A line graph with multiple colored lines (blue, orange, green, brown) plotted on a grid. The x-axis is labeled with years from 1928 to 2006. A magnifying glass is positioned over the graph, focusing on the lines between 1970 and 2000. The text 'PROCES PROGNOSETAFFEL AAG 2014' is overlaid on the top right of the graph.

P R O C E S
P R O G N O S E T A F F E L
A G 2 0 1 4

MARCO VAN DER WINDEN AAG



AGENDA

15.30 – 15.45 uur	Welkom
15.45 – 16.15 uur	Uitkomsten Prognosetafel AG2014
16.15 – 17.00 uur	Technische toelichting Prognosetafel AG2014
17.00 – 17.30 uur	Vragen / afsluiting
17.30 uur	Borrel

Opdrachtformulering CSO

“Ontwikkel een nieuwe prognosetafel en onderzoek daarbij de mogelijkheid over te gaan op een volledig gespecificeerd stochastisch model”

Uitvoering Opdracht (1)

- Start CSO eind 2012
- Oprichting Werkgroep Prognosetafel
- Opdrachtomschrijving Werkgroep Prognosetafel
- Werkgroep onderzoekt diverse klasse van modellen
- CSO laat zich tussentijds informeren en stuurt waar nodig bij
- CSO stelt besliscriteria op voor keuze model
- CSO stelt modelportefeuilles op voor presentatie van resultaten
- CSO onderhoudt contact met derden (o.a. DNB, CBS)

Uitvoering Opdracht (2)

- Werkgroep presenteert het eindrapport
- CSO kiest het model, Werkgroep levert deze op
- CSO valideert het model & uitkomsten
- CSO rapporteert aan het bestuur AG
- AG-bestuur accordeert de rapportage
- 9 september 2014: Publicatie en presentatie van prognosetafel

Opdrachtformulering Werkgroep

Onderzoek een aantal klassen sterftemodellen

- Life Metrics modellen
- Stochastische variant Prognosemodel AG2012-2062
- Indien mogelijk, een eigen model

Te gebruiken datasets:

- Op basis van dataset CBS voor Nederland
- HMDB voor andere landen

Samenstelling CSO

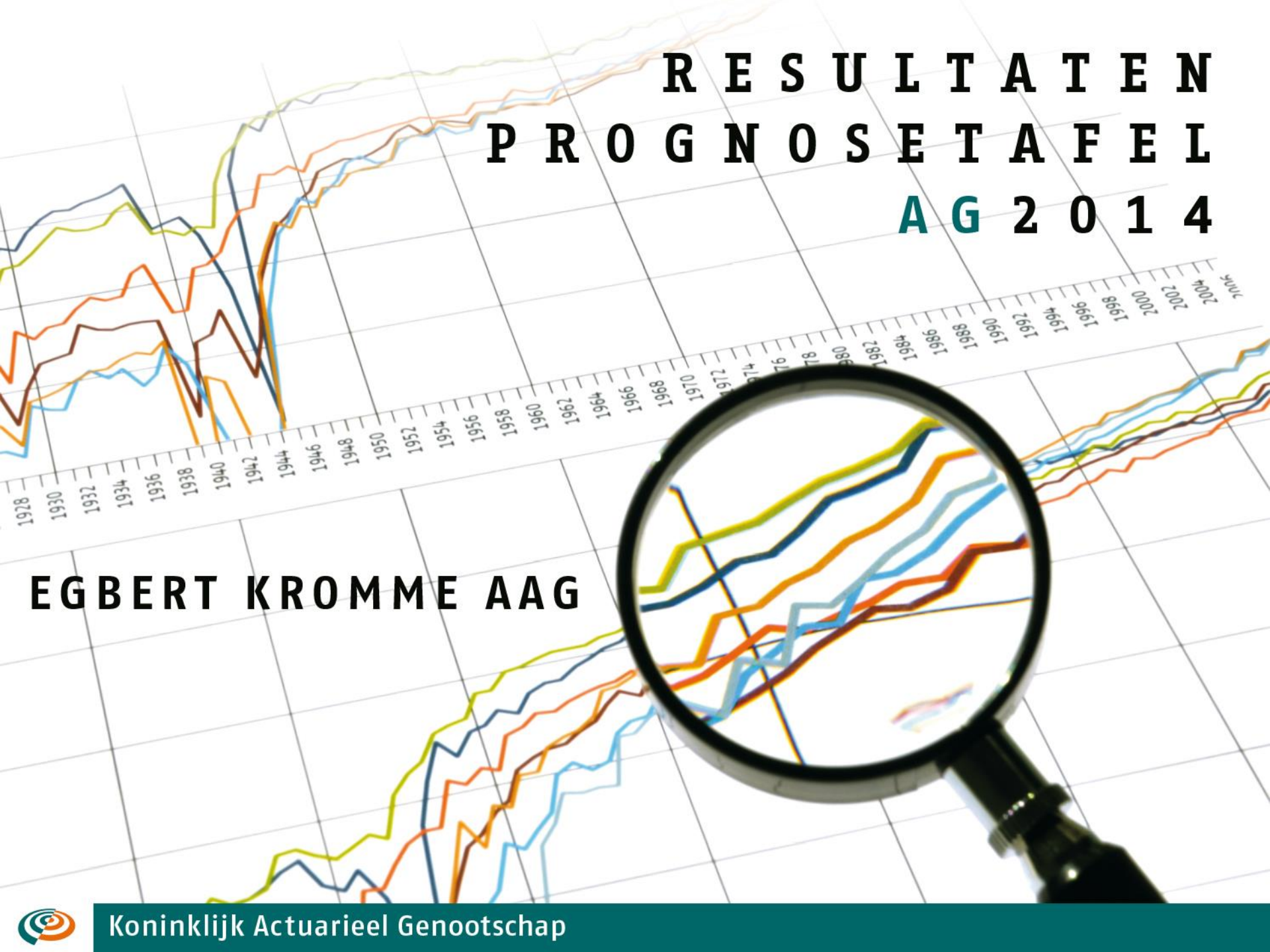
- Egbert Kromme (voorzitter)
- Marco van der Winden (pensioenpraktijk)
- Michel Vellekoop (wetenschap, UvA)
- Bas Werker (wetenschap, UvT)
- Wouter de Boer (verzekeringspraktijk)
- Tim Schulteis (pensioentechniek)
- Henk van Broekhoven (verzekeringstechniek)

Samenstelling Werkgroep

- Anja De Waegenaere
- Katrien Antonio
- Wilbert Ouburg
- Erica Slagter
- Hok Kwan Kan
- Kees Smit
- Richard Meijer
- Corné van Iersel

Vragen?

- Dinsdag 23 september en maandag 6 oktober, twee vervolgbijeenkomsten waarin uitgebreider wordt ingegaan op de techniek en methodiek van de Prognosetafel AG2014
- Voor vragen is er een speciaal e-mailadres: info@ag-ai.nl

A line chart with multiple colored lines (blue, orange, green, brown, light blue) plotted on a grid. The x-axis shows years from 1928 to 2006. A magnifying glass is positioned over the chart, focusing on the lines between 1970 and 2000. The text 'RESULTATEN PROGNOSETAFEL AAG 2014' is overlaid on the top right of the chart.

**RESULTATEN
PROGNOSETAFEL
AAG 2014**

EGBERT KROMME AAG



Inhoud

1. Nieuw prognosemodel
2. Definitie levensverwachting
3. Waarnemingen
4. Resultaten levensverwachting
5. Resultaten voorzieningen

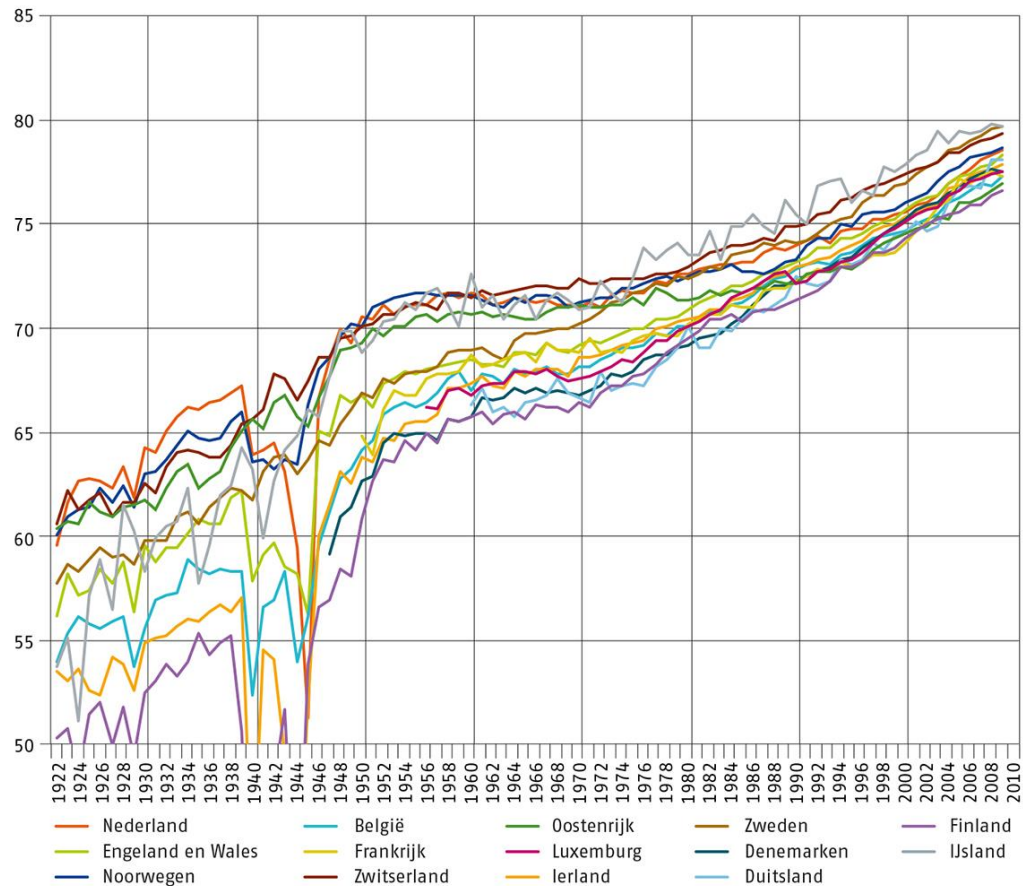
Nieuw model

- Waarom een stochastisch model?
- Met stochastisch model kan de onzekerheid van de voorspelling zichtbaar worden gemaakt
- Stochastisch model geeft pensioenfondsen en levensverzekeraars de mogelijkheid om het risico van hun langlevensrisico beter in kaart te brengen
 - Solvency II, Eigen interne eis, VEV
- Echter het nieuwe stochastische is model alleen gebaseerd op historische data
 - Parameteronzekerheid
 - Modelonzekerheid

Nieuw model

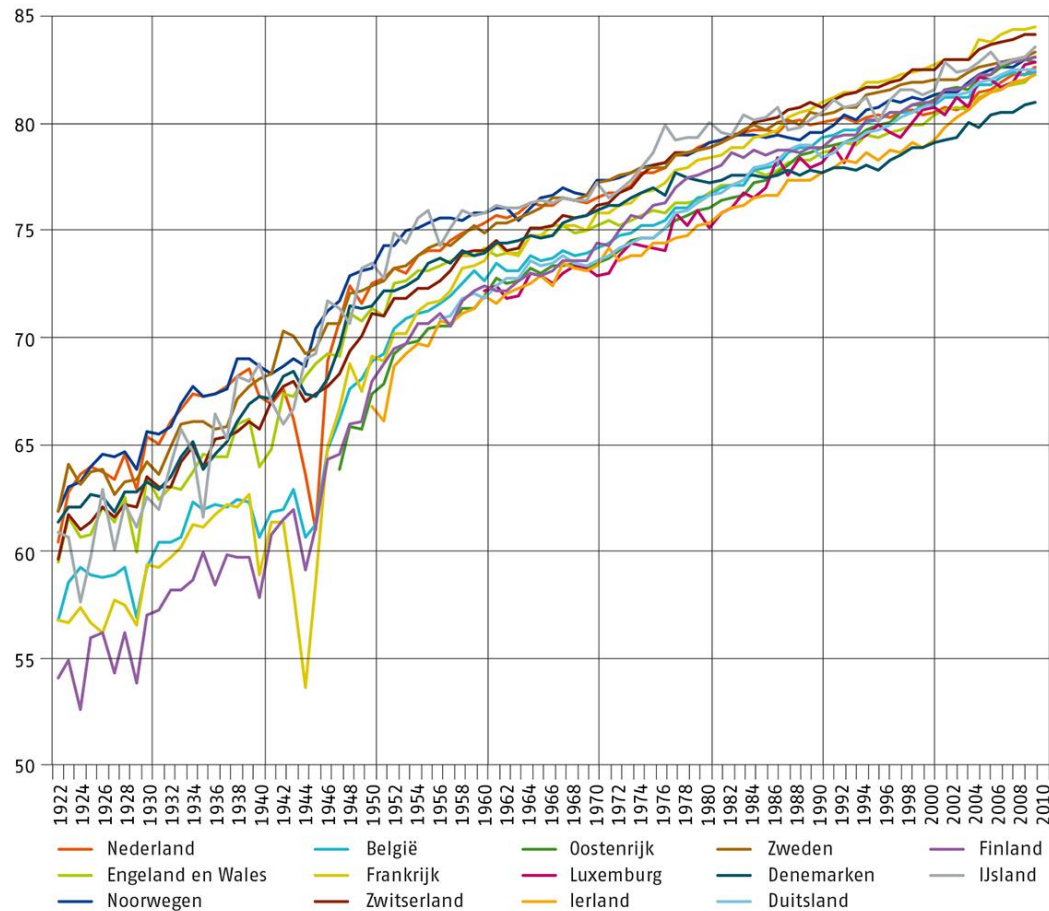
- Prognosetafel AG2014 is gebaseerd op:
 - Nederlandse sterftedata (CBS)
 - Europese sterftedata (HMDB), landen met per capita BBP boven Europees gemiddelde
 - Databereik [1970 – 2013]
- Langetermijntrend: Europese data
- Korte termijn afwijking: Nederlandse data
- Voordelen:
 - Stabieler prognoses door meer data
 - Lange termijn minder gevoelig voor Nederlandse historie
 - Minder gevoelig voor nieuwe datapunten

Nieuw model



Grafiek 1 Convergentie van periodelevensverwachting van een aantal Europese landen, 0-jarige mannen

Nieuw model



Grafiek 2 Convergentie van periodelevensverwachting van een aantal Europese landen, 0-jarige vrouwen

Nieuw model

- Prognosetafel AG2012-2062 horizon van 51 jaar
- Horizon Prognosetafel AG2014 is niet gelimiteerd
- Het is in principe mogelijk om 120 jaar vooruit te voorspellen of langer
- Echter voorspelling gebaseerd op historische data
 - Impliciete veronderstelling dat orde van grootte van de schokken in de toekomst gelijk is aan het verleden
 - Realisaties kunnen afwijken door verandering in
 - Gedrag en sociaaleconomische of ethische ontwikkelingen
 - Mogelijke effecten van nog onbekende virussen en bacteriën
 - Medische ontwikkelingen en onbekende aandoeningen en ziektesvoor zover invloed hiervan anders is dan in het verleden

1. Nieuw prognosemodel
2. Definitie levensverwachting
3. Waarnemingen
4. Resultaten levensverwachting
5. Resultaten voorzieningen

Levensverwachting

- Definities
 - Periodelevensverwachting
 - Cohortlevensverwachting

- Periodelevensverwachting
 - Wordt door CBS gebruikt
 - Werd in het verleden ook door AG vermeld
 - Maakt gebruik van de sterftekansen voor verschillende leeftijden in één prognosejaar
 - Geeft bij dalende toekomstige sterftekansen een onderschatting van de levensverwachting die we eigenlijk verwachten

Levensverwachting

leeftijd	2014	2015	2064	2134
0	$q(0;2014)$	$q(0;2015)$	$q(0;2064)$	$q(0;2134)$
1	$q(1;2014)$	$q(1;2015)$	$q(1;2064)$	$q(1;2134)$
2	$q(2;2014)$	$q(2;2015)$	$q(2;2064)$	$q(2;2134)$
49	$q(49;2014)$	$q(49;2015)$	$q(49;2064)$	$q(49;2134)$
50	$q(50;2014)$	$q(50;2015)$	$q(50;2064)$	$q(50;2134)$
51	$q(51;2014)$	$q(51;2015)$	$q(51;2064)$	$q(51;2134)$
120	$q(120;2014)$	$q(120;2015)$	$q(120;2064)$	$q(120;2134)$

Tabel 1 Schematische weergave van sterftekansen per prognosejaar en per leeftijd

Levensverwachting

- Cohortlevensverwachting
 - Wordt door AG gebruikt vanaf Prognosetafel AG2014
 - Maakt gebruik van sterftekansen voor verschillende leeftijden in opeenvolgende prognosejaren
 - Heeft voor een 0-jarige een prognosetafel met een horizon van minimaal 120 jaar nodig
 - Leidt bij dalende toekomstige sterftekansen tot een hogere uitkomst van de (resterende) levensverwachting dan de periodelevensverwachting
 - Geeft de correcte weergave van de levensverwachting

Levensverwachting

leeftijd	2014	2015	2064	2134
0	q(0;2014)	q(0;2015)	q(0;2064)	q(0;2134)
1	q(1;2014)	q(1;2015)	q(1;2064)	q(1;2134)
2	q(2;2014)	q(2;2015)	q(2;2064)	q(2;2134)
49	q(49;2014)	q(49;2015)	q(49;2064)	q(49;2134)
50	q(50;2014)	q(50;2015)	q(50;2064)	q(50;2134)
51	q(51;2014)	q(51;2015)	q(51;2064)	q(51;2134)
120	q(120;2014)	q(120;2015)	q(120;2064)	q(120;2134)

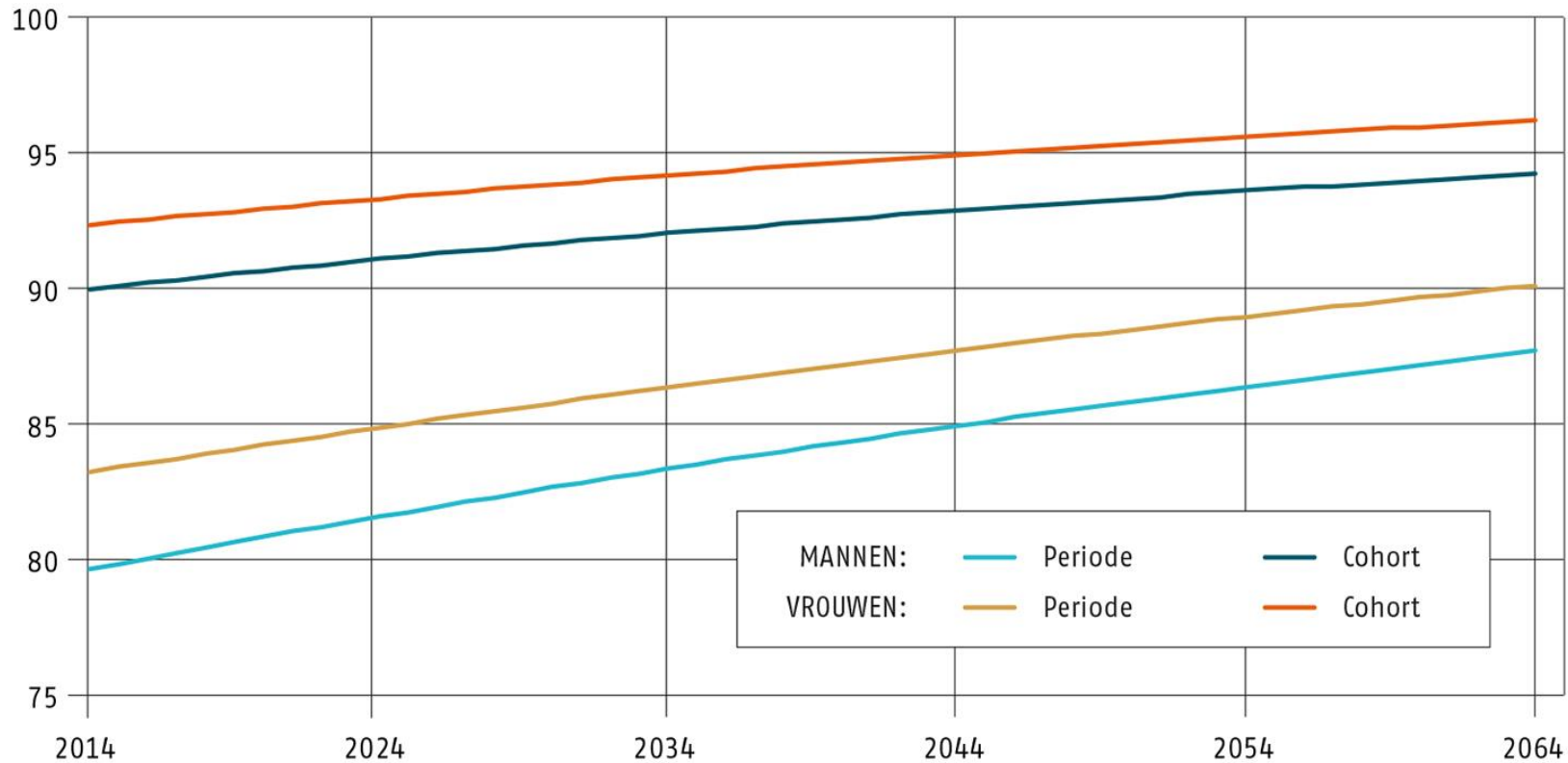
Tabel 1 Schematische weergave van sterftetekansen per prognosejaar en per leeftijd

Levensverwachting

Verschil tussen cohortlevensverwachting en periodelevensverwachting in 2014

	Man 0	Vrouw 0	Man 65	Vrouw 65
periode	79,7	83,2	18,2	21,1
cohort	89,9	92,2	19,7	22,8

Levensverwachting



Grafiek 3 Periode en Cohortlevensverwachting 0-jarigen

Levensverwachting

- Overgang op definitie cohortlevensverwachting
 - Forse toename van de gepubliceerde levensverwachting
 - Vooral een groot verschil voor 0-jarigen
 - Bij 65-jarigen is het verschil kleiner
 - Hoe meer prognosejaren, hoe groter het verschil
 - Is puur een definitiekwestie
 - Heeft dus geen invloed op de hoogte van de technische voorzieningen
 - Voorzieningen worden al berekend op basis van een prognosetafel
 - Definitie levensverwachting nu in lijn gebracht met wijze waarop technische voorzieningen worden vastgesteld

1. Nieuw prognosemodel
2. Definitie levensverwachting
3. Waarnemingen
4. Resultaten levensverwachting
5. Resultaten voorzieningen

Waarnemingen

Periodelevensverwachting 0-jarige Mannen

	Realisatie ¹	Prognose AG2012-2062	Prognose AG2014
2009	78,5		
2010	78,8		
2011	79,2		
2012	79,1	79,5	
2013	79,4	79,8	
2014		80,1	79,7

Periodelevensverwachting 0-jarige Vrouwen

	Realisatie	Prognose AG2012-2062	Prognose AG2014
2009	82,7		
2010	82,7		
2011	82,9		
2012	82,8	83,1	
2013	83,0	83,3	
2014		83,5	83,2

Tabel 2 Periodelevensverwachting 0-jarige mannen en vrouwen vergeleken met realisatie

Waarnemingen

- Waargenomen periodelevensverwachting vergeleken met Prognosetafel AG2012-2062
 - Periodelevensverwachting 0-jarigen blijft toenemen
 - Toename bij mannen gaat sneller dan bij vrouwen
 - Stijging stopt in 2012, maar zet weer door in 2013
 - Daardoor was de oude prognose voor 2014 iets te hoog
 - Nieuwe prognose voor 2014 bedraagt 79,7 jaar voor mannen en 83,2 jaar voor vrouwen
 - De vergelijking van de prognoses is hier nog steeds op basis van de periodelevensverwachting
 - Op basis van Prognosetafel AG2012-2062 is nog geen volledige berekening van de cohortlevensverwachting mogelijk

Waarnemingen

Periodelevensverwachting 65-jarige Mannen

	Realisatie	Prognose AG2012-2062	Prognose AG2014
2009	17,4		
2010	17,6		
2011	17,9		
2012	17,9	18,1	
2013	18,0	18,3	
2014		18,5	18,2

Periodelevensverwachting 65-jarige Vrouwen

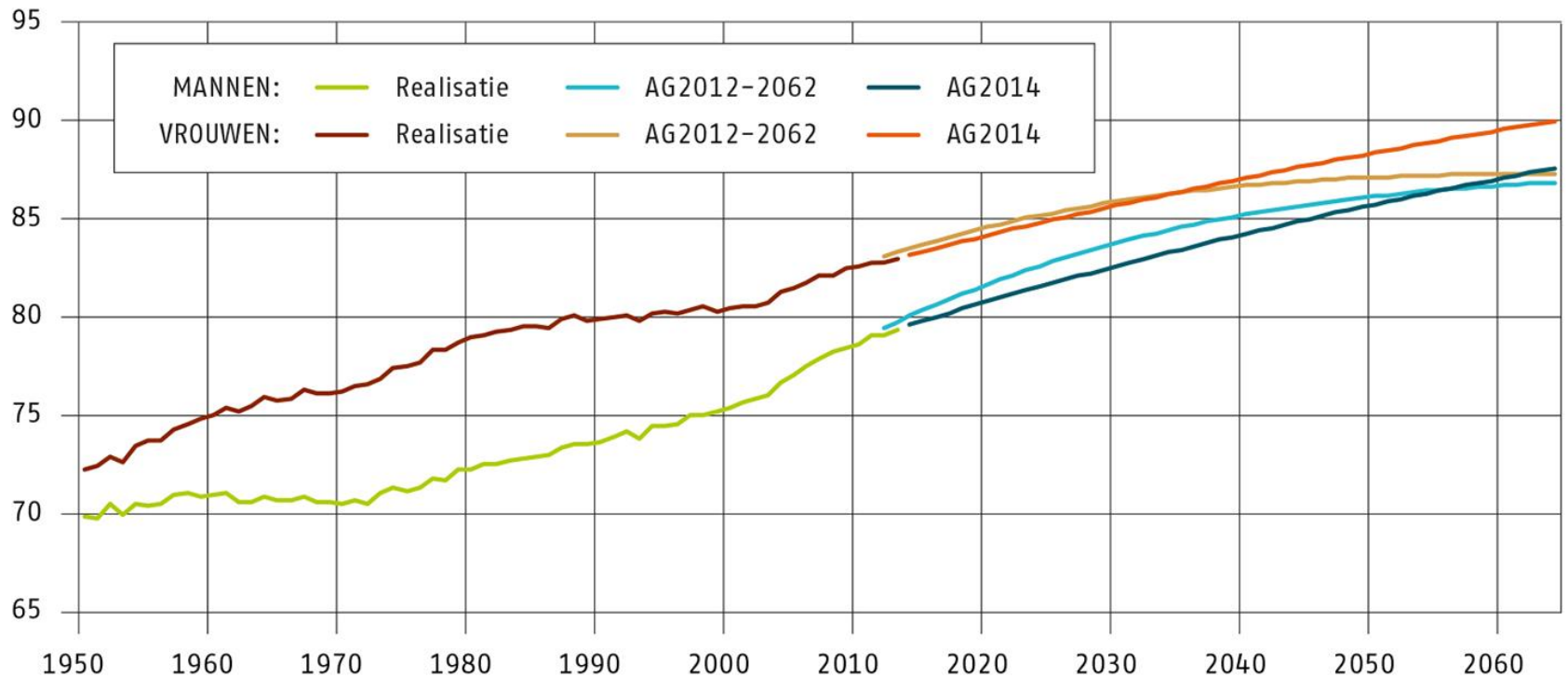
	Realisatie	Prognose AG2012-2062	Prognose AG2014
2009	20,8		
2010	20,8		
2011	20,9		
2012	20,8	21,1	
2013	21,0	21,2	
2014		21,4	21,1

Tabel 3 Periodelevensverwachting 65-jarige mannen en vrouwen vergeleken met realisatie

Waarnemingen

- Waargenomen periodelevensverwachting vergeleken met Prognosetafel AG2012-2062
 - Periodelevensverwachting 65-jarigen blijft ook toenemen
 - Toename gaat langzamer dan bij 0-jarigen
 - Ook hier is toename bij mannen sneller dan bij vrouwen
 - Zelfde patroon in 2012 en 2013 is hier ook zichtbaar
 - Nieuwe prognose van 65-jarige man bedraagt 83,2 jaar en van 65-jarige vrouw 86,1 jaar
 - Resultaten van 65-jarigen zijn meer relevant voor pensioenfondsen en verzekeraars met pensioen- en lijfrenteportefeuilles

Waarnemingen



Grafiek 5 Realisatie en periodelevensverwachting 0-jarigen AG2012-2062 en AG2014 voor mannen en vrouwen

Waarnemingen

- Periodelevensverwachting Prognosetafel AG2014 vergeleken met Prognosetafel AG2012-2062
 - Op de kortere termijn zien we in het nieuwe model een lagere inschatting van de periodelevensverwachting
 - Op de langere termijn zien we een hogere inschatting van de periodelevensverwachting dan bij oude model
 - Kantelpunt ligt bij vrouwen eerder dan bij mannen
 - Vooral de langere horizon is met het nieuwe model beter in te schatten

1. Nieuw prognosemodel
2. Definitie levensverwachting
3. Waarnemingen
4. Resultaten levensverwachting
5. Resultaten voorzieningen

Resultaten levensverwachting

Cohortlevensverwachting van 0-jarige mannen en vrouwen, geboren in 2014				
Tafel	Dataset	Prognoseperiode	Mannen	Vrouwen
1 AG2012-2062	t/m 2011	51 jaar	86,5	87,1
2 Nieuw model	t/m 2011	51 jaar	87,1	89,6
3 Nieuw model	t/m 2013	51 jaar	87,2	89,7
4 AG2014	t/m 2013	∞	89,9	92,2
		Totaal verschil	3,4	5,2

Tabel 4 Stapsgewijze verandering in cohortlevensverwachting van 0-jarige mannen en vrouwen, geboren in 2014

Cohortlevensverwachting van 65-jarige mannen en vrouwen, waarnemingsjaar 2014				
Tafel	Dataset	Prognoseperiode	Mannen	Vrouwen
1 AG2012-2062	t/m 2011	51 jaar	20,4	22,9
2 Nieuw model	t/m 2011	51 jaar	19,7	22,9
3 Nieuw model	t/m 2013	51 jaar	19,7	22,8
4 AG2014	t/m 2013	∞	19,7	22,8
		Totaal verschil	- 0,6	-0,1

Tabel 5 Stapsgewijze verandering in cohortlevensverwachting van 65-jarige mannen en vrouwen, waarnemingsjaar 2014

Resultaten levensverwachting

- Stap1: Van Prognosetafel AG2012-2062 naar nieuw model (data is ongewijzigd t/m 2011 en horizon is ongewijzigd 51 jaar)
 - Levensverwachting van 0-jarige mannen neemt met 0,6 jaar toe en van 65-jarige mannen met een 0,7 jaar af
 - Levensverwachting van 0-jarige vrouwen neemt met 2,5 jaar toe en blijft voor 65-jarige vrouwen gelijk
 - Nieuwe model heeft vooral invloed op de levensverwachting van 0-jarige vrouwen
 - Nieuwe model leidt voor 65-jarigen tot een lichte verlaging van de levensverwachting
 - Verschil tussen 0-jarige vrouwen en 0-jarige mannen neemt toe

Resultaten levensverwachting

- Stap2: Toevoegen van datapunten 2012 en 2013 aan het nieuwe model (horizon is ongewijzigd 51 jaar)
 - Levensverwachting van 0-jarigen neemt iets toe met 0,1 jaar
 - Levensverwachting van 65-jarigen blijft voor mannen gelijk en neemt voor vrouwen heel iets af met 0,1 jaar
 - Het nieuw model is niet heel erg gevoelig voor toevoeging van enkele nieuwe datapunten
 - Dit is een gewenste eigenschap van het nieuwe model

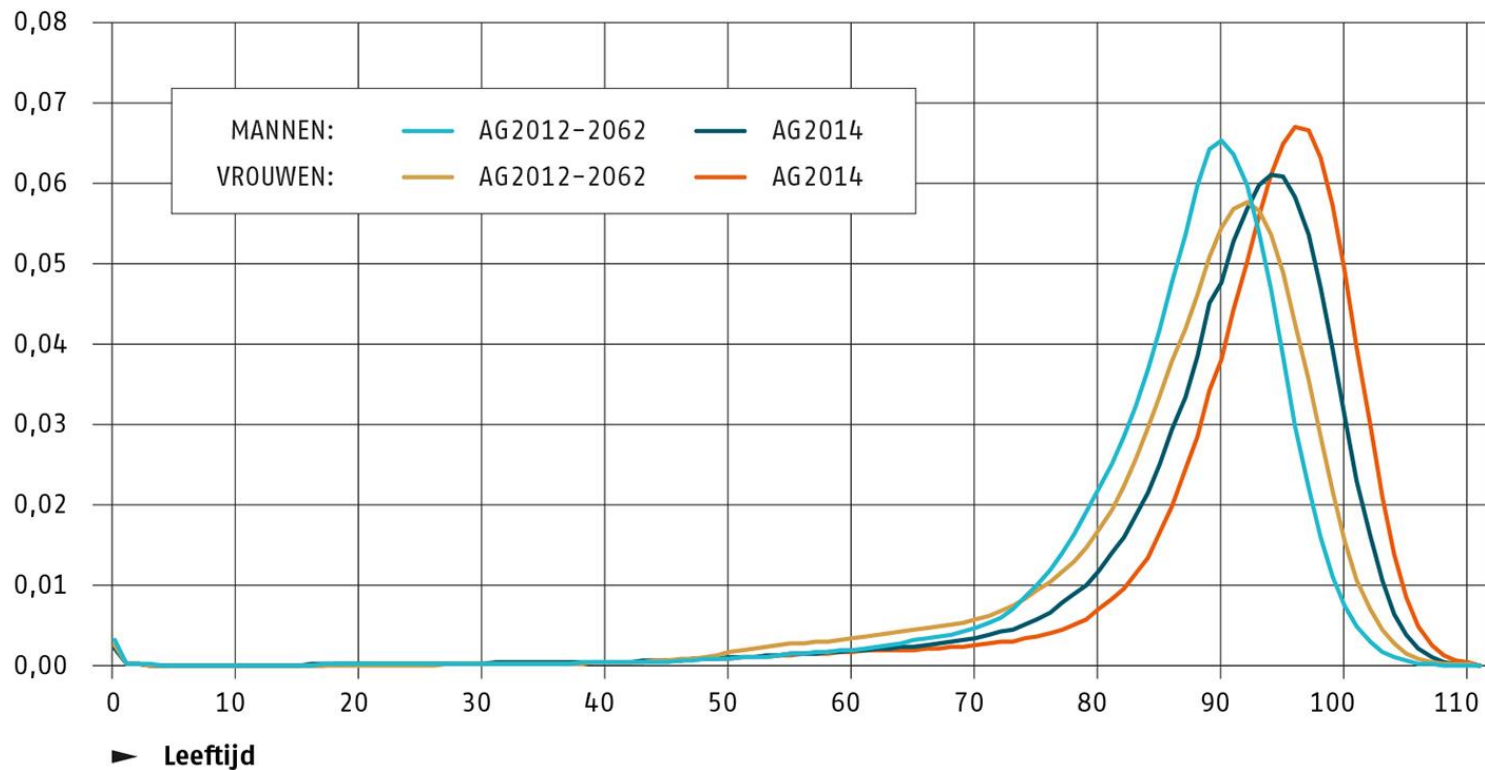
Resultaten levensverwachting

- Stap3: Verlengen van de horizon van 51 jaar naar een ongelimiteerde horizon
 - Levensverwachting van 0-jarigen neemt fors toe met meer dan 2,5 jaar voor zowel de mannen als de vrouwen
 - Levensverwachting van 65-jarigen verandert niet door verlengen van de horizon
 - Op 115-jarige leeftijd was deze groep toch al vrijwel uitgestorven

Resultaten levensverwachting

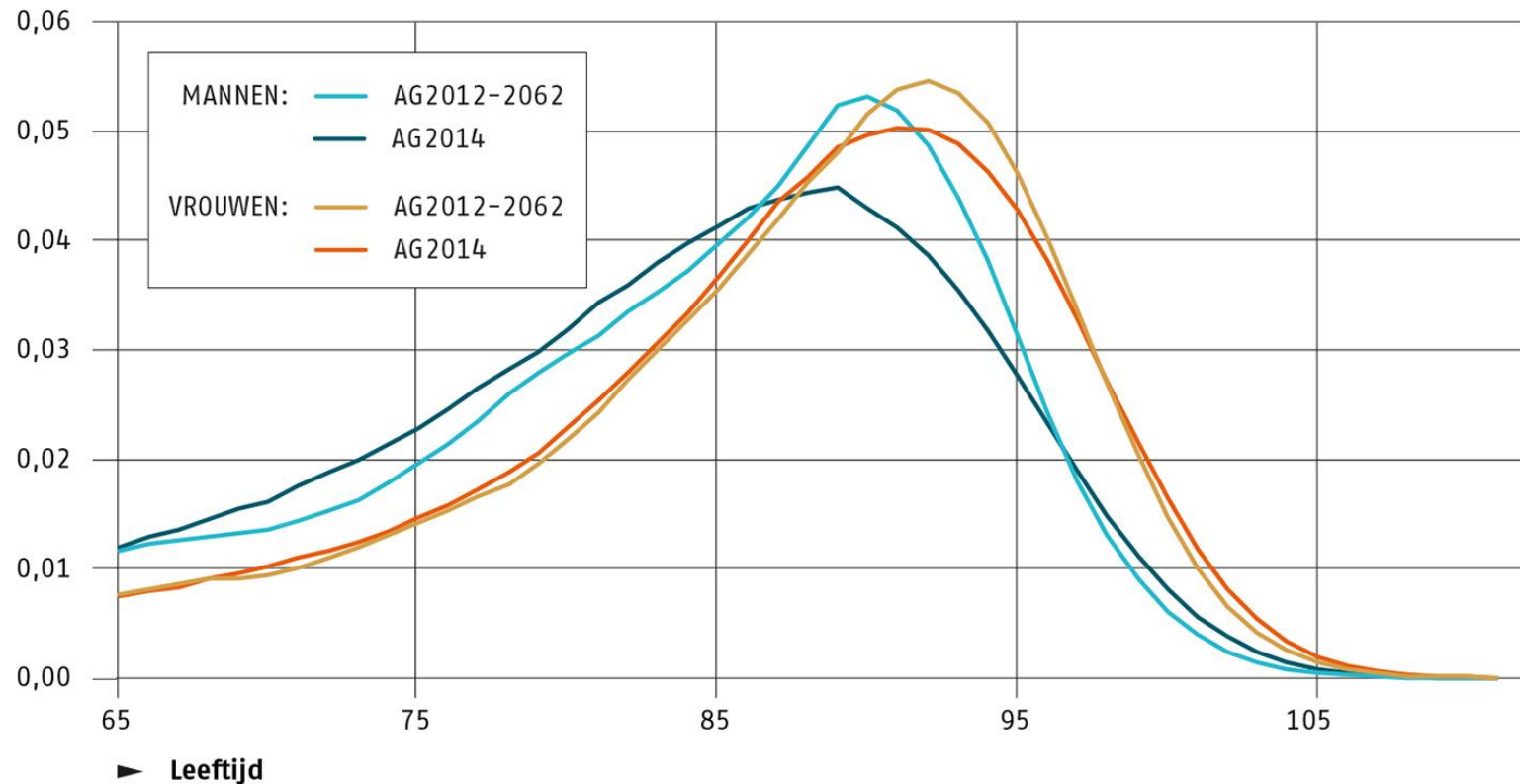
- Alle stappen samen (van AG2012-2062 naar AG2014)
 - De Levensverwachting van 0-jarigen neemt behoorlijk toe met bijna 3,5 jaar voor mannen en ruim 5 jaar voor vrouwen
 - De Levensverwachting van 65-jarigen neemt iets af, waarbij de afname bij mannen groter is dan bij vrouwen
 - Omdat de effecten op 65-jarigen van alle stappen gering is, mag worden verwacht dat ook de effecten op de technische voorziening macro gezien niet groot zijn

Resultaten levensverwachting



Grafiek 9 Leeftijdsverdeling bij overlijden, mannen en vrouwen, geboortjaar 2014, AG2012-2062 en AG2014

Resultaten levensverwachting



Grafiek 10 Leeftijdsverdeling bij overlijden, 65-jarige mannen en vrouwen, waarnemingsjaar 2014, AG2012-2062 en AG2014

Resultaten levensverwachting

- Nieuw model geeft nieuwe mogelijkheden
- Verlenging van horizon maakt het mogelijk om ook de toekomstige cohortlevensverwachting te berekenen
- Echter naarmate de horizon toeneemt, wordt de onzekerheid groter:
 - Cohortlevensverwachting 0-jarige in 2014 gebruikt 120 jaar horizon
 - Cohortlevensverwachting 0-jarige in 2064 gebruikt 170 jaar horizon
 - Historische periode [1970,2013] is maar 44 jaar

Resultaten levensverwachting

	man 0 jaar	vrouw 0 jaar	man 65 jaar	vrouw 65 jaar
2014	89,9	92,2	19,7	22,8
2039	92,4	94,5	22,9	25,6
2064	94,1	96,1	25,5	27,8

Tabel 6 Resterende cohortlevensverwachting Prognosetafel AG2014

Resultaten levensverwachting

- Levensverwachting blijft verder doorstijgen
- Voor 0-jarigen stijgt deze naar verwachting met ongeveer 4 jaar in de komende 50 jaar voor zowel mannen als vrouwen
- Voor 65-jarigen stijgt deze voor mannen zelfs met bijna 6 jaar en voor vrouwen met 5 jaar
- Het verschil in levensverwachting tussen mannen en vrouwen blijft, maar het neemt wel iets af
- De stijging van de levensverwachting is in eerste 25 jaar groter dan in volgende 25 jaar

Resultaten levensverwachting

- Gevolgen voor de AOW-leeftijd vanaf 2024
- Dit wordt uiterlijk 1 januari 2019 bepaald:
 - Met $V=(L-18,26)-(P-65)$, met $P=67$ ten aanzien van de berekening in 2024
 - Met L: de geraamde macro gemiddelde resterende (periode)levensverwachting op 65-jarige leeftijd in het kalenderjaar van verhoging
 - De raming voor L wordt uitgevoerd en bekend gemaakt door het CBS
- Op grond van Prognosetafel AG2014 en de huidige wetgeving volgt in 2019 waarschijnlijk het besluit dat in 2024 de AOW-leeftijd niet wordt verhoogd

1. Nieuw prognosemodel
2. Definitie levensverwachting
3. Waarnemingen
4. Resultaten levensverwachting
5. Resultaten voorzieningen

Resultaten voorzieningen

- Effect op technische voorzieningen aan de hand van voorbeeldfondsen
 - Fictief (maar wel op basis van concrete portefeuilles)
 - Drie fondsen met mannen en drie fondsen met vrouwen
 - Jong fonds, oud fonds en gemiddeld fonds
 - Gemiddeld fonds is ook echt het gemiddelde van jong en oud
 - Voorbeeldfondsen bevatten naast ouderdomspensioen ook latent nabestaandenpensioen en ingegaan nabestaandenpensioen
 - Overige veronderstellingen
 - Ingang pensioen op 65 jaar
 - Nabestaandenpensioen van de vorm onbepaalde partner, ongelijk geslacht en een leeftijdsverschil van 3 jaar
 - Vaste rentevoet van 3%

Resultaten voorzieningen

	Mannen	Vrouwen
Jong	0,1 %	2,3 %
Gemiddeld	- 0,4 %	1,1 %
Oud	- 0,7 %	0,6 %

Tabel 8 Effect Prognosetafel AG2014 op technische voorzieningen (t.o.v. AG2012-2062)

Resultaten voorzieningen

- Prognosetafel AG2014 heeft wisselend effect
 - Bij een fonds met overwegend vrouwen is een stijging van de technische voorziening mogelijk
 - Hoe jonger de deelnemers, hoe groter de stijging
 - Bij een fonds met overwegend mannelijke deelnemers is een daling van de technische voorziening mogelijk
 - Hoe ouder de deelnemers, hoe groter de daling
 - Macro gezien is het effect op dekkinggraad voor alle fondsen samen gering
 - Nauwelijks verschil bij rentetermijnstructuur i.p.v. vaste 3%
 - Voor individuele pensioenvormen kunnen de effecten groter zijn (latent partnerpensioen voor jonge leeftijden)
 - Combinatie OP/NP: grootste effecten worden gematigd

Resultaten voorzieningen

Ouderdomspensioen (pensioenleeftijd 65 jaar)		
	Mannen	Vrouwen
25 jaar	2,4 %	8,7 %
45 jaar	- 1,8 %	3,3 %
65 jaar	- 2,8 %	- 0,5 %
85 jaar	- 0,8 %	- 3,4 %

Tabel 9 Effect Prognosetafel AG2014 op hoogte voorziening ouderdomspensioen voor verschillende leeftijden, mannen en vrouwen

Latent partnerpensioen (pensioenleeftijd 65 jaar)		
	Mannen	Vrouwen
25 jaar	19,1 %	- 10,4 %
45 jaar	16,1 %	- 5,1 %
65 jaar	8,4 %	- 2,1 %
85 jaar	- 3,3 %	8,7 %

Tabel 10 Effect Prognosetafel AG2014 op hoogte voorziening latent partnerpensioen voor verschillende leeftijden, mannen en vrouwen

Ingegaan partnerpensioen		
	Mannen (deelnemer was man)	Vrouwen (deelnemer was vrouw)
25 jaar	1,5 %	0,2 %
45 jaar	1,2 %	- 0,8 %
65 jaar	- 0,5 %	- 2,8 %
85 jaar	- 3,4 %	- 0,8 %

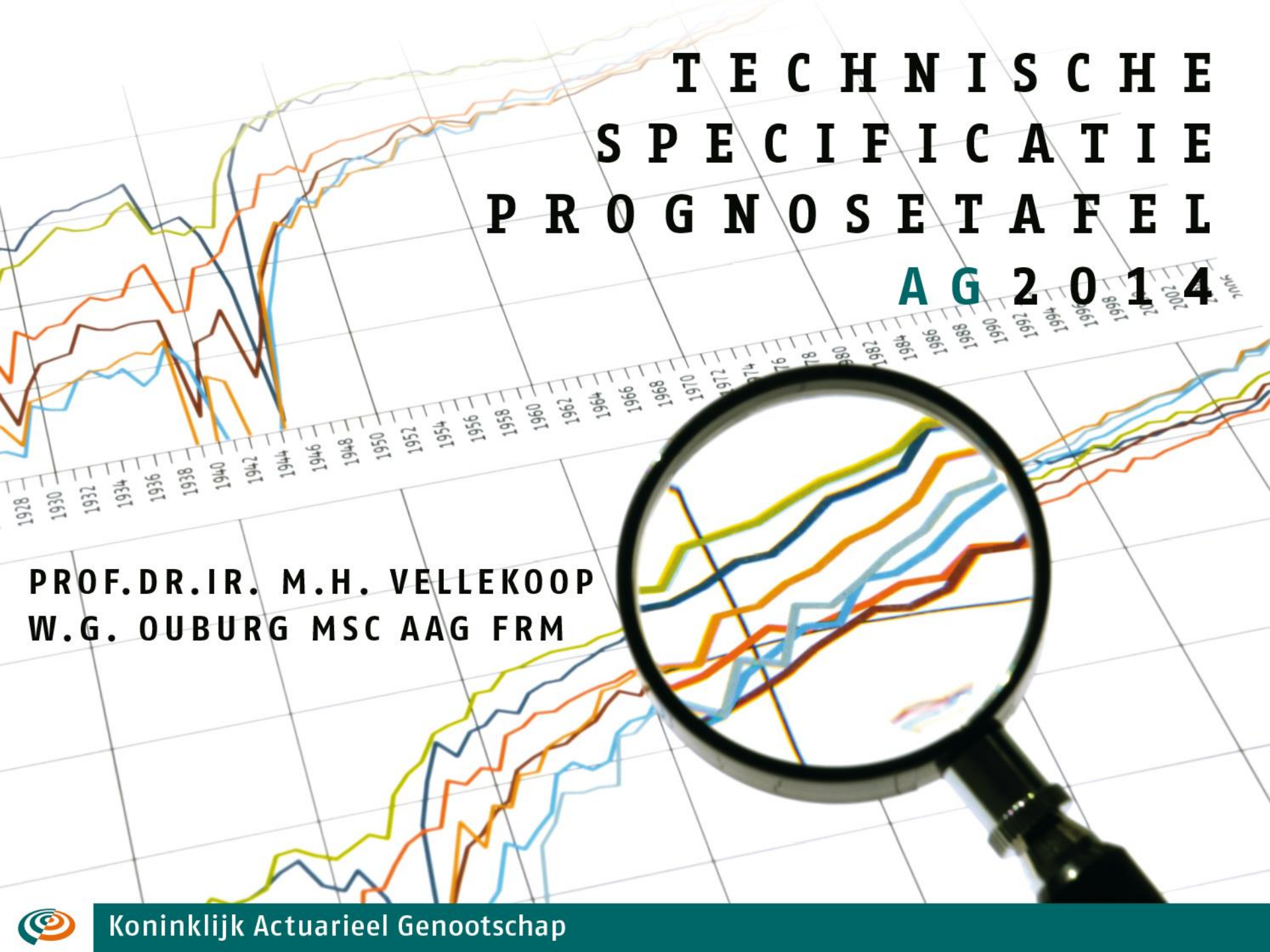
Tabel 11 Effect Prognosetafel AG2014 op hoogte voorziening ingegaan partnerpensioen voor verschillende leeftijden, mannen en vrouwen

Resultaten voorzieningen

- **Verwachte stabiele toekomstige ontwikkeling**
 - Huidig model goede basis voor toekomstige Prognosetafel
 - Wel controle door CSO of nog steeds aan alle veronderstellingen is voldaan
 - Voortgaand onderzoek en voortschrijdend inzicht
 - Aanpassingen en/of bijstellingen mogelijk
 - Prognosetafel op basis nieuwe model is minder gevoelig voor tijdelijke uitschieters in de Nederlandse sterftecijfers
- **Binnenkort extra bijeenkomsten waar dieper op de stochastiek wordt ingegaan**

MOGELIJKHEID TOT STELLEN VAN VRAGEN



A line chart with a grid background showing multiple data series from 1928 to 2014. The x-axis is labeled with years from 1928 to 2014 in increments of 2 years. The y-axis is unlabeled. A magnifying glass is positioned over the chart, focusing on the data between 1970 and 2014. The lines are colored in various shades including blue, orange, green, and brown. The text 'TECHNISCHE SPECIFICATIE PROGNOSETAFEL' is written in large, bold, black capital letters across the top right, and 'A G 2 0 1 4' is written in large, bold, teal capital letters below it.

**T E C H N I S C H E
S P E C I F I C A T I E
P R O G N O S E T A F E L
A G 2 0 1 4**

**PROF.DR.IR. M.H. VELLEKOOP
W.G. OUBURG MSC AAG FRM**



1. Modelstructuur en eigenschappen

2. Gebruik:

- als (best estimate) statische prognosetafel
- als stochastische scenariogenerator

3. Toegepaste kalibratiemethode

Modelstructuur

Prognose AG2014

- onderscheidt net als vorige prognose AG2012-2062 een effect voor de lange en voor de korte termijn
- maar analyseert lange termijn nu middels vergelijkbare landen om ons heen en korte termijn middels Nederlandse afwijkingen, en beschrijft onzekerheden
- Variant van Li-Lee model. Kalibratie maakt expliciet onderscheid tussen onzekerheid in ontwikkeling sterftekansen en onzekerheid in sterfte *gegeven* die kansen
- Daarin verschilt kalibratie van sommige andere prognoses (en van originele opzet bij Li-Lee model)

Modelstructuur

- Éénjarige sterftekansen:

$q_x(t)$ kans op 1 januari van jaar t dat iemand die op dat moment exact x jaar oud is, gestorven zal zijn op 1 januari van jaar $t+1$,

- worden bepaald door **hazard rates** $\mu_x(t)$ te modelleren:

$$q_x(t) = 1 - \exp(-\mu_x(t)).$$

- Tafels voor mannen en vrouwen worden los van elkaar geschat, zoals gebruikelijk.

Modelstructuur

Decompositie van hazard rates in twee delen:

$$\ln \mu_x(t) = \ln \mu_x^{\text{EU}}(t) + \ln \mu_x^{\text{NL}}(t)$$

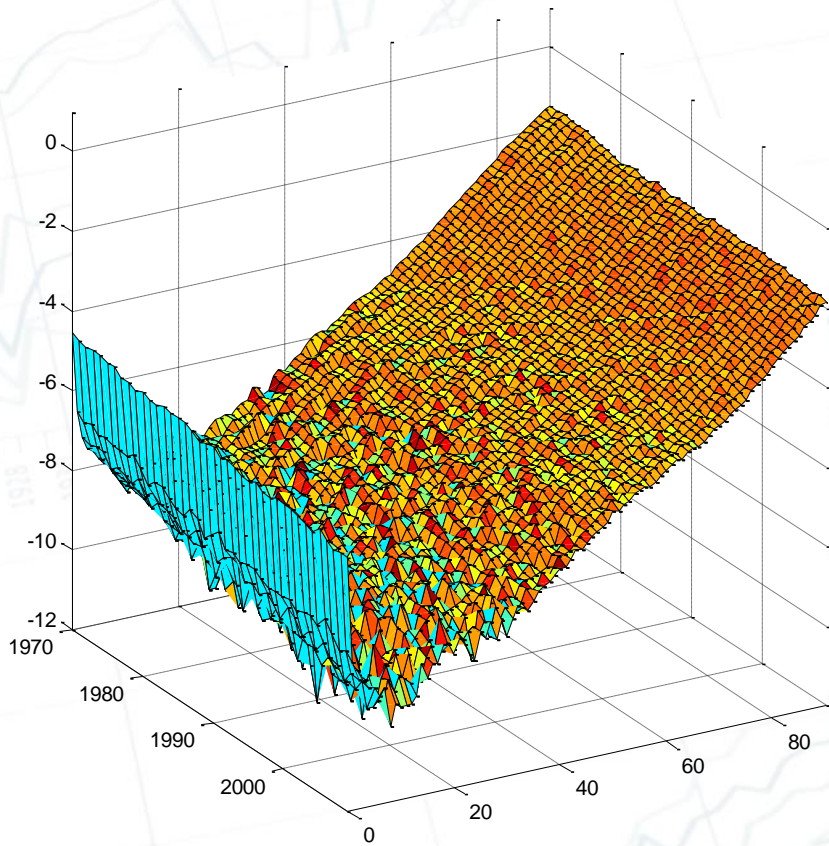
- Europese landen met vergelijkbare welvaart: **gezamenlijke trend** naar beneden
- Specifiek Nederlandse afwijking t.o.v. die groep landen: verschil kan **niet divergeren**, in verwachting naar nul

Modelstructuur

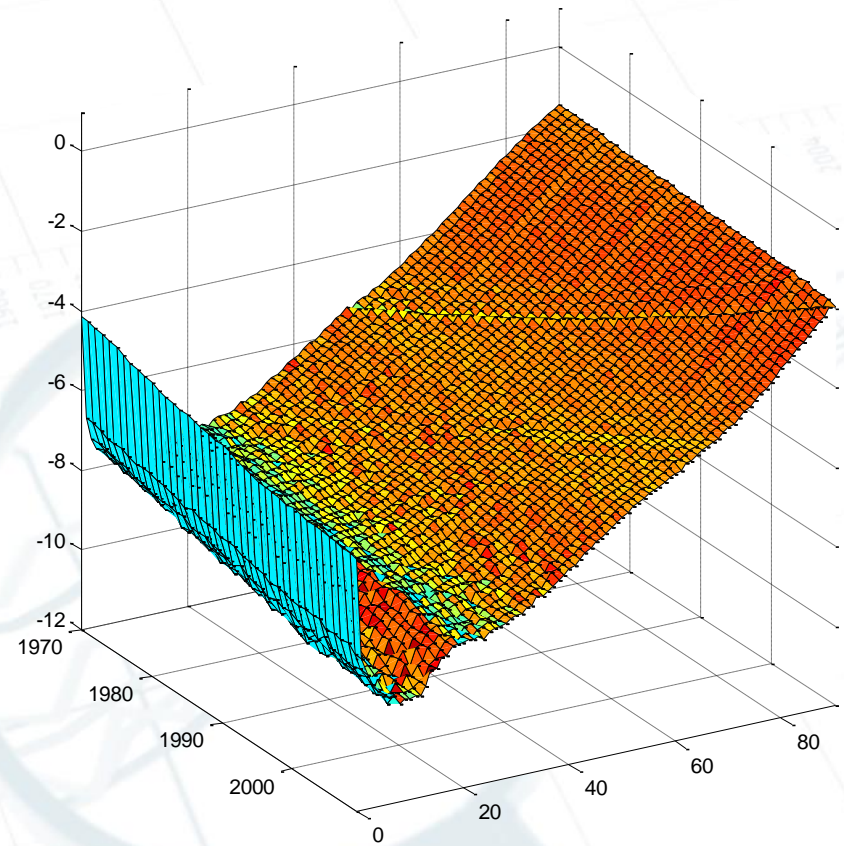
- Prognose gebruikt informatie uit andere maar vergelijkbare landen in poging om te vermijden dat
 - tijdelijke effecten (bv. roken) en
 - lokale effecten (bv. uitgaven zorg)

een grote rol spelen in de prognoses, zonder gebruik te maken van expert opinions

Ruwe Data (log death rates)



Nederland



Europa

Vrouwen, bron: HMDB + CBS

Stochastische verandering in de tijd

Bij modellering van zowel Europese sterfte als Nederlandse afwijking is er naast statische term A_x variatie in de tijd door:

- Gemiddelde verbetering per jaar over alle leeftijden
Voorbeeld: sterkere verbeteringen sinds 2001

K_t

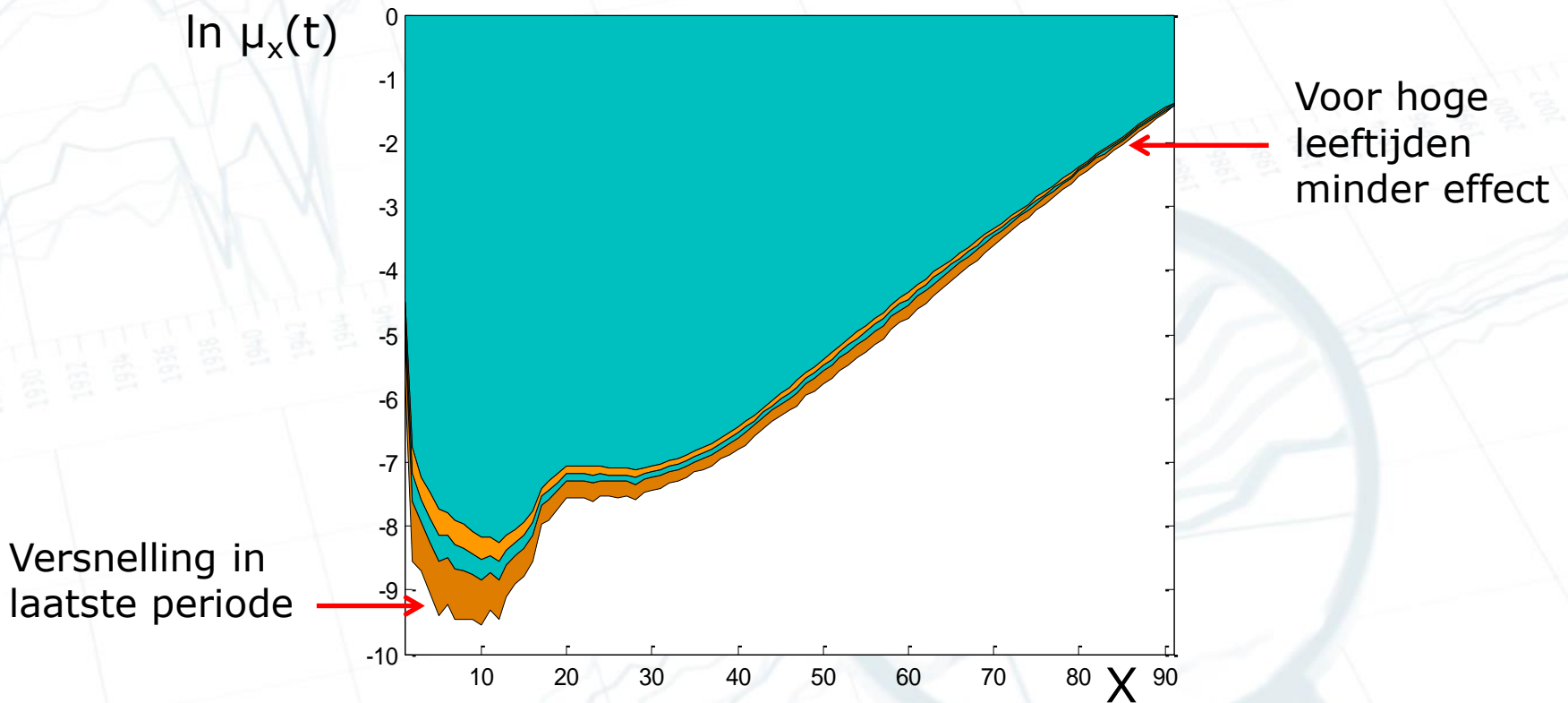


stochastisch

- Vermenigvuldigd met vaste leeftijdsspecifieke factor B_x
Voorbeeld: hoge leeftijden minder gevoelig dan lagere leeftijden voor veranderingen in sterftekansen

$$\ln \mu_x^{\text{EU}}(t) = A_x + B_x K_t$$

Verandering is leeftijdsafhankelijk



$$\ln \mu_x^{\text{EU}}(t) = A_x + B_x K_t$$

constant stochastisch

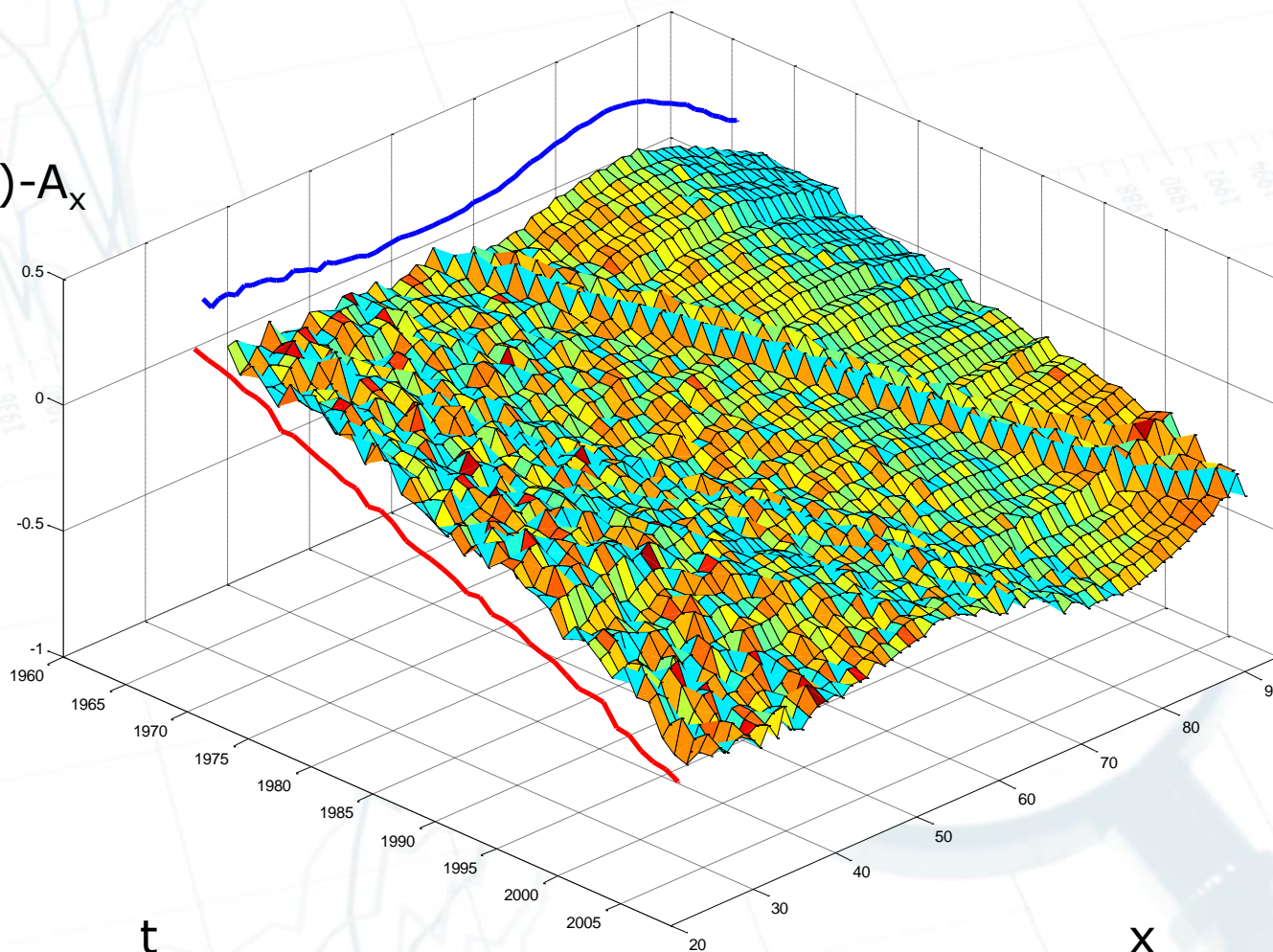
Prognosetafel AG2014

$$\ln \mu_x^{\text{EU}}(t) = A_x + B_x K_t$$

$$A_x + B_x K_t$$

Leeftijd & tijdseffect

$\ln \mu_x(t) - A_x$



$$\begin{aligned}\ln \mu_x(t) &= \ln \mu_x^{\text{EU}}(t) + \ln \mu_x^{\text{NL}}(t) \\ \ln \mu_x^{\text{EU}}(t) &= A_x + B_x K_t \\ \ln \mu_x^{\text{NL}}(t) &= \alpha_x + \beta_x \kappa_t\end{aligned}$$

Modelbeschrijving geeft dus voor zowel Europese landen als de Nederlandse afwijking:

- Leeftijdsafhankelijke parameters: A_x B_x α_x β_x die niet veranderen in de tijd en
- een stochastisch (simulatie-)model voor toekomstige waarden van K_t en κ_t
- die na combinatie de stochastische scenario's voor alle hazard rates genereren en dus alle sterftekansen
- elke nieuwe simulatie van K_t en κ_t geeft een nieuwe sterftetafel

$$K_{t+1} = K_t + \theta + \epsilon_{t+1}$$

$$\kappa_{t+1} = a \kappa_t + \delta_{t+1}$$

- Simulatieschema gebaseerd op i.i.d. normaal verdeelde stochastische variabelen (ϵ_t, δ_t) met verwachting $(0,0)$ en gegeven covariantiematrix C
- Benodigde parameters, naast die covariantiematrix C , zijn a , θ en startwaarden K_{2013} en κ_{2013}
- Wie alleen een enkele sterftetafel wil (i.e. een 'best estimate') kan de meest waarschijnlijke uitkomsten voor K_t en κ_t genereren door steeds $(\epsilon_t, \delta_t) = (0,0)$ te kiezen

De zo gegenereerde tafel is via de AG website te verkrijgen.

Daar staan ook alle benodigde parameters voor simulaties

Gebruik: Tafel

2013 2014 2015 2016 2017 2018

2064

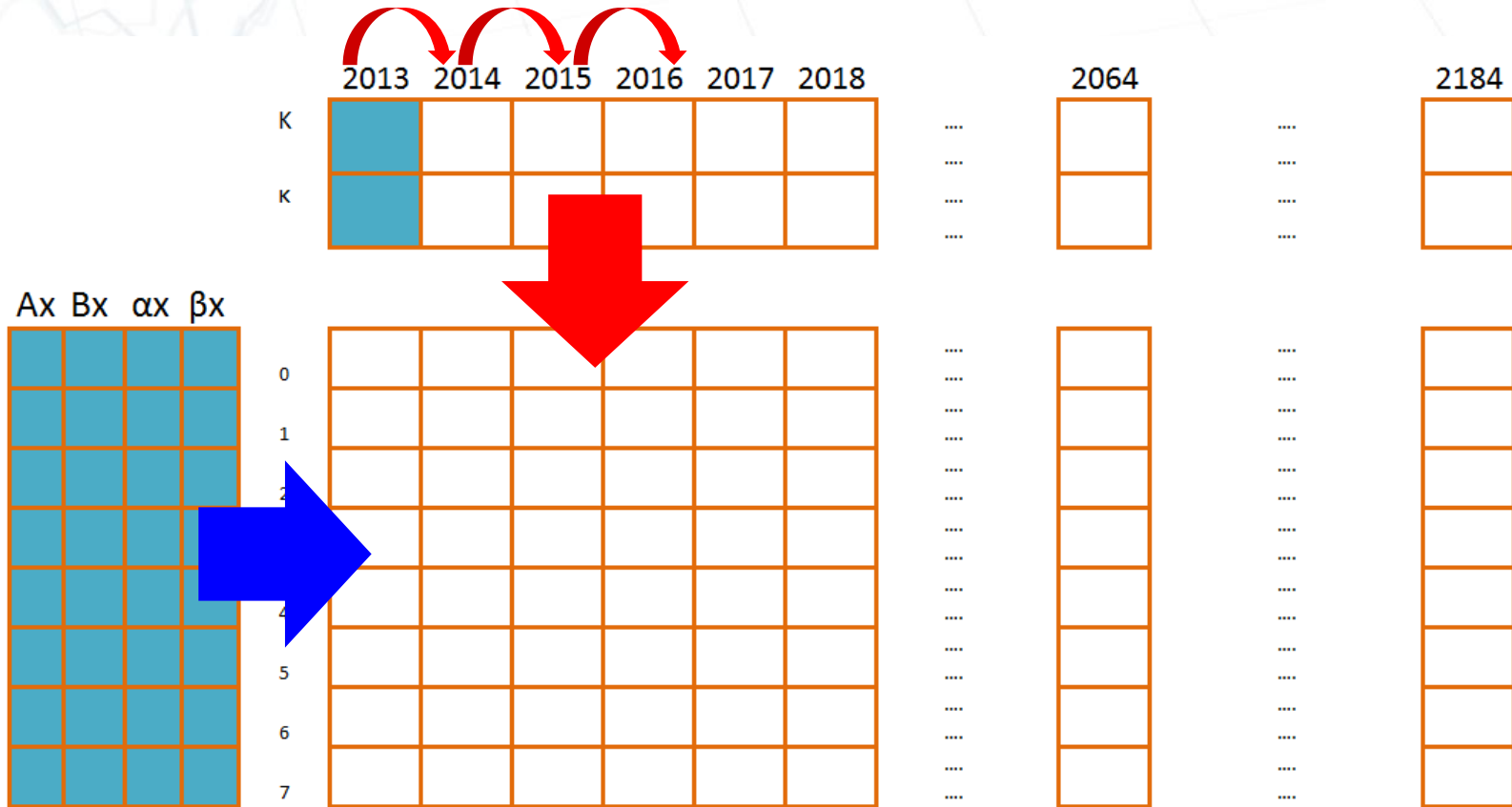
2184

0						....		....
1						....		....
2						....		....
3						....		....
4						....		....
5						....		....
6						....		....
7						....		....

Gebruik: Scenariogenerator

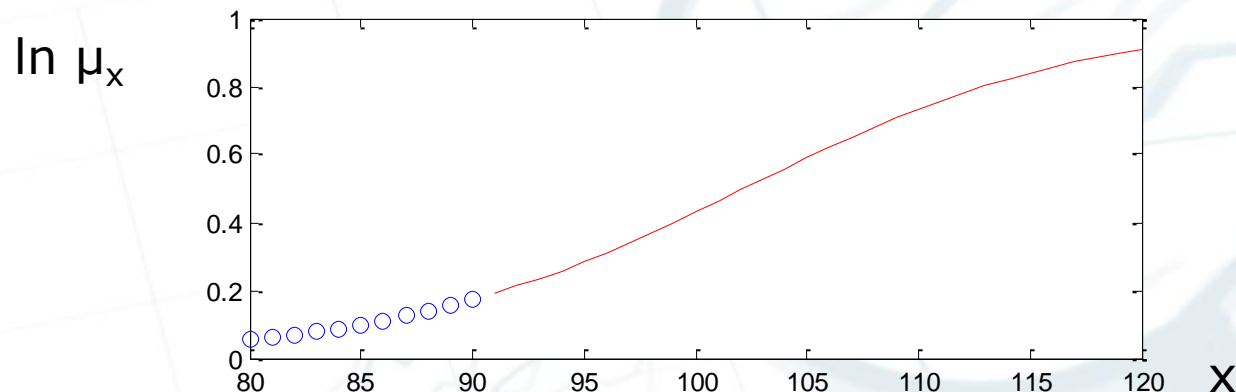
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	...	2064	...	2184
K							
k							
Ax							
Bx							
αx							
βx							
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Gebruik: Scenariogenerator



Gebruik: Sluiting

- Alle leeftijdsafhankelijke parameters worden gegeven tot leeftijd 90 dus de tafels stoppen ook bij die leeftijd
- Voor hazard rates bij leeftijden $x > 90$ wordt een inverse logistische weging genomen van hazard rates bij leeftijden $x = 80, 81, \dots, 90$ (**Kannistö sluiting**), zoals bij vorige tafel



- Sterftekansen voor $x > 120$ veronderstellen we gelijk aan die voor $x = 120$

Eigenschappen

- Prognose is **reproduceerbaar**:

best estimate tafel wordt apart op AG website aangeleverd maar kan ook uit de daar gepubliceerde parameters gereconstrueerd worden

- Prognose is **tijdsconsistent**:

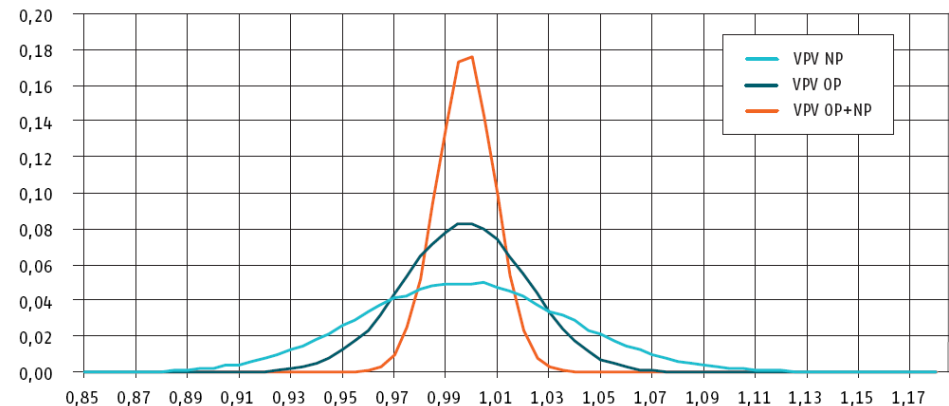
wanneer nieuwe sterftedata precies overeenkomen met de best estimate waarden van een eerdere prognose dan zullen de modelparameters na herschatting niet veranderen

Gebruik: prognoseperiode

- Voor de bepaling van **periodelevensverwachtingen** tot en met een zeker jaar T heeft men enkel de sterftekansen tot en met jaar T nodig
- Voor de bepaling van **cohortlevensverwachtingen** tot en met een zeker jaar T zijn sterftekansen nodig tot en met het jaar waarin iemand die in jaar T geboren wordt zeker overleden is, zeg T+120 jaar
- Men moet daarvoor dus langer door simuleren

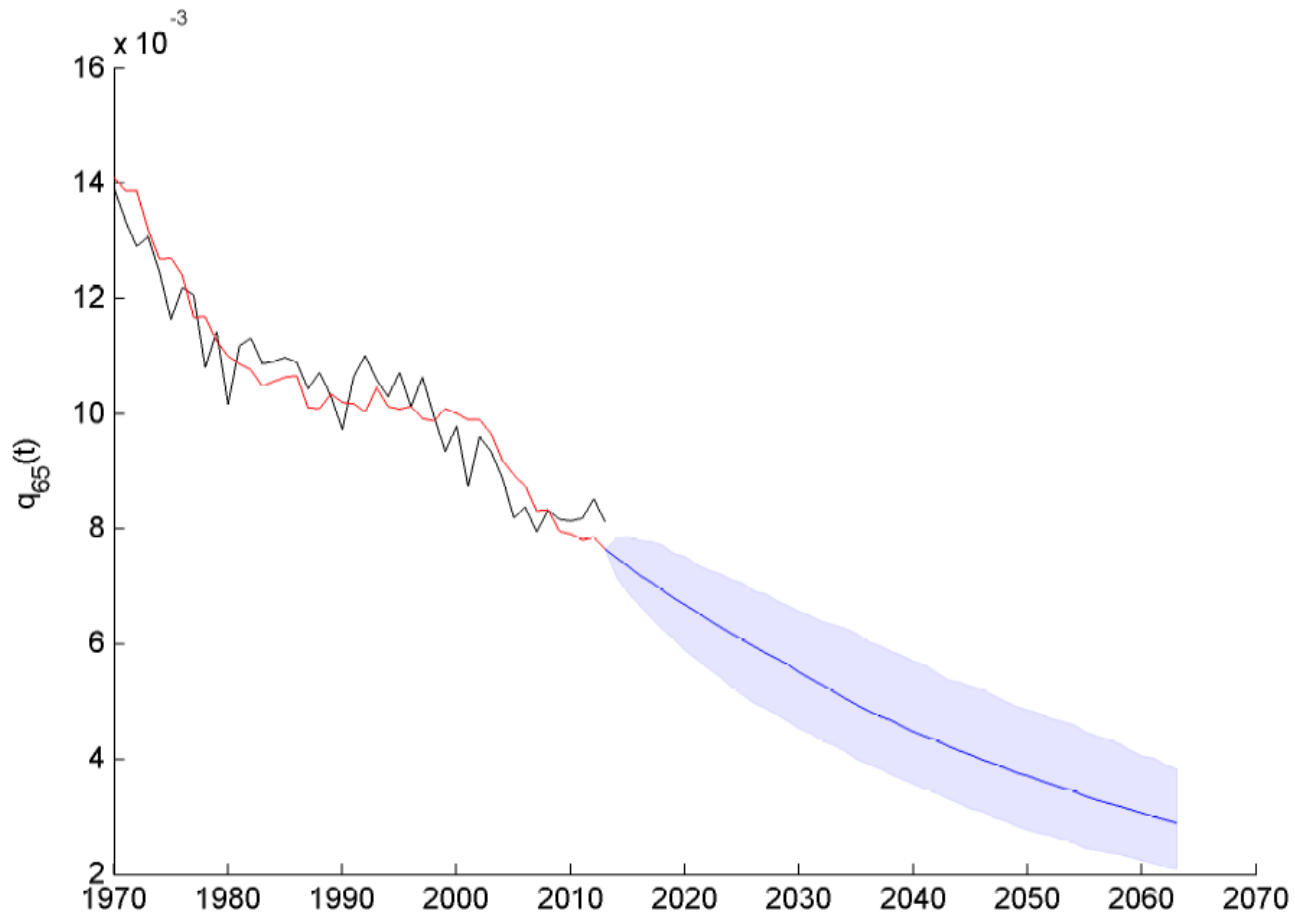
Gebruik: interpretatie

- Prognosetafel is een best estimate met de interpretatie van “meest waarschijnlijke uitkomst”
- Dat is iets anders dan het gemiddelde of de mediaan, hoewel die bij door de CSO bekeken producten en portefeuilles zeer weinig afwijken
- Simulatie van de hele verdeling met behulp van het genoemde simulatieschema stelt gebruiker in staat kwantielen, gemiddelde, variantie e.d. te bepalen



Grafiek 13 Verdeling van de uitkomsten van de simulatie van de VPV en ten opzichte van de best estimate

Voorbeeld: sterftekans vrouwen, 65 jaar



$$\ln \mu_x^{\text{EU}}(t) = A_x + B_x K_t$$

Kalibratiemethode – Europese trend

- Sterftedata en exposures voor Europese landen zijn opgenomen in de **Human Mortality Database**
- Deze data zijn beschikbaar voor leeftijden 0 t/m 90 en jaren 1970 t/m 2009
- Onzekerheid in totaal aantal overledenen in Europa gemodelleerd met Poissonverdeling
- Parameters gezamenlijke trend worden gevonden door middel van maximalisatie likelihood-functie voor deze Poissonverdeling

Kalibratiemethode – Europese trend

- Sterftedata en exposures voor Nederland over de periode 2010 t/m 2013 zijn via de Statline database van CBS beschikbaar
 - CBS data dient geconverteerd te worden naar HMDB conventies, zoals vastgelegd in protocol van HMDB
- Voor veel Europese landen zijn deze data niet beschikbaar
- Aanname: K_t wordt lineair geëxtrapoleerd voor jaren 2010 t/m 2013
- Valide aanname onder lineair geobserveerde trend K_t in historische data



$$\ln \mu_x^{\text{NL}}(t) = \alpha_x + \beta_x \kappa_t$$

Kalibratiemethode – NL afwijking

- Na extrapolatie zijn Europese hazard rates beschikbaar voor jaren tot en met 2013
- Hieruit kan in combinatie met Nederlandse sterftedata tot en met jaar 2013 de Nederlandse afwijking van de Europese trend worden gemodelleerd
- Onzekerheid in aantal overleden in Nederland *gegeven de sterfte voor de Europese trend* wordt ook gemodelleerd met Poissonverdeling
- Parameters Nederlandse afwijking van Europese trend kunnen hierdoor ook worden gevonden door middel van maximalisatie van de likelihood-functie voor deze Poissonverdeling

Alternatieve onderzochte modellen

- Uitgangspunt sterfteonderzoek AG2014 is Lee-Li multi-populatie model
- Model bestaat uit **gezamenlijke trend** in combinatie met Nederland specifieke afwijking
- Nederland specifieke afwijking wordt geschat door middel van Lee-Carter model

$$\ln \mu_x^{\text{NL}}(t) = \alpha_x + \beta_x \kappa_t$$

- Voor de Nederland specifieke afwijking zijn diverse andere modellen mogelijk (en onderzocht)

Selectiecriteria

- Diverse alternatieve modellen zijn gebouwd en geanalyseerd aan de hand van geschikte **selectiecriteria**
- Een aantal voorbeelden van gehanteerde criteria:
 - Goodness-of-fit (in-sample)
 - Backtest (out-of-sample fit)
 - Visuele inspectie verloop sterftekansen
 - Tijdsconsistentie
 - Robuustheid
 - *Gevoeligheid t.a.v. kalibratieperiode*
 - Biologische geloofwaardigheid prognose

Age-group model

1. Modellen waarvoor per leeftijdsgroep een aparte κ_t wordt geschat

$$\ln \mu_x^{NL}(t) = \alpha_x + \beta_x \kappa_{X,t}$$

- Voorbeeld:
 X is een element uit een partitie in 10-jaars leeftijdsbuckets $[0,10), [10,19), \dots, [80,89)$
- Voordeel: dynamiek tussen leeftijdsgroepen in model
- Nadelen: veel parameters die geschat moeten worden, ad-hoc keuze partitie, mogelijk inconsistenties tussen leeftijdsgroepen

Modellen met cohort effect

2. Modellen waarvoor tevens een cohort effect (effect per geboortjaar $t - x$) wordt geschat

- Curie model (Age-Period-Cohort model)

$$\ln \mu_x^{\text{NL}}(t) = \alpha_x + \frac{1}{n_{\text{age}}} \kappa_t + \frac{1}{n_{\text{age}}} \gamma_{t-x}$$

- Plat model

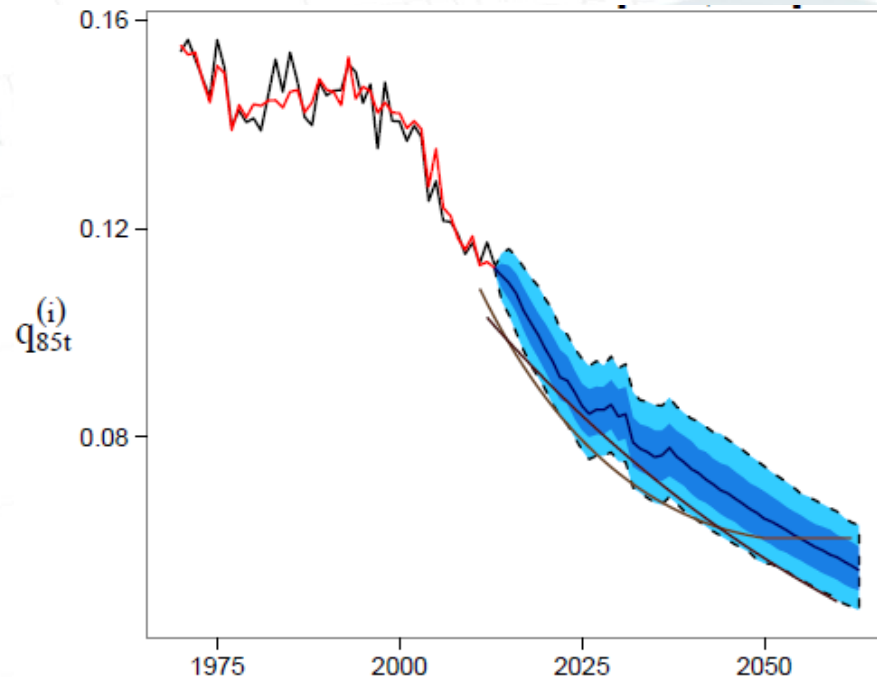
$$\ln \mu_x^{\text{NL}}(t) = \alpha_x + \kappa_t^{(1)} + (\bar{x} - x) \kappa_t^{(2)} + (\bar{x} - x)^+ \kappa_t^{(3)} + \gamma_{t-x}$$

- O'Hare-Li model

$$\ln \mu_x^{\text{NL}}(t) = \alpha_x + \kappa_t^{(1)} + (\bar{x} - x) \kappa_t^{(2)} + ((\bar{x} - x)^+ + [(\bar{x} - x)^+]^2) \kappa_t^{(3)} + \gamma_{t-x}$$

Modellen met cohort effect

- Voordelen (Plat / O'Hare-Li): goede fit op historische data
- Nadelen (onder andere): grillig verloop sterftekansen voor hoge leeftijden vanwege hoge volatiliteit in tijdsreeksen



MOGELIJKHEID TOT STELLEN VAN VRAGEN

