

# Exzessmortalität bei Personen mit Typ 2 Diabetes in Deutschland im Jahr 2012



Thaddäus Tönnies, Annika Hoyer, Ralph Brinks

Institut für Biometrie und Epidemiologie  
Deutsches Diabetes Zentrum (DDZ)

# Mortalität bei Typ 2 Diabetes

- 138.000 Todesfälle pro Jahr durch Exzessmortalität bei Typ 2 Diabetes (Jacobs et al. 2017)

# Mortalität bei Typ 2 Diabetes

- 138.000 Todesfälle pro Jahr durch Exzessmortalität bei Typ 2 Diabetes (Jacobs et al. 2017)
- Anzahl Menschen mit Typ-2-Diabetes steigt bis 2040 auf bis zu zwölf Millionen (+77%) (Tönnies et al. 2019)

# Mortalität bei Typ 2 Diabetes

- 138.000 Todesfälle pro Jahr durch Exzessmortalität bei Typ 2 Diabetes (Jacobs et al. 2017)
- Anzahl Menschen mit Typ-2-Diabetes steigt bis 2040 auf bis zu zwölf Millionen (+77%) (Tönnies et al. 2019)
- Aus anderen Ländern ist bekannt, dass Exzessmortalität mit Alter sinkt

# Mortalität bei Typ 2 Diabetes

- 138.000 Todesfälle pro Jahr durch Exzessmortalität bei Typ 2 Diabetes (Jacobs et al. 2017)
- Anzahl Menschen mit Typ-2-Diabetes steigt bis 2040 auf bis zu zwölf Millionen (+77%) (Tönnies et al. 2019)
- Aus anderen Ländern ist bekannt, dass Exzessmortalität mit Alter sinkt
- Nur eine Studie aus Deutschland zur altersspezifischen Exzessmortalität (Röckl et al. 2017)

# Mortalität bei Typ 2 Diabetes

- 138.000 Todesfälle pro Jahr durch Exzessmortalität bei Typ 2 Diabetes (Jacobs et al. 2017)
- Anzahl Menschen mit Typ-2-Diabetes steigt bis 2040 auf bis zu zwölf Millionen (+77%) (Tönnies et al. 2019)
- Aus anderen Ländern ist bekannt, dass Exzessmortalität mit Alter sinkt
- Nur eine Studie aus Deutschland zur altersspezifischen Exzessmortalität (Röckl et al. 2017)
  - Mortalitäts-Follow-up des Bundesgesundheitssurveys 1998

# Mortalität bei Typ 2 Diabetes

- 138.000 Todesfälle pro Jahr durch Exzessmortalität bei Typ 2 Diabetes (Jacobs et al. 2017)
- Anzahl Menschen mit Typ-2-Diabetes steigt bis 2040 auf bis zu zwölf Millionen (+77%) (Tönnies et al. 2019)
- Aus anderen Ländern ist bekannt, dass Exzessmortalität mit Alter sinkt
- Nur eine Studie aus Deutschland zur altersspezifischen Exzessmortalität (Röckl et al. 2017)
  - Mortalitäts-Follow-up des Bundesgesundheitssurveys 1998
  - Relativ geringe Fallzahl

# Mortalität bei Typ 2 Diabetes

- 138.000 Todesfälle pro Jahr durch Exzessmortalität bei Typ 2 Diabetes (Jacobs et al. 2017)
- Anzahl Menschen mit Typ-2-Diabetes steigt bis 2040 auf bis zu zwölf Millionen (+77%) (Tönnies et al. 2019)
- Aus anderen Ländern ist bekannt, dass Exzessmortalität mit Alter sinkt
- Nur eine Studie aus Deutschland zur altersspezifischen Exzessmortalität (Röckl et al. 2017)
  - Mortalitäts-Follow-up des Bundesgesundheitssurveys 1998
  - Relativ geringe Fallzahl
  - Potentiell missklassifizierte Personenzahl und Todesfälle durch einmalige Erhebung des Diabetesstatus



# Alternative Datenquelle

# Alternative Datenquelle

- Routinedaten der GKV
  - Diabetes- und Überlebensstatus verfügbar

# Routinedaten im Gesundheitswesen

Handbuch Sekundärdatenanalyse:  
Grundlagen, Methoden und Perspektiven

2., vollständig überarbeitete Auflage

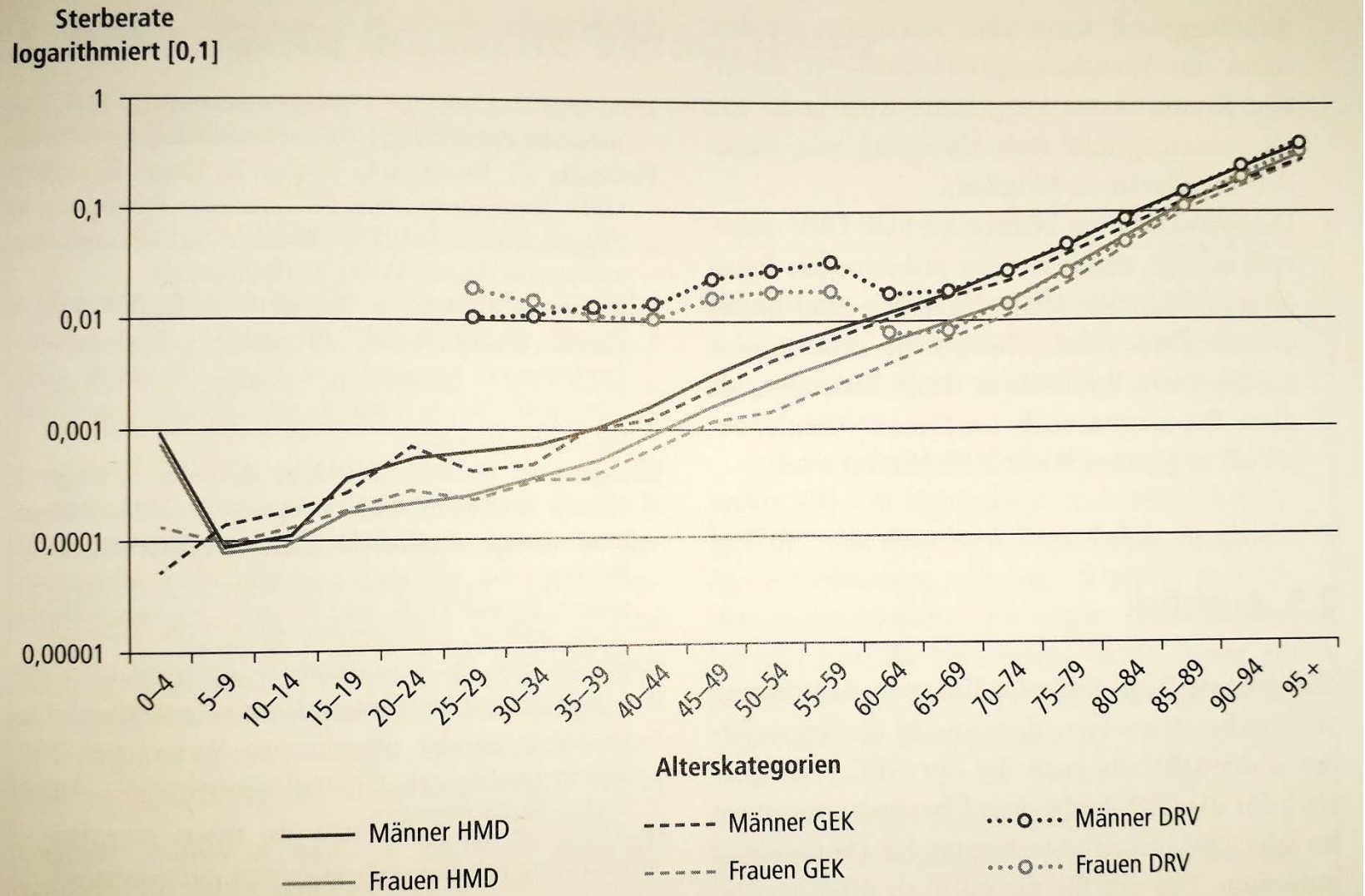
HUBER 

## Scholz et al. 2015: Analysen zur Sterblichkeit. Kapitel I.2

### er GKV

Scholz et al. 2015: Analysen zur Sterblichkeit. Kapitel I.2

Routinedaten



# Alternative Datenquelle

- Routinedaten der GKV
  - Diabetes- und Überlebensstatus verfügbar

# Alternative Datenquelle

- Routinedaten der GKV
  - Diabetes- und Überlebensstatus verfügbar
  - Fallzahlproblem behoben

# Alternative Datenquelle

- Routinedaten der GKV
  - Diabetes- und Überlebensstatus verfügbar
  - Fallzahlproblem behoben
- Repräsentative Schätzung erfordert Daten aller Krankenkassen

# Alternative Datenquelle

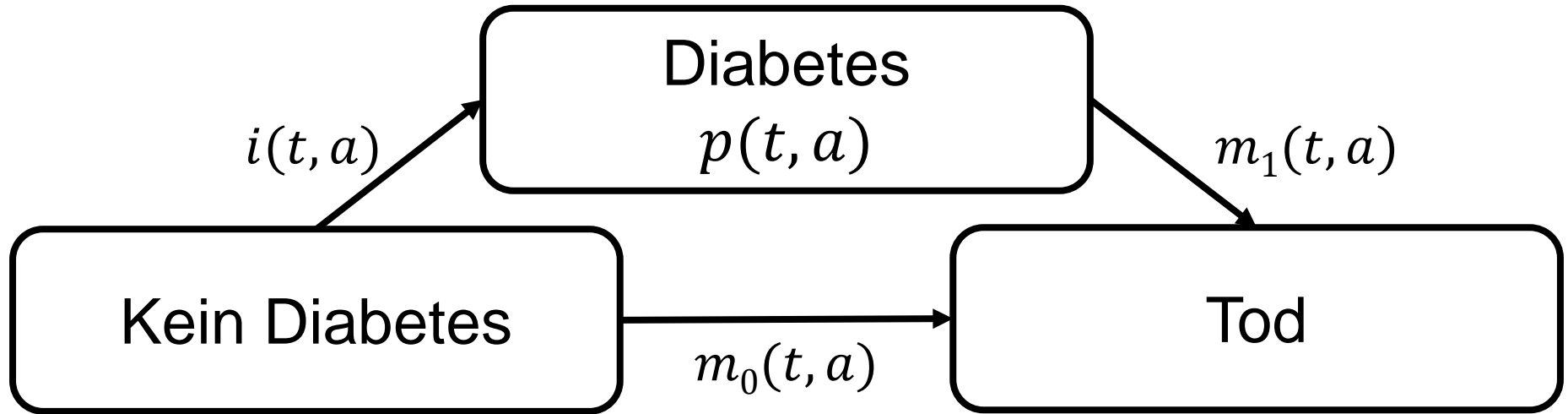
- Routinedaten der GKV
  - Diabetes- und Überlebensstatus verfügbar
  - Fallzahlproblem behoben
- Repräsentative Schätzung erfordert Daten aller Krankenkassen
- Individualdaten im Längsschnitt schwer zugänglich



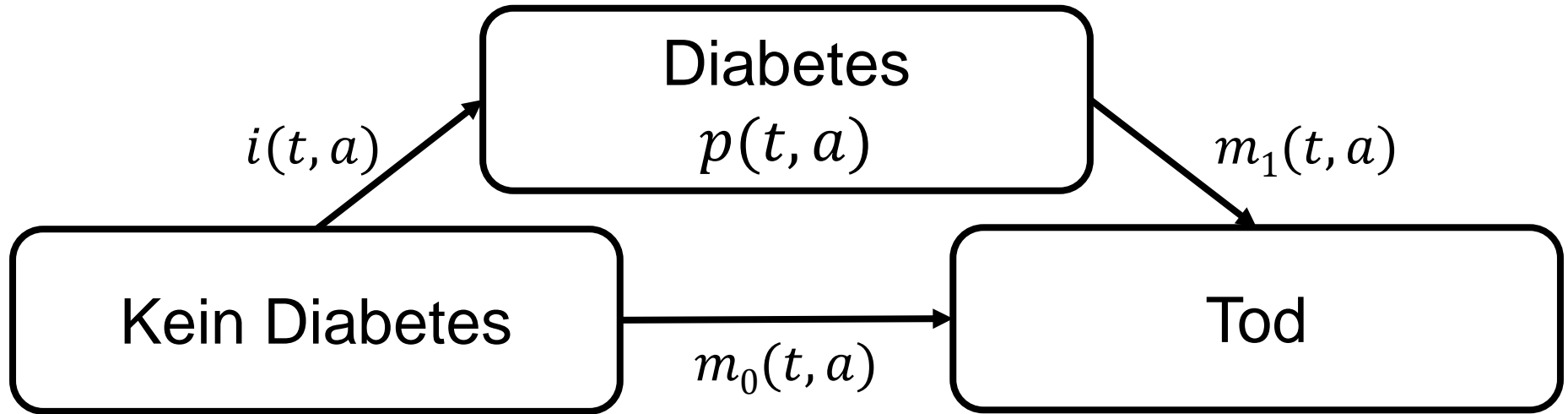
# Alternative Datenquelle

- Routinedaten der GKV
  - Diabetes- und Überlebensstatus verfügbar
  - Fallzahlproblem behoben
- Repräsentative Schätzung erfordert Daten aller Krankenkassen
- Individualdaten im Längsschnitt schwer zugänglich
- Lösung
  - Prävalenz und Inzidenz des Typ 2 Diabetes auf Basis von Routinedaten in Verbindung mit einem mathematischen Modell

# Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)

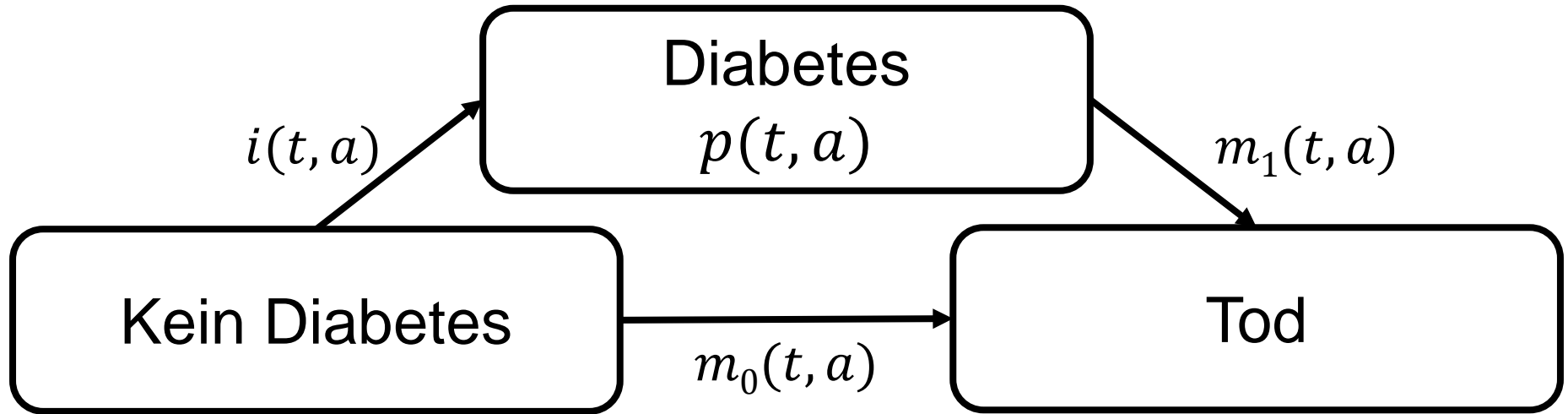


# Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



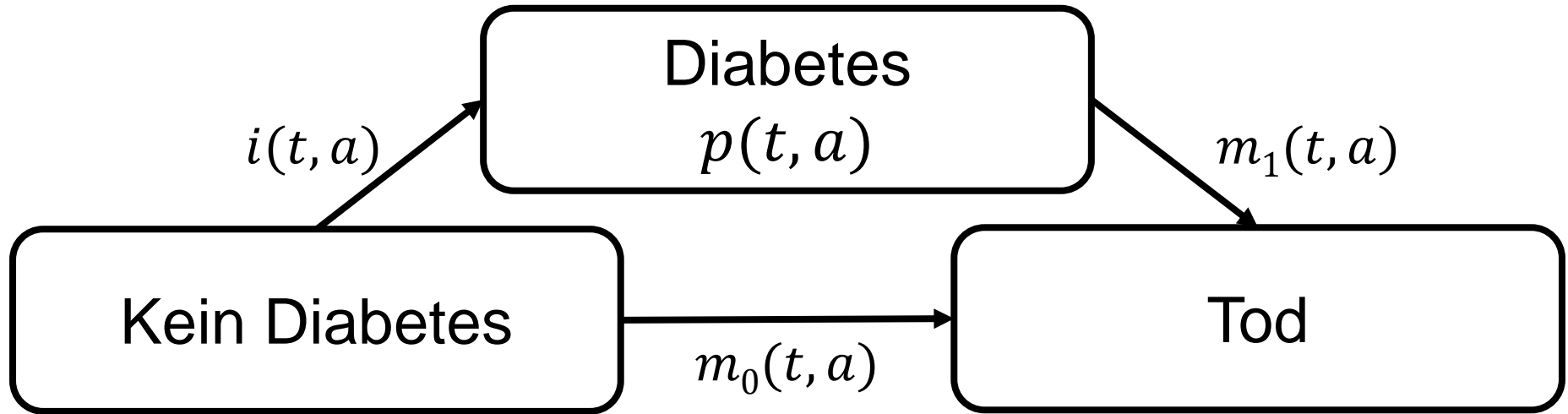
$i$  = Inzidenzrate

# Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



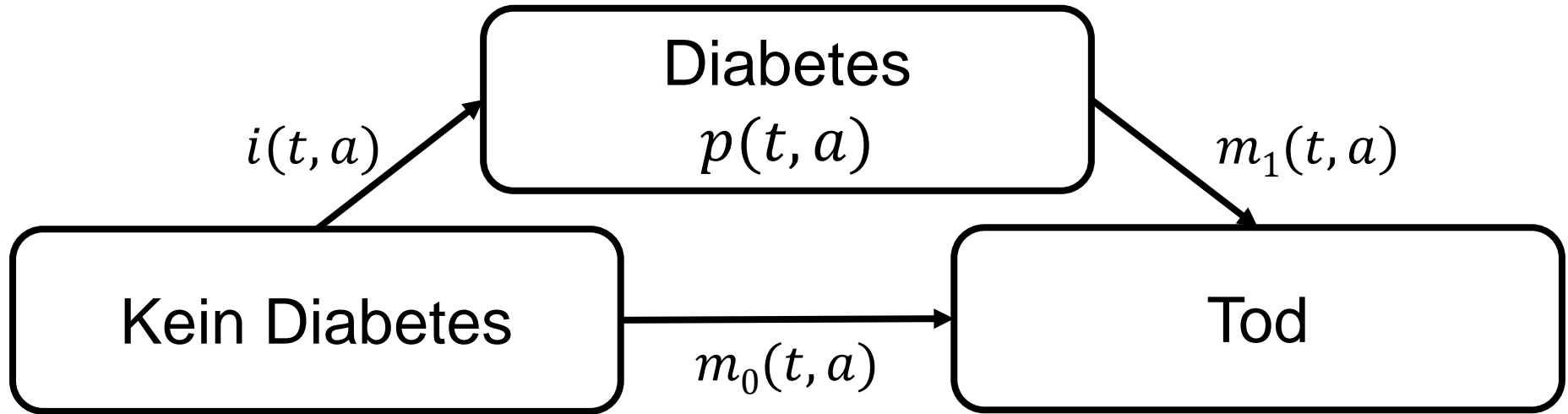
$i$  = Inzidenzrate  
 $t$  = Kalenderzeit (Periode)

# Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



- $i$  = Inzidenzrate
- $t$  = Kalenderzeit (Periode)
- $a$  = Alter

# Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



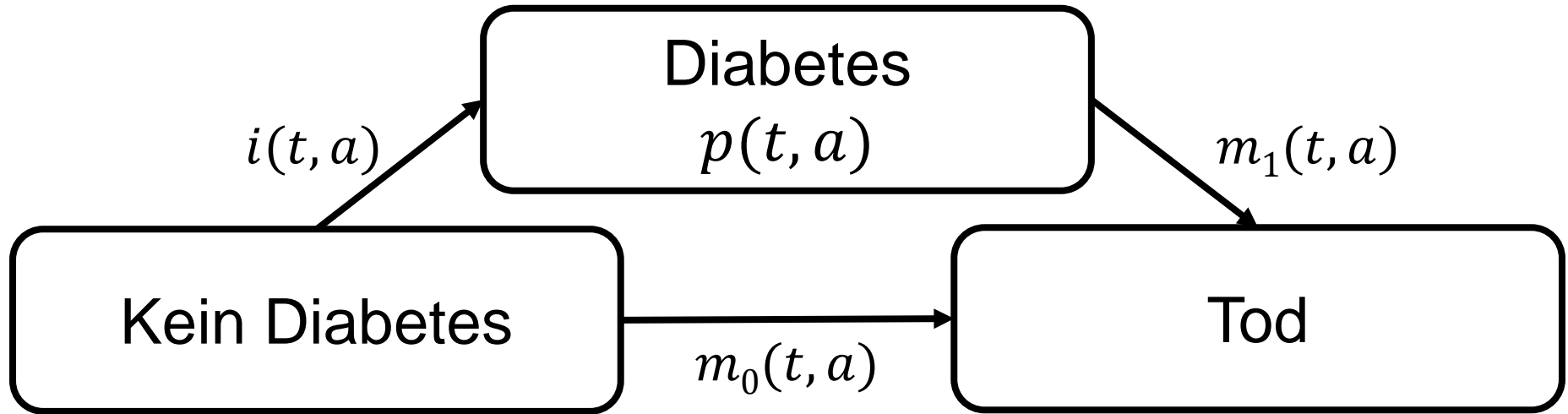
$i$  = Inzidenzrate

$t$  = Kalenderzeit (Periode)

$a$  = Alter

$m_0$  = Mortalitätsrate von Personen ohne Diabetes

# Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



$i$  = Inzidenzrate

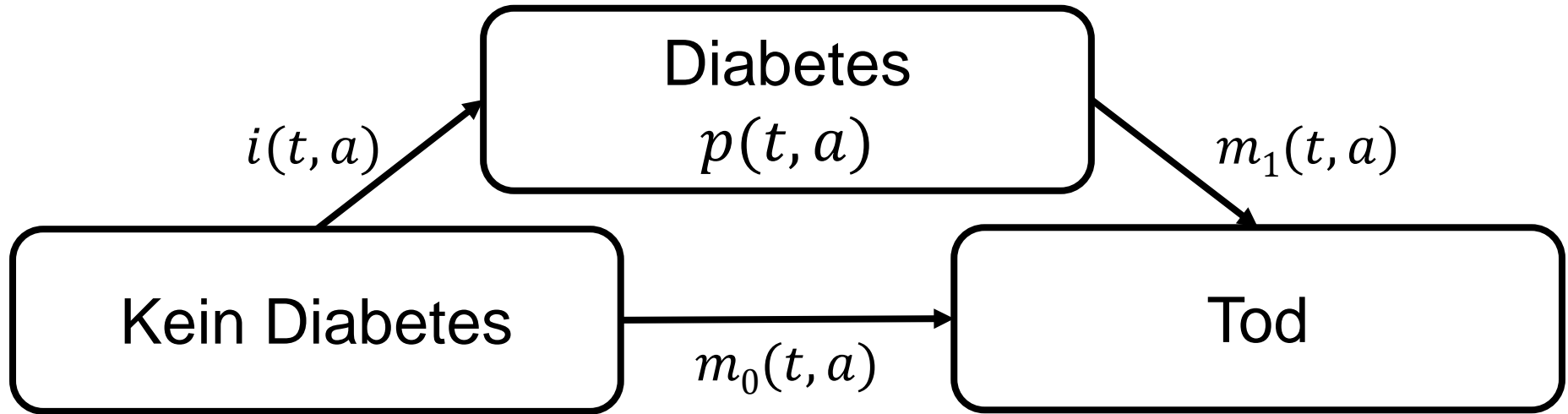
$t$  = Kalenderzeit (Periode)

$a$  = Alter

$m_0$  = Mortalitätsrate von Personen ohne Diabetes

$m_1$  = Mortalitätsrate von Personen mit Diabetes

# Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



$i$  = Inzidenzrate

$t$  = Kalenderzeit (Periode)

$a$  = Alter

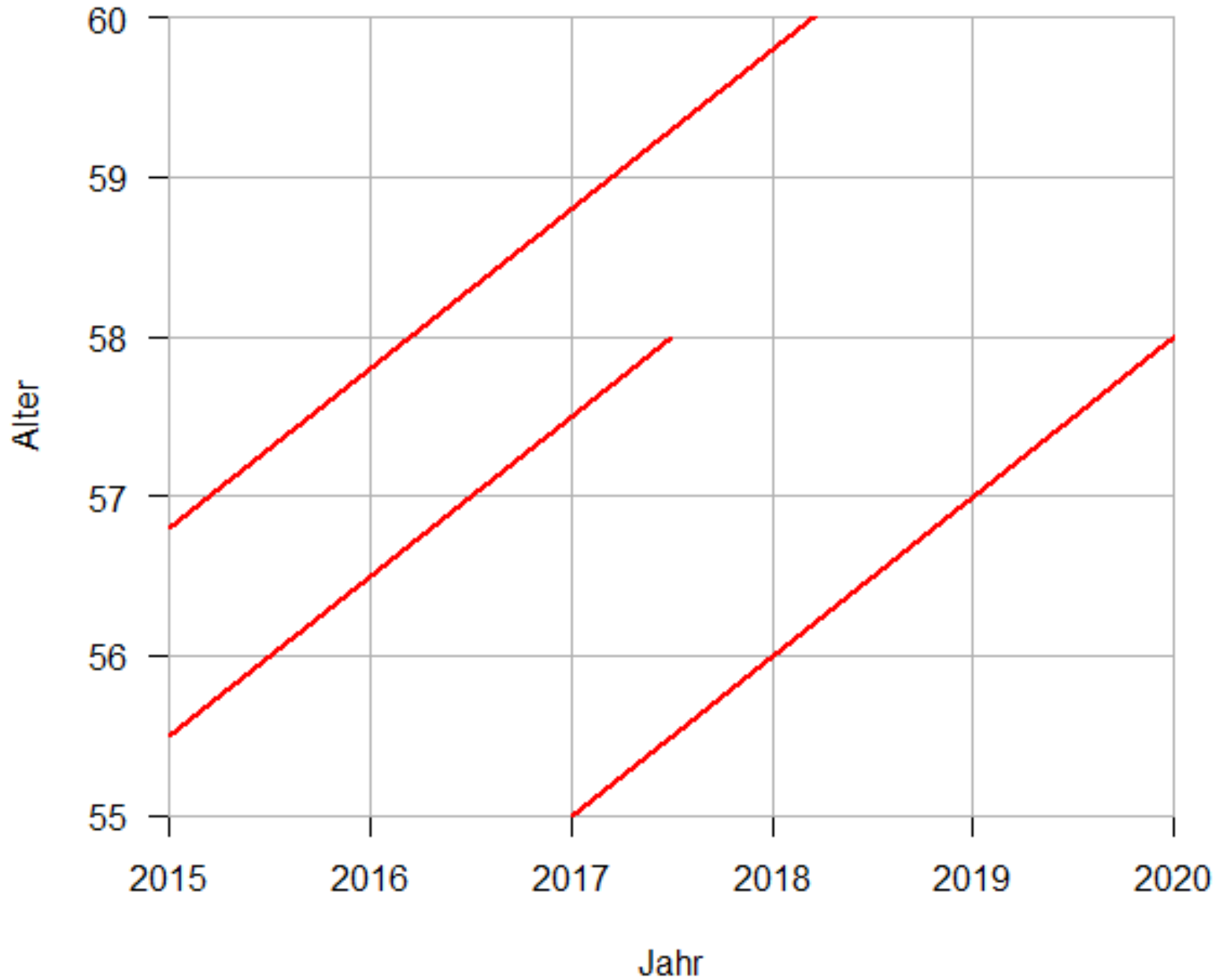
$m_0$  = Mortalitätsrate von Personen ohne Diabetes

$m_1$  = Mortalitätsrate von Personen mit Diabetes

$p$  = Prävalenz



# Lexis-Diagramm



# Prävalenz im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung (Brinks & Landwehr 2014):

# Prävalenz im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung (Brinks & Landwehr 2014):

$$\partial p = (1 - p) \cdot [i - p \cdot (m_1 - m_0)]$$

# Prävalenz im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung (Brinks & Landwehr 2014):

$$\partial p = (1 - p) \cdot [i - p \cdot (m_1 - m_0)]$$

- da  $p \cdot (m_1 - m_0) = m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1}$

mit  $m$  = Mortalität der Allgemeinbevölkerung

und  $HR = \frac{m_1}{m_0}$

# Prävalenz im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung (Brinks & Landwehr 2014):

$$\partial p = (1 - p) \cdot [i - p \cdot (m_1 - m_0)]$$

- da  $p \cdot (m_1 - m_0) = m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1}$

mit  $m =$  Mortalität der Allgemeinbevölkerung

und  $HR = \frac{m_1}{m_0}$

$$\Rightarrow \partial p = (1 - p) \cdot \left[ i - m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1} \right]$$

# Prävalenz im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung (Brinks & Landwehr 2014):

$$\partial p = (1 - p) \cdot [i - p \cdot (m_1 - m_0)]$$

- da  $p \cdot (m_1 - m_0) = m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1}$

mit  $m$  = Mortalität der Allgemeinbevölkerung

und  $HR = \frac{m_1}{m_0}$

$$\Rightarrow \partial p = (1 - p) \cdot \left[ i - m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1} \right]$$

- $HR$  ist das **Hazard Ratio** für Tod von Personen mit Diabetes vs. Personen ohne Diabetes

# Berechnung des HR im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung

$$\partial p = (1 - p) \cdot \left[ i - m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1} \right]$$

# Berechnung des HR im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung

$$\partial p = (1 - p) \cdot \left[ i - m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1} \right]$$

- Wenn  $m$ ,  $\partial p$ ,  $p$  und  $i$  bekannt, dann  $HR$  einzige Unbekannte



# Berechnung des HR im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung

$$\partial p = (1 - p) \cdot \left[ i - m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1} \right]$$

- Wenn  $m$ ,  $\partial p$ ,  $p$  und  $i$  bekannt, dann  $HR$  einzige Unbekannte
  - Auflösen nach  $HR$

# Berechnung des HR im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung

$$\partial p = (1 - p) \cdot \left[ i - m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1} \right]$$

- Wenn  $m$ ,  $\partial p$ ,  $p$  und  $i$  bekannt, dann  $HR$  einzige Unbekannte
  - Auflösen nach  $HR$
  - Berechnen von  $HR$

# Berechnung des HR im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung

$$\partial p = (1 - p) \cdot \left[ i - m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1} \right]$$

- Wenn  $m$ ,  $\partial p$ ,  $p$  und  $i$  bekannt, dann  $HR$  einzige Unbekannte
  - Auflösen nach  $HR$
  - Berechnen von  $HR$
  - $m$  für das Jahr 2012 vom Statistischen Bundesamt 2016

# Berechnung des HR im Illness-Death-Model

- Partielle Differentialgleichung

$$\partial p = (1 - p) \cdot \left[ i - m \cdot \frac{p \cdot (HR - 1)}{p \cdot (HR - 1) + 1} \right]$$

- Wenn  $m$ ,  $\partial p$ ,  $p$  und  $i$  bekannt, dann  $HR$  einzige Unbekannte
  - Auflösen nach  $HR$
  - Berechnen von  $HR$
  - $m$  für das Jahr 2012 vom Statistischen Bundesamt 2016
  - $\partial p$ ,  $p$  und  $i$  für das Jahr 2012 von Goffrier et al. 2017



versorgungsatlas.de

informieren

diskutieren

handeln

## Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015

Benjamin Goffrier • Mandy Schulz • Jörg Bätzing-Feigenbaum

DOI: 10.20364/VA-17.03

---

- $N \approx 70$  Mio., alle Versicherten der GKV



versorgungsatlas.de

informieren

diskutieren

handeln

## Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015

Benjamin Goffrier • Mandy Schulz • Jörg Bätzing-Feigenbaum

DOI: 10.20364/VA-17.03

---

- N  $\approx$  70 Mio., alle Versicherten der GKV
- Altersspezifische Prävalenz 2009 und 2015



versorgungsatlas.de

informieren

diskutieren

handeln

## Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015

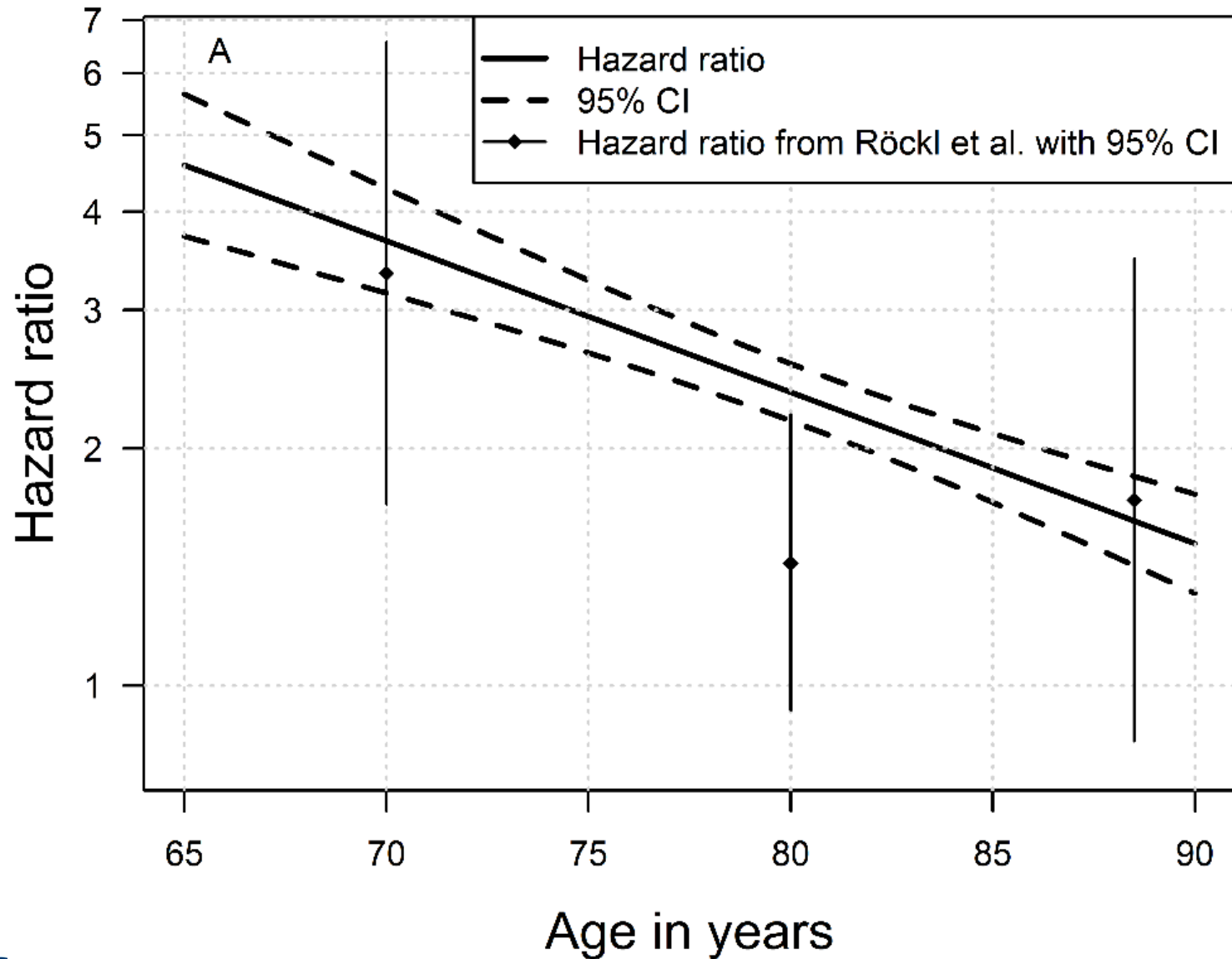
Benjamin Goffrier • Mandy Schulz • Jörg Bätzing-Feigenbaum

DOI: 10.20364/VA-17.03

---

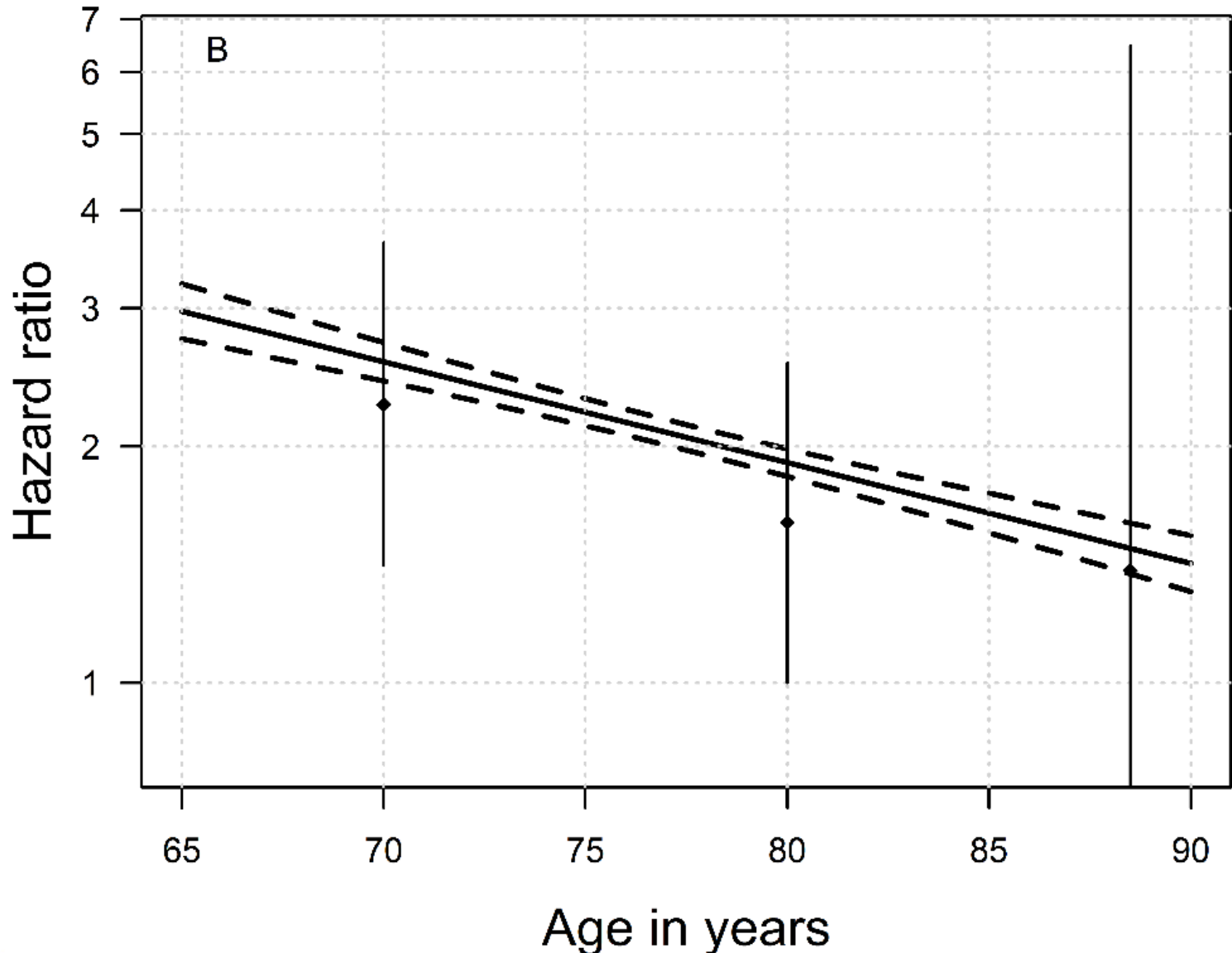
- N  $\approx$  70 Mio., alle Versicherten der GKV
- Altersspezifische Prävalenz 2009 und 2015
- Altersspezifische Inzidenzrate 2012

# Hazard Ratio Frauen im Jahr 2012 (Tönnies et al. 2018)





# Hazard Ratio Männer im Jahr 2012 (Tönnies et al. 2018)



# Schlussfolgerung

- Mortalität bei Personen mit Typ 2 Diabetes drei- bis viermal höher als bei Personen ohne Typ 2 Diabetes

# Schlussfolgerung

- Mortalität bei Personen mit Typ 2 Diabetes drei- bis viermal höher als bei Personen ohne Typ 2 Diabetes
- Keine Missklassifikation, da kein Follow-up

# Schlussfolgerung

- Mortalität bei Personen mit Typ 2 Diabetes drei- bis viermal höher als bei Personen ohne Typ 2 Diabetes
- Keine Missklassifikation, da kein Follow-up
- Methode ermöglicht Schätzung der Exzessmortalität auf Basis von **Prävalenz** und **Inzidenz**

# Schlussfolgerung

- Mortalität bei Personen mit Typ 2 Diabetes drei- bis viermal höher als bei Personen ohne Typ 2 Diabetes
- Keine Missklassifikation, da kein Follow-up
- Methode ermöglicht Schätzung der Exzessmortalität auf Basis von **Prävalenz** und **Inzidenz**
  - **Keine Information über Todesfälle aus Routinedaten notwendig!**

# Schlussfolgerung

- Mortalität bei Personen mit Typ 2 Diabetes drei- bis viermal höher als bei Personen ohne Typ 2 Diabetes
- Keine Missklassifikation, da kein Follow-up
- Methode ermöglicht Schätzung der Exzessmortalität auf Basis von **Prävalenz** und **Inzidenz**
  - **Keine Information über Todesfälle aus Routinedaten notwendig!**
  - **Keine Individualdaten notwendig!**

# Referenzen

Brinks R, Landwehr S: Age- and time-dependent model of the prevalence of non-communicable diseases and application to dementia in Germany. *Theor Popul Biol* 2014; 92: 62-8.

Goffrier B, Schulz M, Bätzing-Feigenbaum J: Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015. *Versorgungsatlas-Bericht 2017*.

Jacobs E, Hoyer A, Brinks R, Kuss O, Rathmann W: Burden of Mortality Attributable to Diagnosed Diabetes: A Nationwide Analysis Based on Claims Data From 65 Million People in Germany. *Diabetes Care* 2017; 40: 1703-9.

Scholz R, Sauer S, Müller R: Analysen zur Sterblichkeit. In: Swart E, Ihle P, Gothe H, Matusiewicz D (Hrsg.): *Routindaten im Gesundheitswesen*. Bern: Verlag Hans Huber, 2015; 38-42.

Röckl S, Brinks R, Baumert J, et al.: All-cause mortality in adults with and without type 2 diabetes: findings from the national health monitoring in Germany. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2017; 5: e000451.

Statistisches Bundesamt: *Sterbetafel 2012/2014 - Methoden- und Ergebnisbericht zur laufenden Berechnung von Periodensterbetafeln für Deutschland und die Bundesländer*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2016.

**Tönnies T, Hoyer A, Brinks R: Excess mortality for people diagnosed with type 2 diabetes in 2012 – Estimates based on claims data from 70 million Germans. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2018; 28: 887-91.**

Tönnies T, Röckl S, Hoyer A, et al.: Projected number of people with diagnosed Type 2 diabetes in Germany in 2040. *Diabetic Medicine* 2019; doi:10.1111/dme.13902.