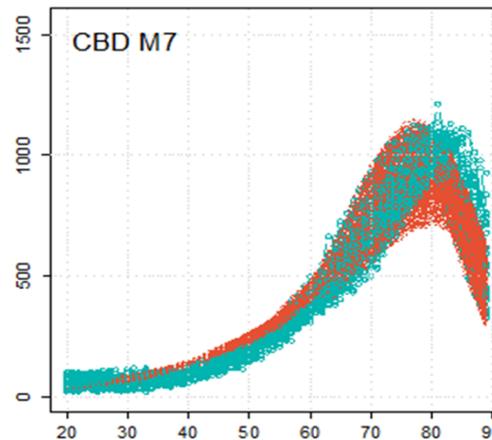
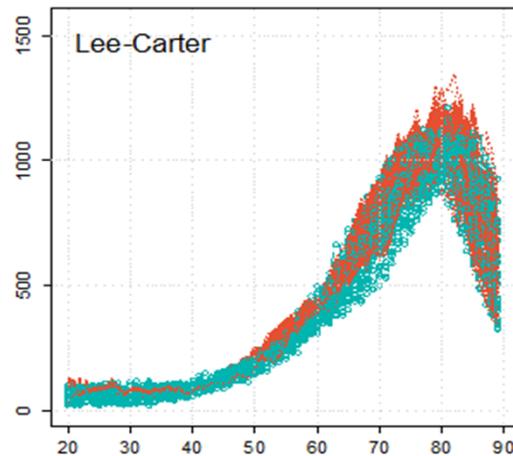
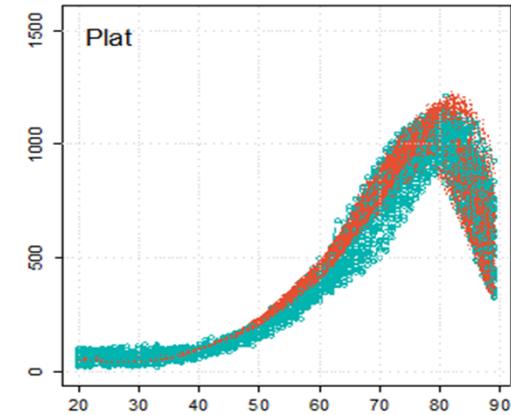
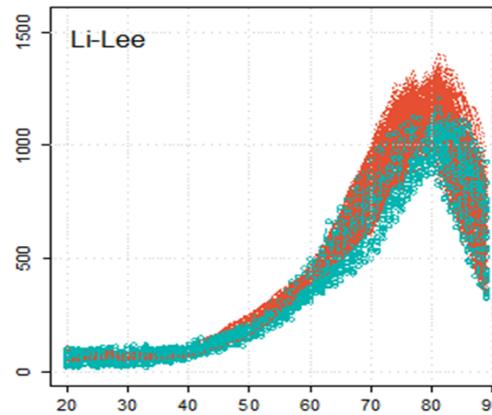
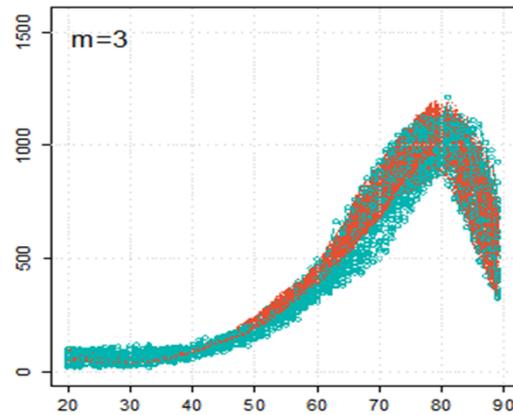
- Modelle Li-Lee und TW (m=3) basieren auf einer Referenzbevölkerung

Austria, Canada, Denmark, Finland, France, Germany, Italy, Japan, Netherland, Norway, Spain, Sweden, Switzerland, UK, USA

- Modelle Lee-Carter M1, CBD M7 und Platt sind nur auf den Statistiken der Schweizer Bevölkerung kalibriert

Simulation Anzahl Tote für die Periode 1976-2009 (Männer)

Beobachtete Werte – hellblau, Simulation - rot



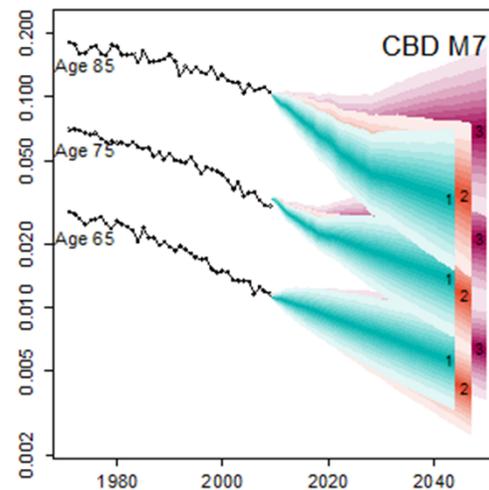
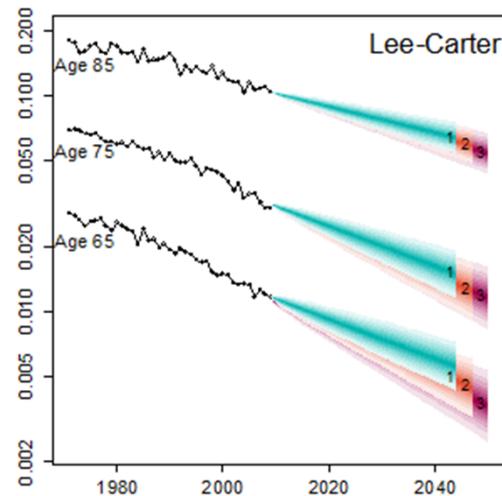
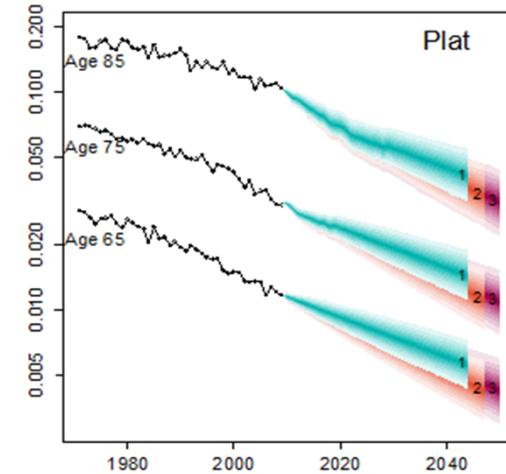
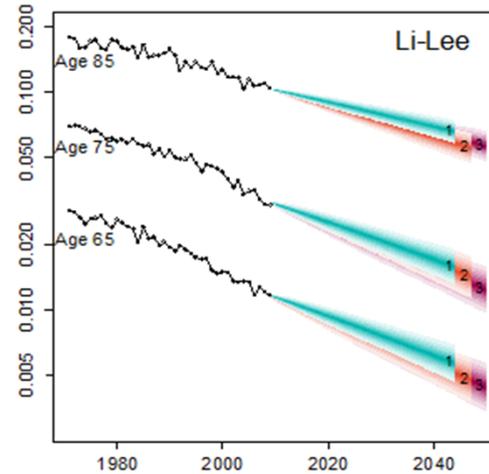
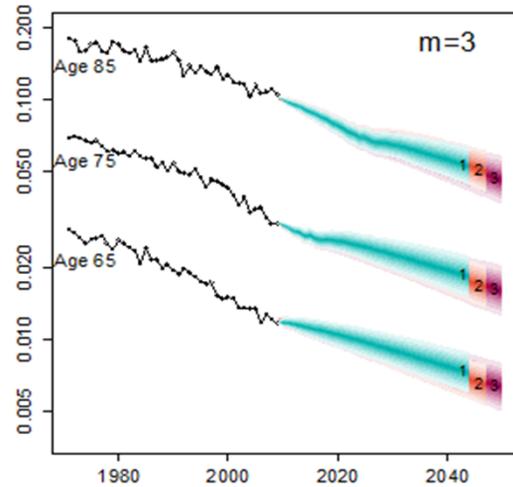
Kommentar:

- X-Achse – Alter beim Tod// Y-Achse – Anzahl Tote
- Oben links (m=3) – TW-Modell
- CBD M7 hat die breiteste Streuung der simulierten Anzahl Tote
- Li-Lee und Lee-Carter zeigen stärkere Abweichungen von der beobachteten Anzahl Tote

Simulation Sterberaten (Männer) ab 2010 (log-Skala)

Werte bis 2009 – historische Beobachtungen.

“1”, “2”, und “3” – Szenarien zum Testen Robustheit

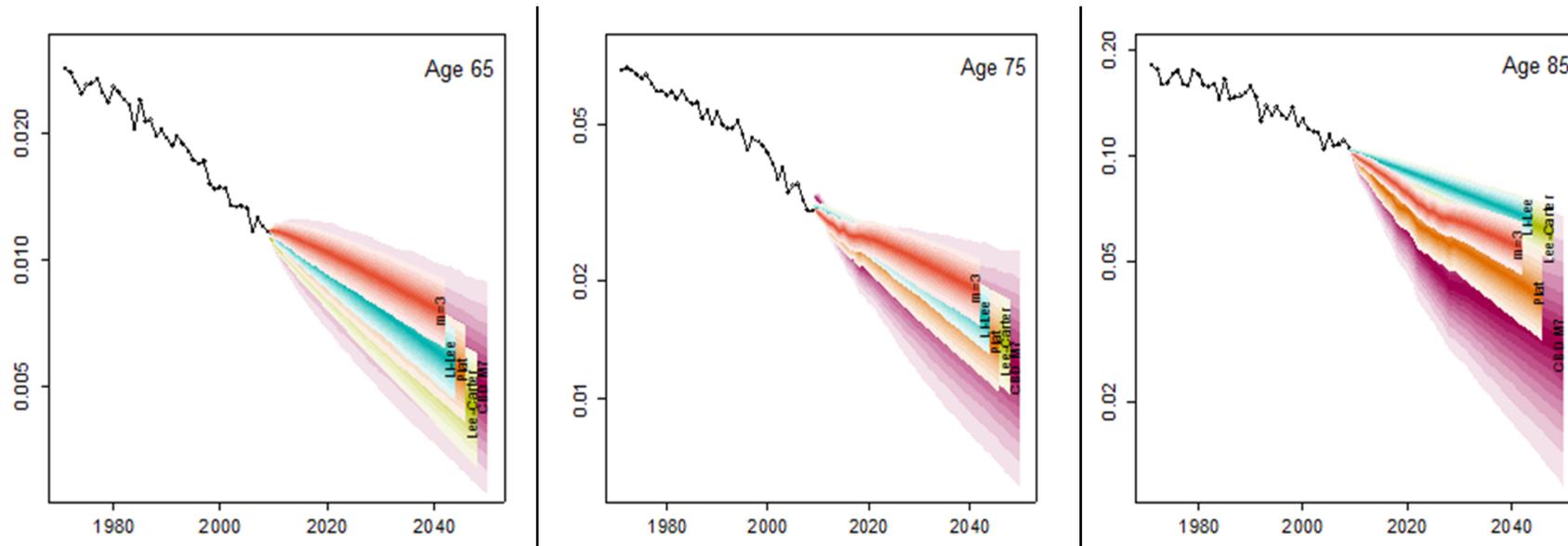


Kommentar:

- Oben links (m=3) ist TW-Modell
- CBD M7 hat die breiteste Streuung der simulierten Sterblichkeiten (insb. im Alter 85)
- Lee-Carter gibt breitere Streuung im Alter 65 als im Alter 85
- TW-Modell, Platt und CBD M7 – Kohorten-Effekt im Alter 75 und 85 sichtbar

Vergleich zwischen Modellen

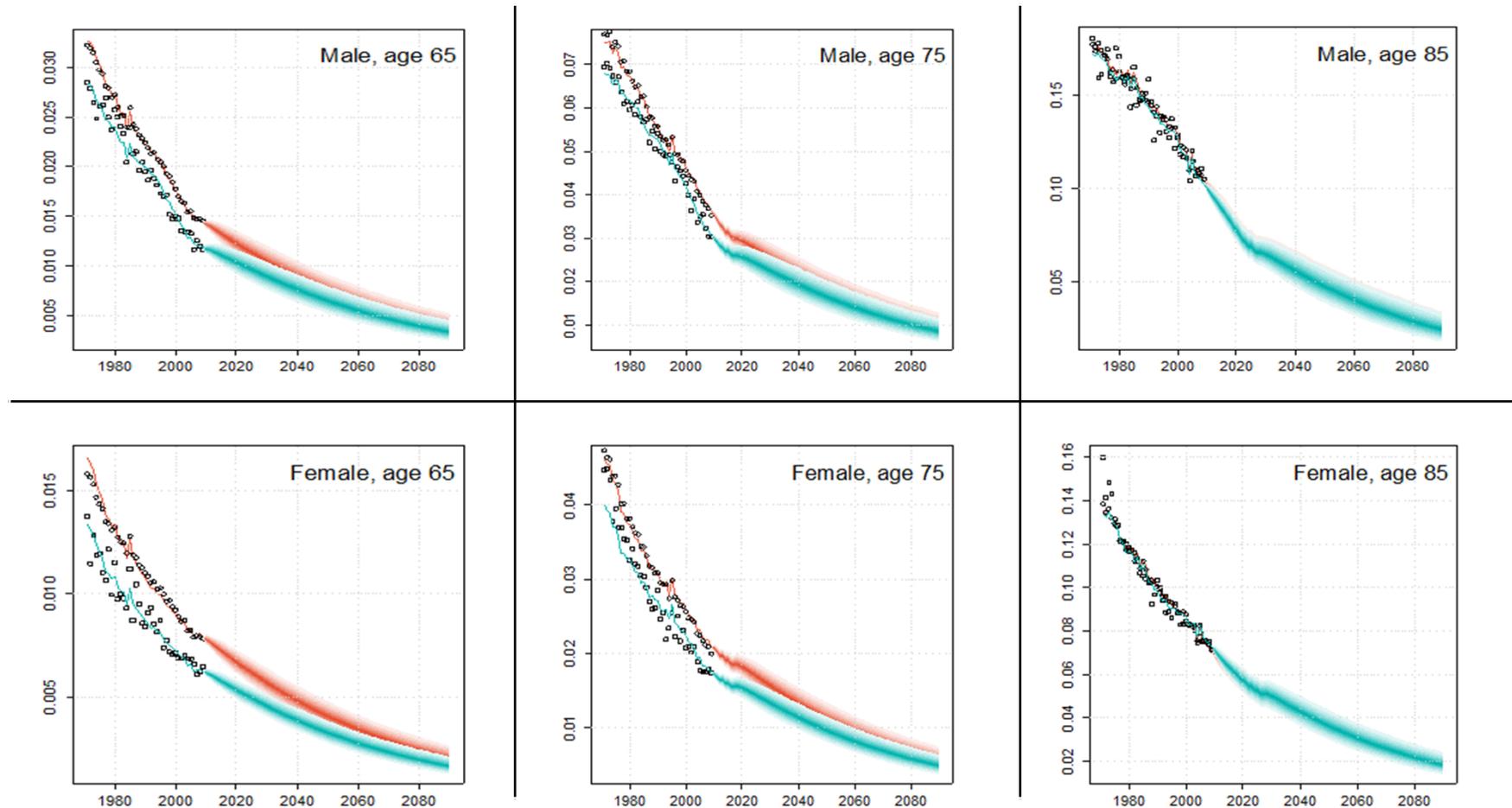
TW (m=3), Li-Lee, Platt, Lee-Carter M1 und CBD M7



- Die breiteste Streuung der Sterberaten hat CBD M7
- Kohorten-Effekt zeigen nur Platt, TW (m=3) und CBD M7 im Alter 75 und 85 (weil es im Modelldefinition vorgesehen ist)
- TW zeigt eine moderatere Sterblichkeitsabnahme (im Median) im Vergleich zum Li-Lee, Lee Carter M1 und Platt im Alter 65
- Im Alter 75 und im Alter 85 sind der Median Li-Lee und der Median Lee-Carter M1 höher als TW (m=3)
- Die Fitting-Qualität für das TW-Modell im Vergleich zu anderen gezeigten Modellen ist besser.

Die simulierten Sterberaten mit TW-Modell (ab 2010)

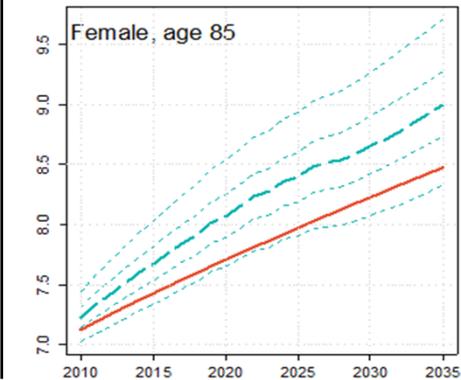
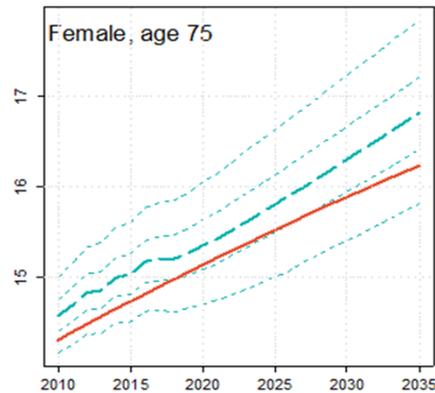
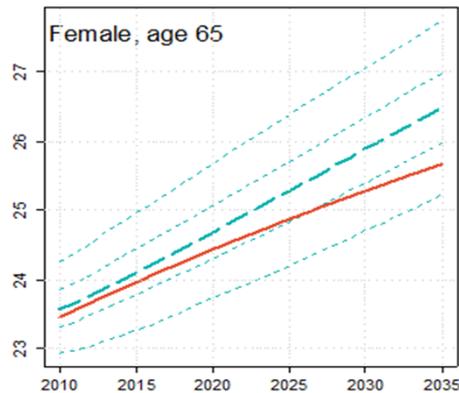
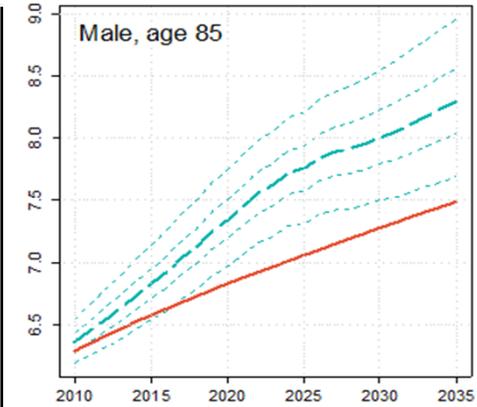
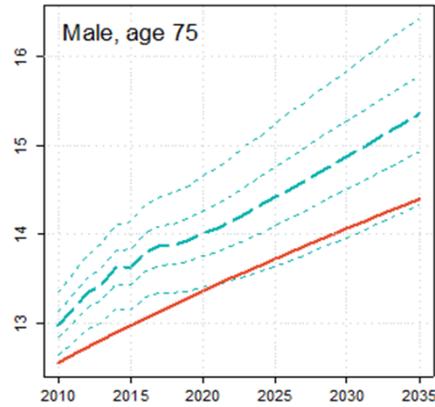
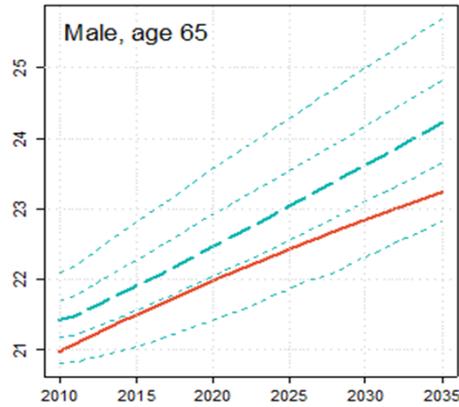
Schweizer Männer und Frauen im Alter 65, 75 und 85



Verteilung der Lebenserwartung im Vergleich zum BVG2010 (G)

Perzentile 5., 25., 50., 75. und 95. in hellblau, die rote Kurve – Lebenserwartung mit BVG2010 (G).

Die Start-Sterbetafel BVG2010 G (2010)



- Die Abweichung vom BVG2010-Trend wird grösser mit zunehmendem Alter
- Die Abweichung vom BVG2010-Trend ist bei den Frauen kleiner als bei den Männern (die US-Statistiken “bremsen” die Steigung der Lebenserwartung der Frauen)

Fazit:

- BVG2010 Grundlagen basieren auf Statistiken der grössten (14) Pensionskassen aus verschiedenen Branchen
 - Die Streuung der Sterberaten in Statistiken ist auf die beobachteten Abhängigkeiten der Sterberaten vom Einkommen, Beruf etc. zurückzuführen.
- BVG2010 ist auf Nolfi - Ansatz aufgebaut
 - Das Modell Lee-Carter kann als stochastischer Prototyp betrachtet werden
 - Verschiedene Publikationen deuten auf die Eigenschaften des Lee-Carter-Modells hin, dass es die Reduktionen für gewisse Altersklasse unterschätzen kann.
 - In Lee-Carter Modell werden Sterblichkeitsveränderungen für sämtliche Altersklassen mit demselben Faktor modelliert
- **Der Einfluss des Langleberisikos auf die Bilanz und die Reservierung (Deckungskapitalien) kann mit dem Effekt der “versteckten” Indexierung verglichen werden**
- Was kann im TW-Modell verbessert werden?
 - Modell
 - Referenzbevölkerung (z.B. Reduktion des Anteils der US-Statistiken oder sich nur auf Europäischen Länder fokussieren)
 - Anstatt SVD – MLE verwenden
 - Potentieller Einfluss der Krankheiten oder Gebrechlichkeit (wie in SAINT) modellieren
 - Praktische Fragen
 - Verschiedene Lohnklassen und Bevölkerungsgruppen abbilden/ modellieren

Relevante Publikationen

- Sterblichkeitsmodelle (es hat viel mehr Publikationen darüber)
 - Lee, R.D., and Carter, L.R. (1992) "Modeling and Forecasting U.S. Mortality." *Journal of the American Statistical Association* 8: 659-651
 - Cairns, A.J.G., Blake, D., Dowd, K., Coughlan, G.D. Epstein, D., and Khalaf-Allah, M. (2011) "Mortality Density Forecasts: An Analysis of Six Stochastic Mortality Models." *Insurance: Mathematics and Economics* 48(3): 355-367
 - Li, N., and Lee. R. (2005) "Coherent Mortality Forecasts for a Group of Populations: An Extension of the Lee-Carter Method." *Demography* 42(3): 575-594
 - Plat, R. 2009. Stochastic portfolio specific mortality and qualification of mortality basis risk. *Insurance: Mathematics and Economics* 45 (1): 123-132
 - Jarner, S. F., and Kryger, E. M. (2011) "Modelling Adult Mortality in Small Populations: The SAINT Model." *Astin Bulletin* 41(2): 377-418
- Situation in der Schweiz
 - Gaille, S. (2011) "Forecasting Mortality: When Academia Meets Practice." *European Actuarial Journal* 2(1): 49-76
 - Wanner, Ph. (2012) "Unterschiedliche Sterblichkeit: Auswirkungen auf die Sozialversicherungen, in Soziale Sicherheit CHSS 6/2012, S. 351f. (Beobachtungsperiode 1990–2005)
 - Moser, A., Panczak, R., Zwahlen, M., et al. (2014) "What does your neighbourhood say about you? A study of life expectancy in 1.3 million Swiss neighbourhoods", *Journal of Epidemiology and Community Health*, JECH Online First, on August 14, 2014. doi: 10.1136/jech-2014-204352
 - Markus Kreienbühl "Schweizer Lebensversicherung – Von der Risiko-Transformation zur Risiko-Intermediation", Dissertation der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich.
- Bücher
 - Pitacco, E., Denuit, M., Haberman, S., and Olivieri, A. (2009) *Modelling Longevity Dynamics for Pensions and Annuity Business*. Oxford University Press, New York

Contact Details

- Dr. Ljudmila Bertschi
 - Retirement Consulting, Zürich
 - Eidg. Dipl. Pensionskassenexpertin
 - Talstrasse 62, Postfach, 8021 Zürich
 - 043 488 44 49
 - ljudmila.bertschi@towerwatson.com

Disclaimer

Towers Watson has prepared this presentation for marketing purposes only.

No action should be taken based on this document as it does not include any detailed analysis into your own scheme specifics. In preparing this report we have relied upon data supplied to us by third parties. While reasonable care has been taken to gauge the reliability of this data, this report therefore carries no guarantee of accuracy or completeness and Towers Watson cannot be held accountable for the misrepresentation of data by third parties involved.

This document is provided to the recipients solely for their use, for the specific purpose indicated. This document is based on information available to Towers Watson at the date of the document and takes no account of subsequent developments after that date. It may not be modified or provided to any other party without Towers Watson's prior written permission. It may also not be disclosed to any other party without Towers Watson's prior written permission except as may be required by law. In the absence of our express written agreement to the contrary, Towers Watson accepts no responsibility for any consequences arising from any third party relying on this document or the opinions we have expressed. This document is not intended by Towers Watson to form a basis of any decision by a third party to do or omit to do anything.