



Extension, Compression, and Beyond

Ein Verfahren zur eindeutigen Klassifizierung von Sterblichkeitsentwicklungen

- 1. Juli 2015
- Martin Genz
- In Zusammenarbeit mit Matthias Börger und Jochen Ruß
- Institut für Finanz- und Aktuarwissenschaften und Universität Ulm



Agenda

Motivation

Bisherige Ansätze zur Klassifizierung von Sterblichkeitsentwicklungen

Ansätze und Schwachstellen

Ein neues Klassifizierungsverfahren

Anforderungen und grundsätzliche Überlegungen

Details

Anwendung

Zusammenfassung

Agenda

Motivation

Bisherige Ansätze zur Klassifizierung von Sterblichkeitsentwicklungen

Ansätze und Schwachstellen

Ein neues Klassifizierungsverfahren

Anforderungen und grundsätzliche Überlegungen

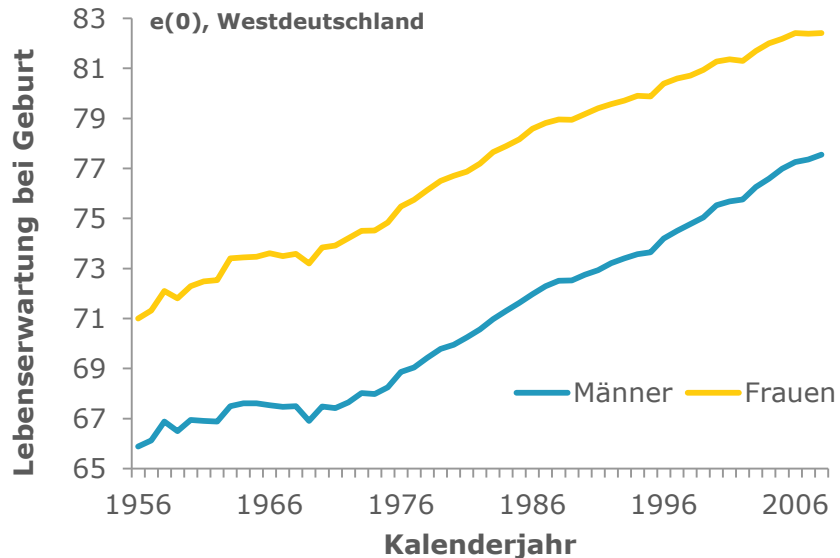
Details

Anwendung

Zusammenfassung

Motivation (1)

- **Fakt ist:** Die Lebenserwartung in industrialisierten Ländern steigt:



Ursachen:

- Der Lebensstandard der Menschen wächst.
- Medizinischer Fortschritt
- Bessere Pflege von Alten und Kranken
- Weitere potentielle Gründe?

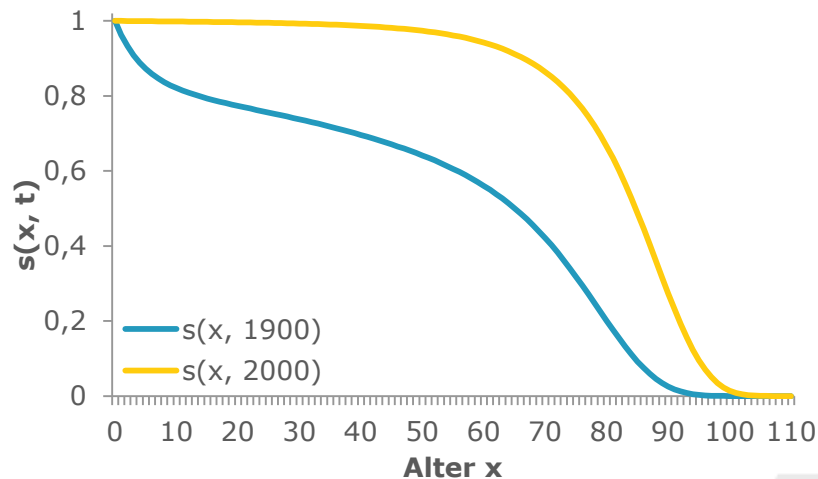
- Die steigende Lebenserwartung ist ein Symptom der sich **verändernden Sterblichkeitsstruktur**.
- Diese Veränderung hat noch viele weitere Symptome, z.B.
 - Zunahme der Anzahl der über 100-jährigen
 - Zunahme der Restlebenserwartung von z.B. 65-jährigen bei Renteneintritt
 - ...
- **Grundlegende Frage:**
Wie verändert sich die Sterblichkeitsstruktur?

Motivation (2)

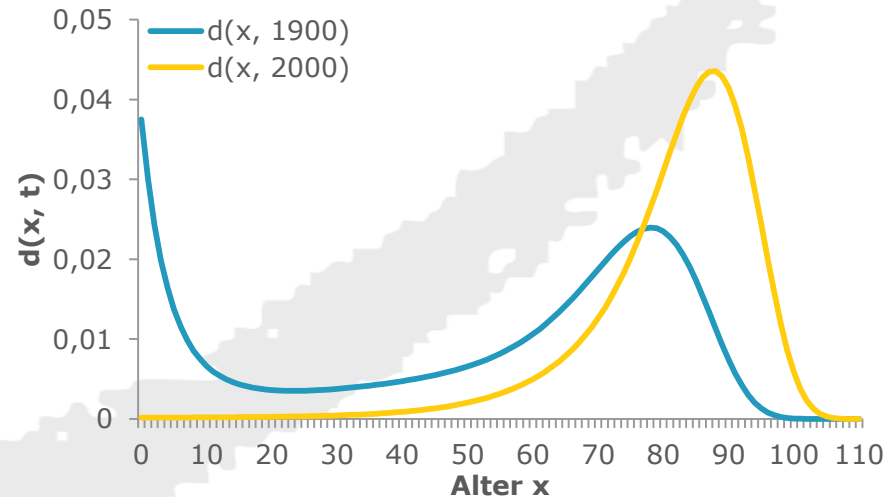
Die Lebenserwartung steigt – was bedeutet das?

- Die Sterblichkeitsstruktur wird durch die **Erlebens- und Sterblichkeitskurve** beschrieben.
- Ein Beispiel: Sterblichkeitsentwicklung für Schwedische Frauen zwischen 1900 und 2000

**Erlebenskurve schwedischer Frauen
1900 und 2000**



**Sterblichkeitskurve Schwedischer Frauen
1900 und 2000**



- **Konkrete Fragestellung:** Wie verändert sich die Form dieser Kurven?

Agenda

Motivation

Bisherige Ansätze zur Klassifizierung von Sterblichkeitsentwicklungen

Ansätze und Schwachstellen

Ein neues Klassifizierungsverfahren

Anforderungen und grundsätzliche Überlegungen

Details

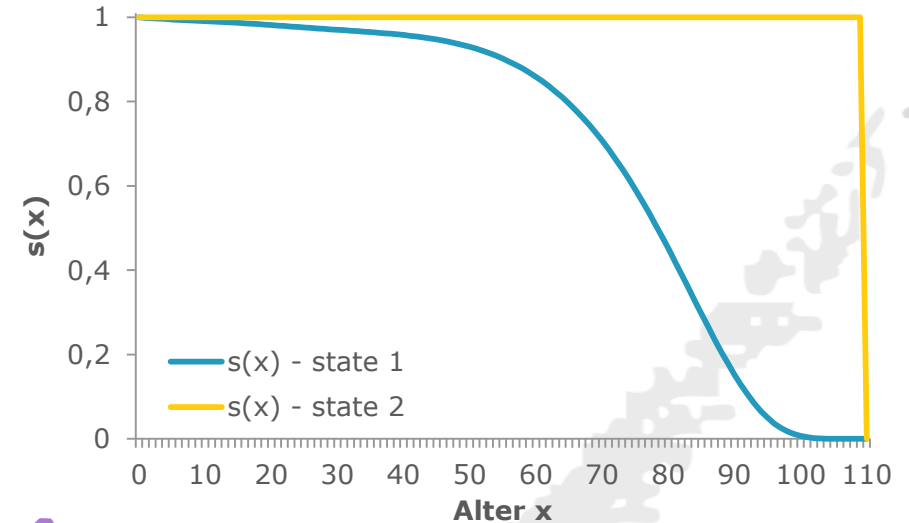
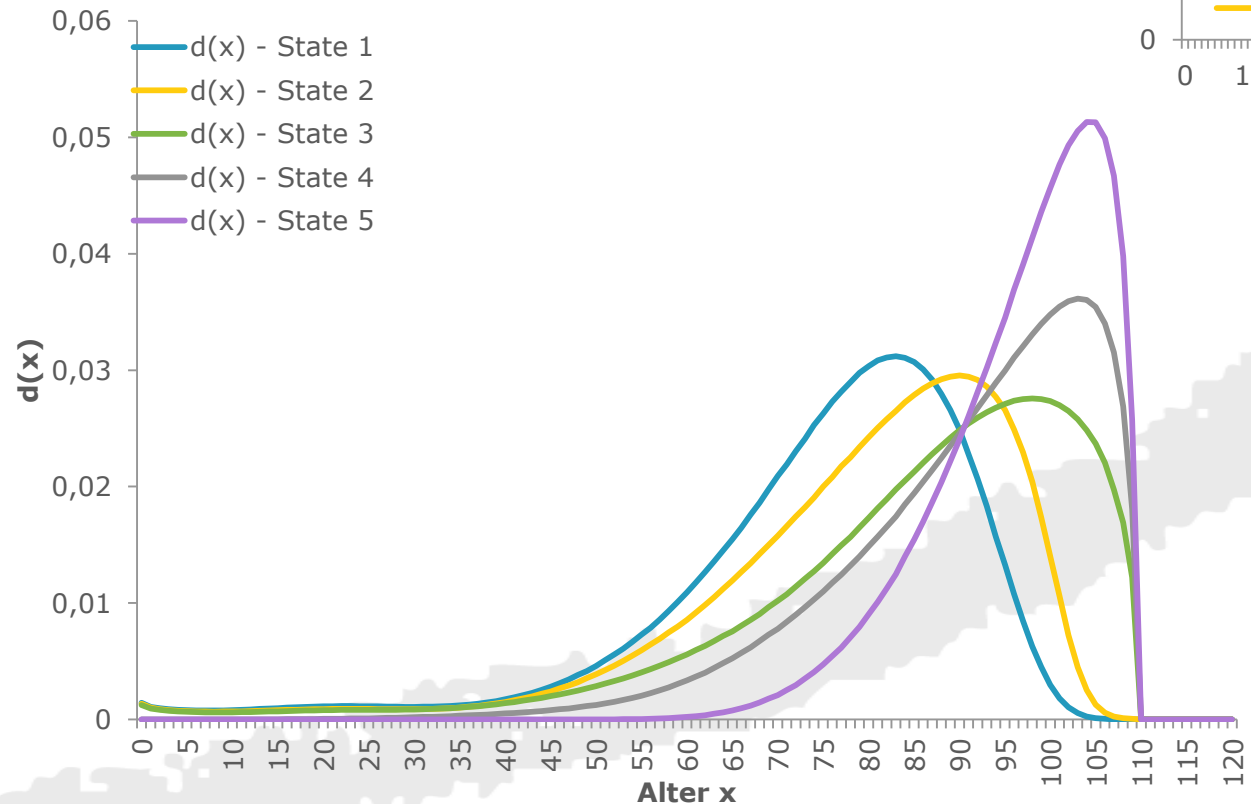
Anwendung

Zusammenfassung

Klassifizierungsverfahren und deren Schwachstellen (1)

Ungenau Definition der Szenarien

- Oft werden Szenarien **nicht eindeutig definiert**.
- Beispiel: **Rectangularization** → Erlebenskurve wird „immer rechteckiger“

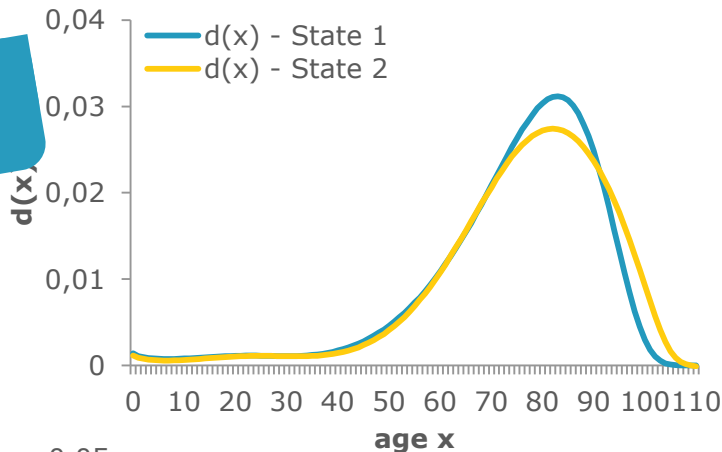


Klassifizierungsverfahren und deren Schwachstellen (2)

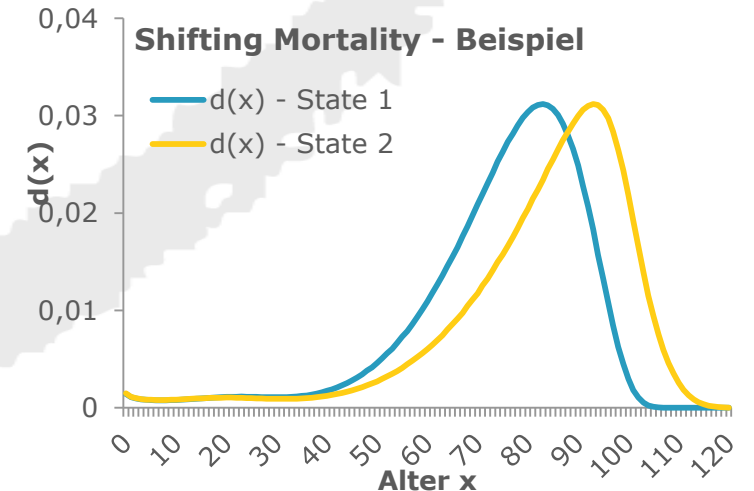
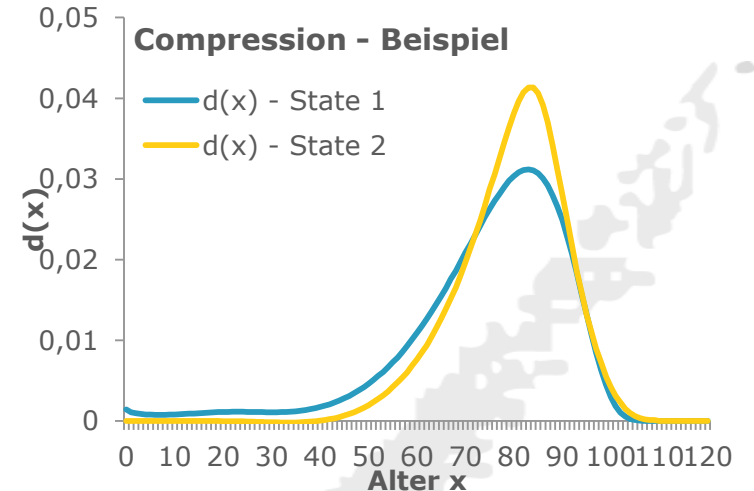
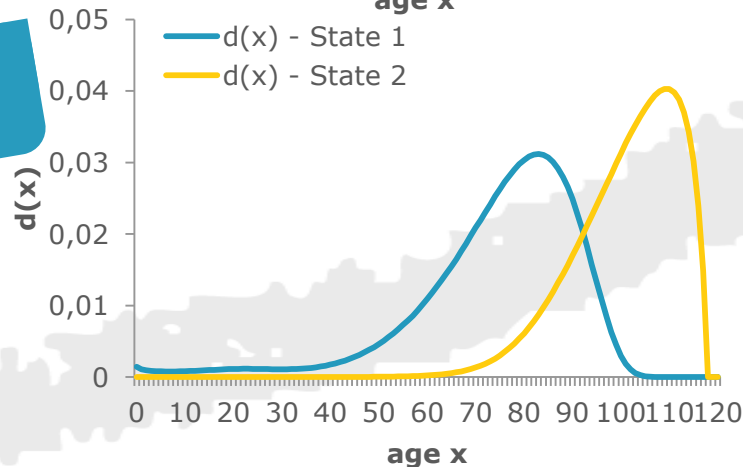
Exklusivität von Szenarien

- Manchmal werden **verschiedene Szenarien als gegensätzlich betrachtet**.
- Beispiel: **Compression** und **Shifting Mortality**

weder noch



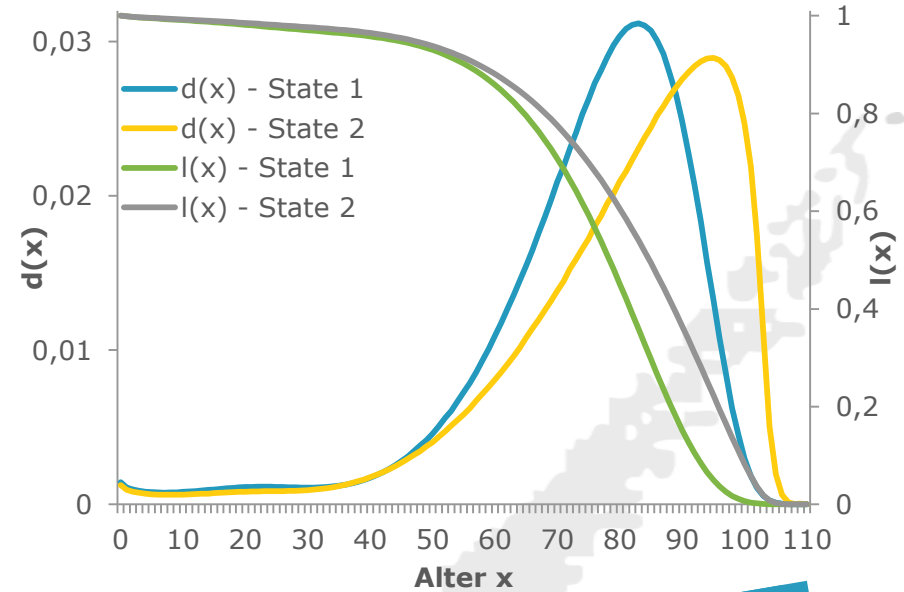
sowohl als auch



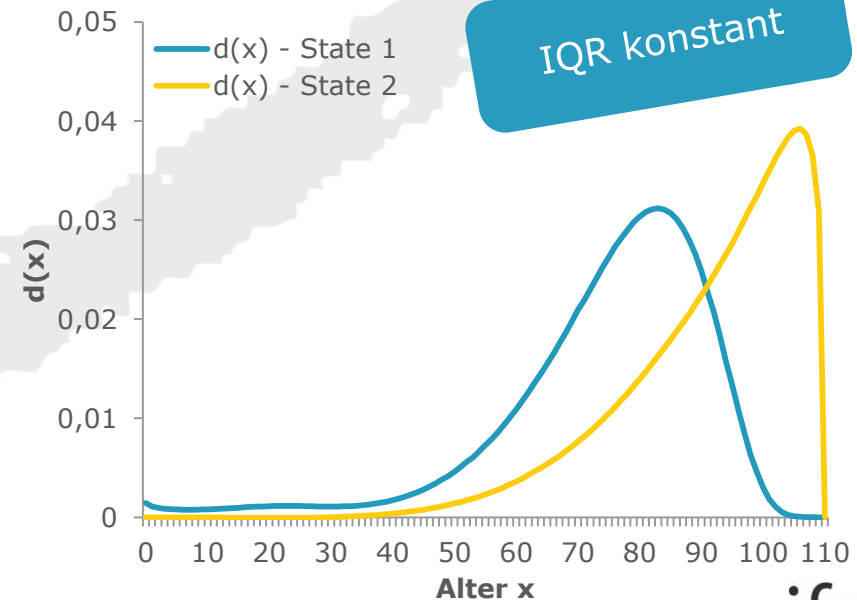
Klassifizierungsverfahren und deren Schwachstellen (3)

Statistiken

- Es werden oft **irreführende oder unzulängliche Statistiken** betrachtet.
- Beispiel 1: **M steigt, SD(M+) sinkt** → Rectangularization (?)



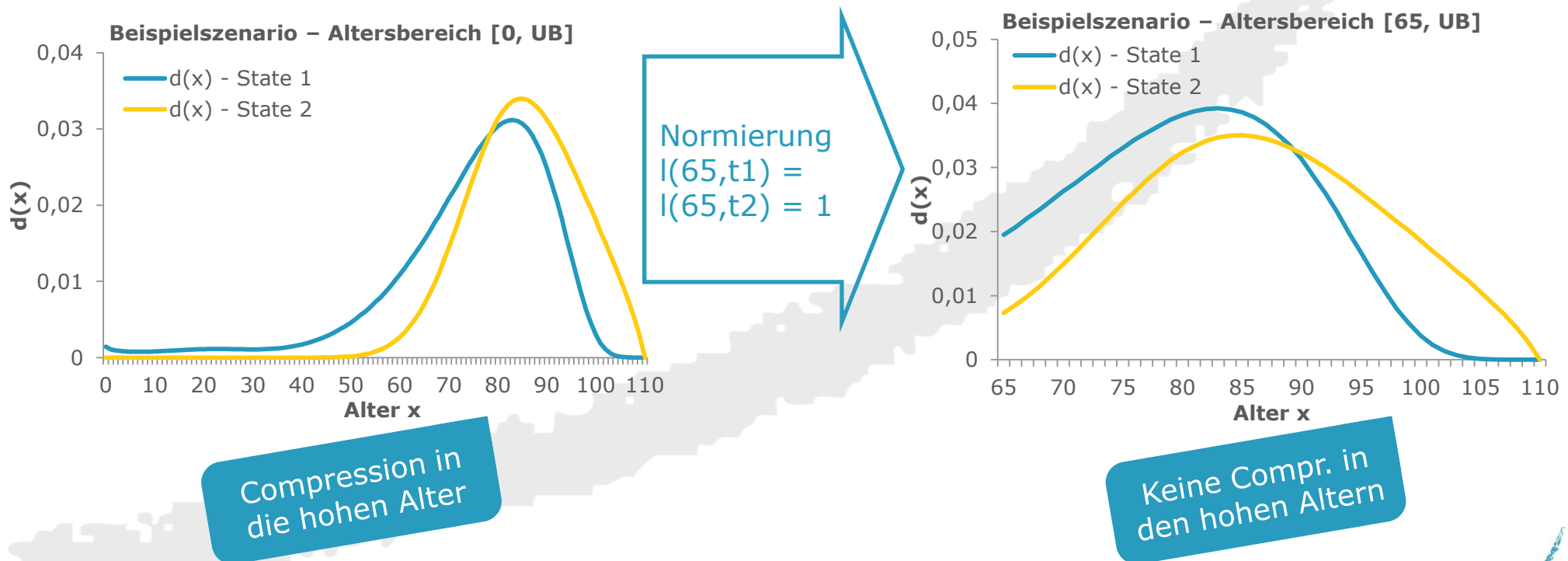
- Beispiel 2: Compression kann durch **IQR** gemessen werden (?)



Klassifizierungsverfahren und deren Schwachstellen (4)

Die Wahl des Altersbereiches

- In **verschiedenen Altersbereichen** können **verschiedene Szenarien** vorliegen
- Der Altersbereich sollte passend zur Fragestellung gewählt werden.
- Beispiel:



Agenda

Motivation

Bisherige Ansätze zur Klassifizierung von Sterblichkeitsentwicklungen

Ansätze und Schwachstellen

Ein neues Klassifizierungsverfahren

Anforderungen und grundsätzliche Überlegungen

Details

Anwendung

Zusammenfassung

Ein neues Klassifizierungsverfahren (1)

Anforderungen und grundsätzliche Überlegungen

Ausgehend von den Problemen der bisherigen Ansätze, stellen wir Anforderungen an ein geeignetes Verfahren zur eindeutigen Klassifizierung von Sterblichkeitsentwicklungen:

Ein Klassifizierungsverfahren sollte...

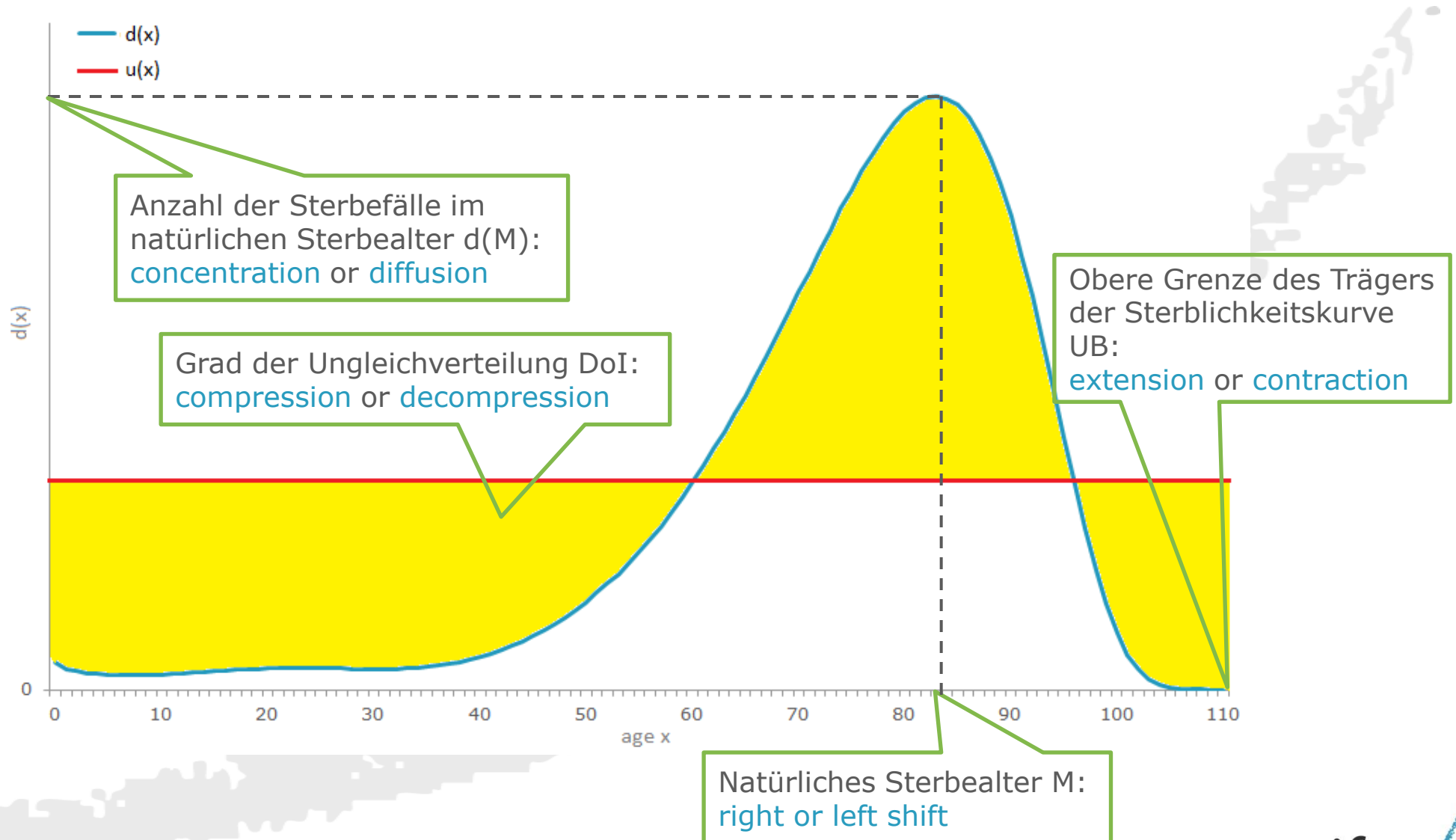
- alle tatsächlichen und theoretisch möglichen Sterblichkeitsentwicklungen erfassen können,
- die Koexistenz verschiedener Szenarien („mixed scenarios“) zulassen,
- auf verschiedene Altersbereiche anwendbar sein,
- auf „einfachen“ und intuitiv interpretierbaren Statistiken aufbauen und
- bei Bedarf erweiterbar sein.

Unser Ansatz:

- Wir verwenden die **Sterblichkeitskurve als Basis** für unser Verfahren.
- Wir messen **vier zentrale Eigenschaften** der Sterblichkeitskurve, um Entwicklungen der Sterblichkeitsstruktur eindeutig zu klassifizieren.

Ein neues Klassifizierungsverfahren (2)

Details



Ein neues Klassifizierungsverfahren (3)

Details

Damit ist jedes Szenario durch einen **4-dimensionalen Vektor** definiert, bei dem jede Komponente drei Ausprägungen haben kann:

	Komponente	mögliche Ausprägungen
Position der Sterblichkeitskurve	M	right shift / neutral / left shift
	UB	extension / neutral / contraction
Form der Sterblichkeitskurve	DoI	compression / neutral / decompression
	d(M)	concentration / neutral / diffusion

- Es gibt damit $3^4=81$ Szenarien (manche davon sind in der Praxis ggf. nicht relevant).
- Damit **erfüllen wir die Anforderungen**:
 - Jede Sterblichkeitsentwicklung kann eindeutig klassifiziert werden.
 - Es sind reine Szenarien und Mischszenarien enthalten.
 - Das Verfahren ist auf eingeschränkte Altersbereiche anwendbar (bedingte Verteilung).
 - Wir verwenden einfache, leicht interpretierbare Statistiken.
 - Das Verfahren kann um zusätzliche Komponenten erweitert werden.

Ein neues Klassifizierungsverfahren (4)

Details – Schätzung der Komponenten

- M und $d(M)$ können direkt abgelesen werden, sofern die Sterblichkeitskurve hinreichend glatt ist.
- Es ist nicht klar, wie UB bestimmt werden kann:
 - Direktes Ablesen ist keine Option → wir brauchen einen Schätzer.
 - Verschiedene Ansätze aus der Literatur (Verweise siehe Paper):
 - $UB = M + k * SD(M+)$
 - UB durch Sterblichkeitsmodelle bestimmen
 - $UB = \text{hohes Quantil (+ LE)}$
 - Weitere Ansätze?
- Bestimmung von DoI:
 - Bestimme „gleichverteilte Sterblichkeitskurve“ auf dem Intervall [Startalter, UB]
 - DoI kann als Differenz zwischen der beobachteten Sterblichkeitskurve und dieser Gleichverteilung auf [Startalter, UB] bestimmt werden.

Ein neues Klassifizierungsverfahren (5)

Anwendung: Die Sterblichkeitsentwicklung schwedischer Frauen

Beispiel

Altersbereich [10,UB]:

Scenario Component	Statistic Used	1860s	1870s	1880s	1890s	1900s	1910s	1920s	1930s	1940s	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s
1	M	right-shift			neutral				right-shift							
2	UB	extension					neutral		extension							
3	Dol	neutral			compression					neutral	compression					
4	d(M)	neutral	concentration							neutral	concentration					

- Die Komponenten entwickeln sich unabhängig voneinander (→ keine redundante Information).
- Wir beobachten Mischszenarien (eher die Regel als die Ausnahme).

Altersbereich [60,UB]:

Scenario Component	Statistic Used	1860s	1870s	1880s	1890s	1900s	1910s	1920s	1930s	1940s	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s
1	M	right-shift			neutral				right-shift							
2	UB	extension					neutral		extension							
3	Dol	decompression			compression											
4	d(M)	neutral			concentration				diffusion	concentration						

- Wir beobachten verschiedene Szenarien für verschiedene Altersbereiche (die Wahl des Altersbereiches ist entscheidend).

Zusammenfassung

In unserem Paper werden

- **Schwachstellen bisheriger Verfahren** zur Klassifizierung von Sterblichkeitsentwicklungen erläutert,
- **Anforderungen** an ein neues Klassifizierungsverfahren abgeleitet,
- **vier zentrale Eigenschaften** der Sterblichkeitskurve verwendet, um
- ein **neues Klassifizierungsverfahren** zu entwickeln, das
 - jeder Sterblichkeitsentwicklung 4 **klare und intuitiv interpretierbare Eigenschaften** zuweist,
 - eine **eindeutige Klassifizierung** aller Sterblichkeitsentwicklungen ermöglicht,
 - **Mischszenarien** zulässt,
 - auf **verschiedene Altersbereiche** anwendbar ist,

Das Verfahren wird dann **auf konkrete Daten angewandt**.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie Fragen oder Anmerkungen?

Martin Genz (M.Sc.)

+49 (731) 20 644-264

m.genz@ifa-ulm.de

