

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



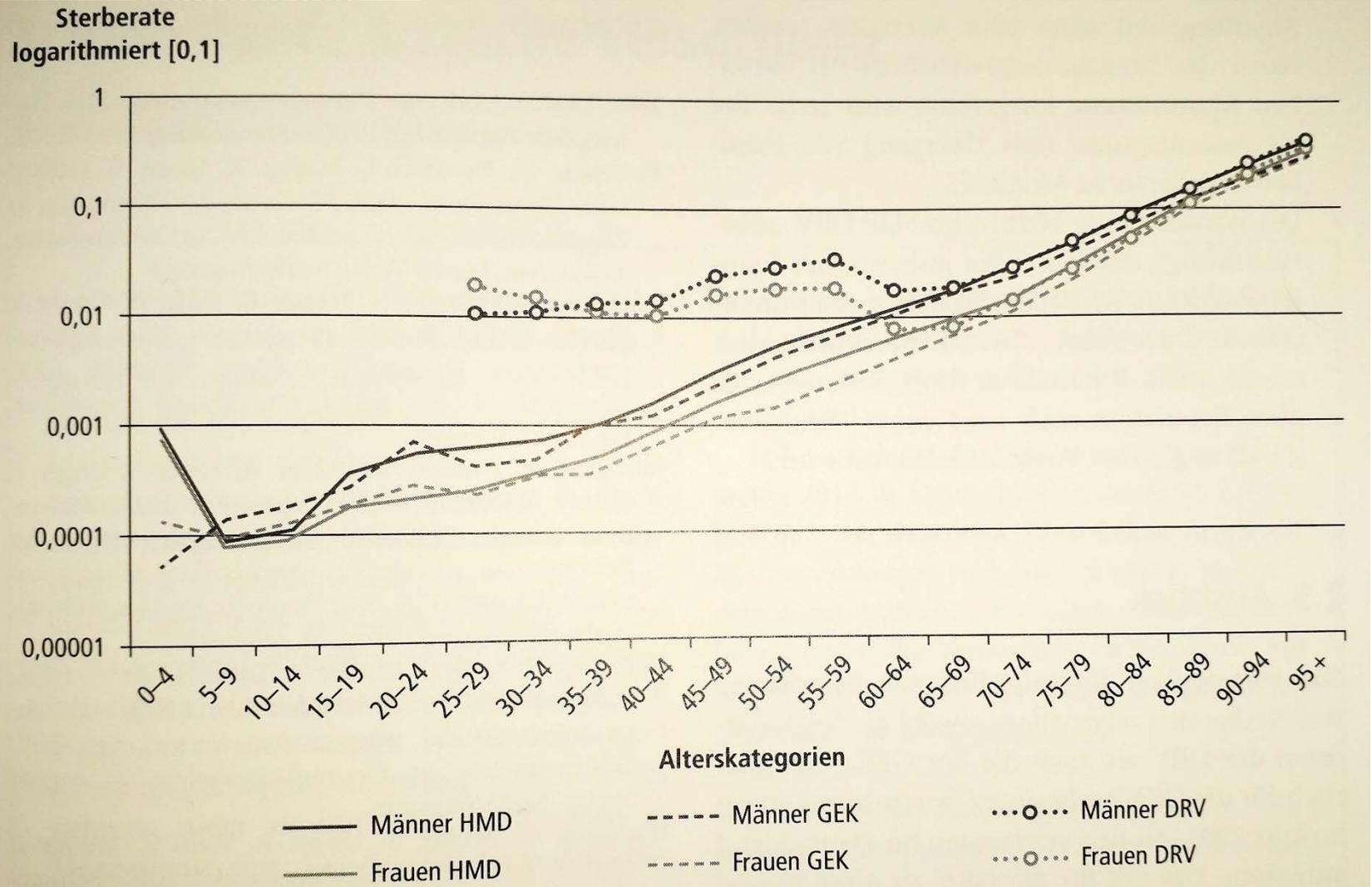
HUBER 

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

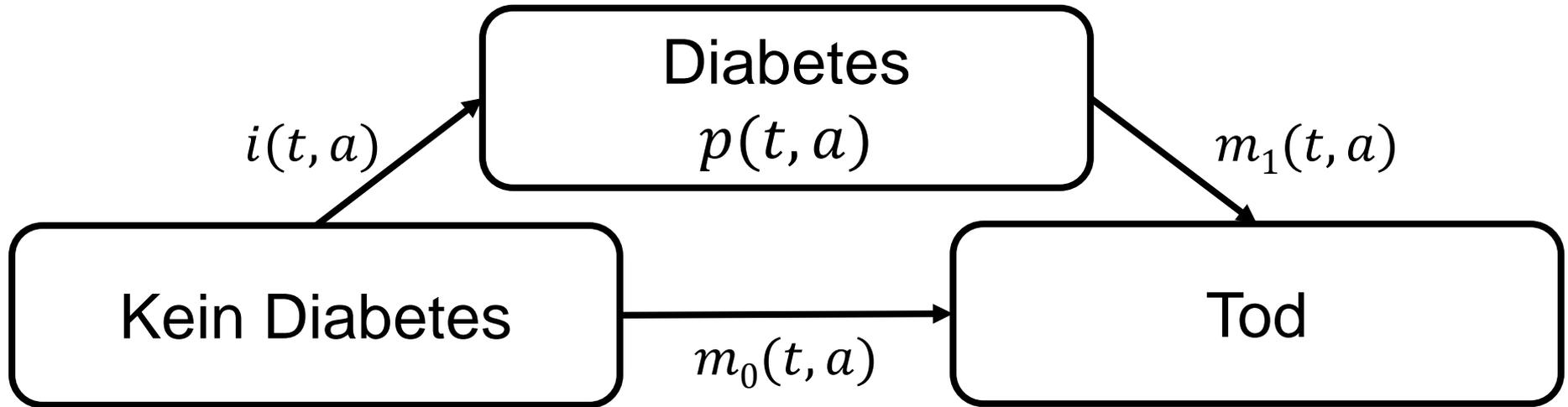
Alternative Datenquelle

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

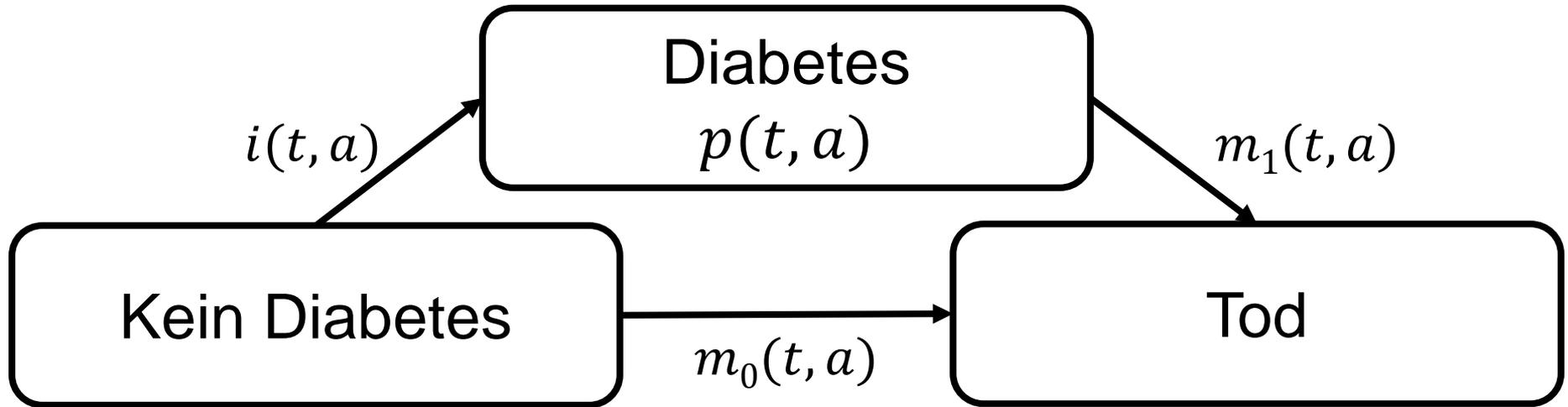
Alternative Datenquelle

- 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)

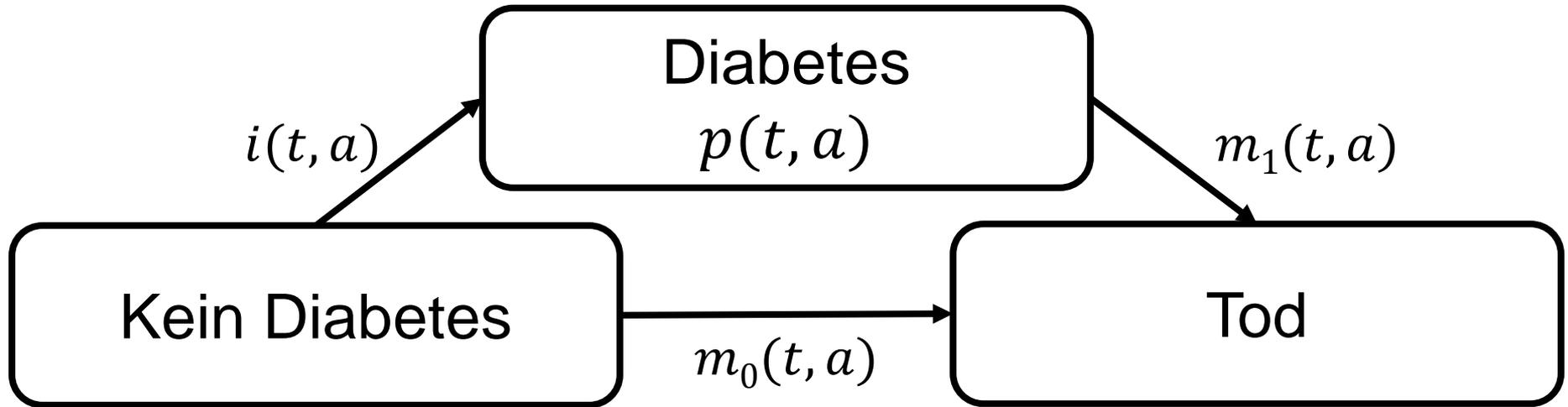


Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



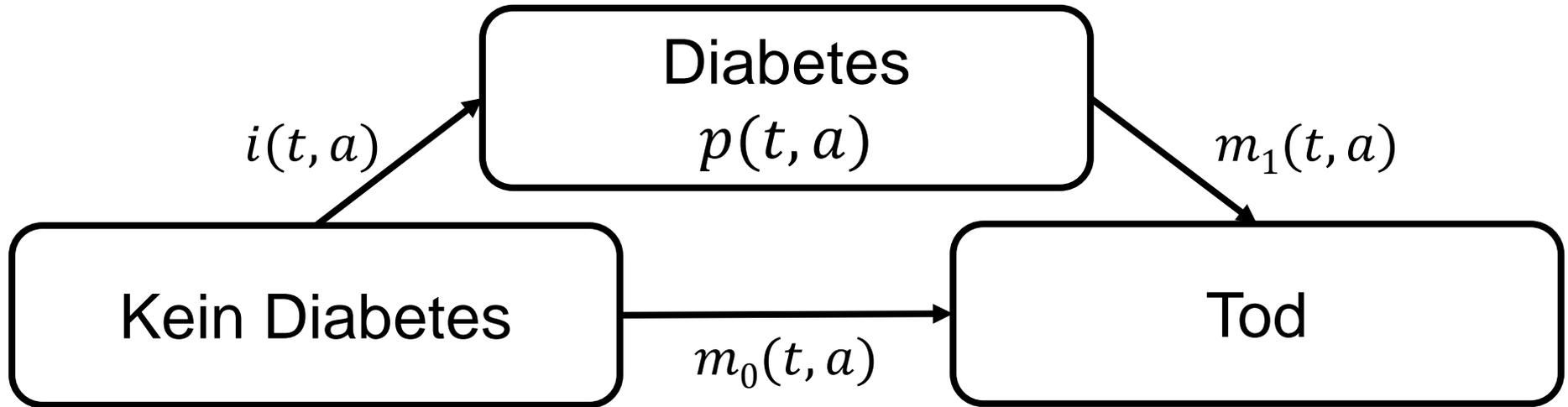
i = Inzidenzrate

Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



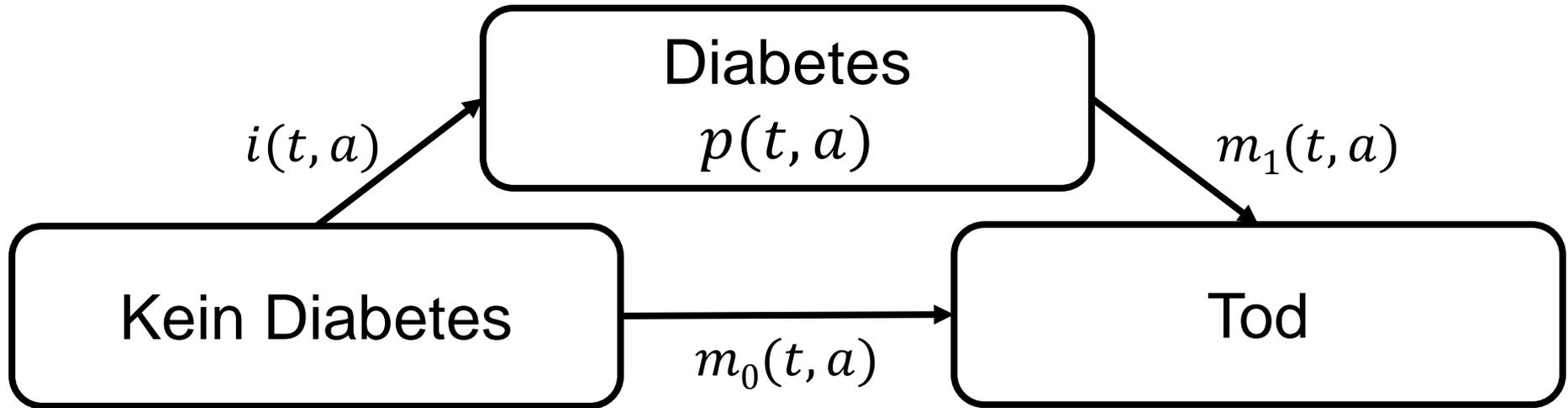
i = Inzidenzrate
 t = Kalenderzeit (Periode)

Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



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

Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



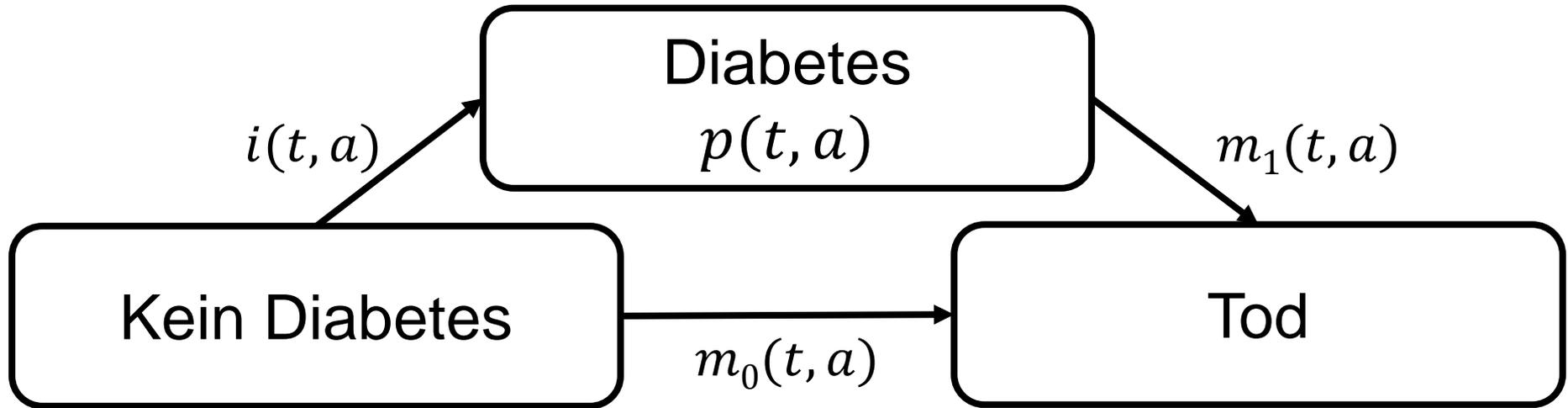
i = Inzidenzrate

t = Kalenderzeit (Periode)

a = Alter

m_0 = Mortalitätsrate von Personen ohne Diabetes

Illness-Death-Model (Fix & Neyman 1951)



i = Inzidenzrate

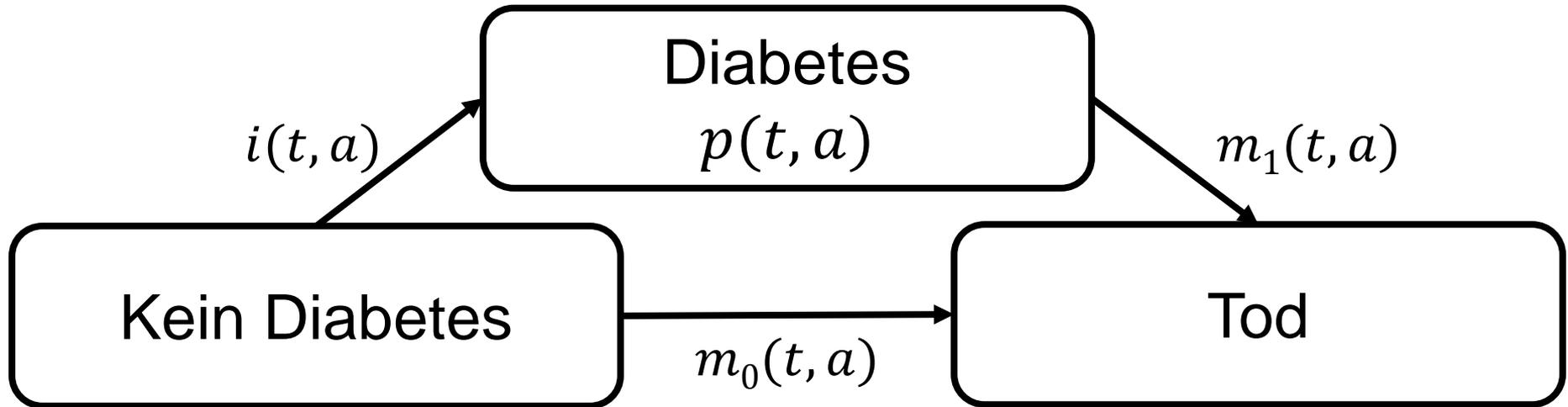
t = Kalenderzeit (Periode)

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)

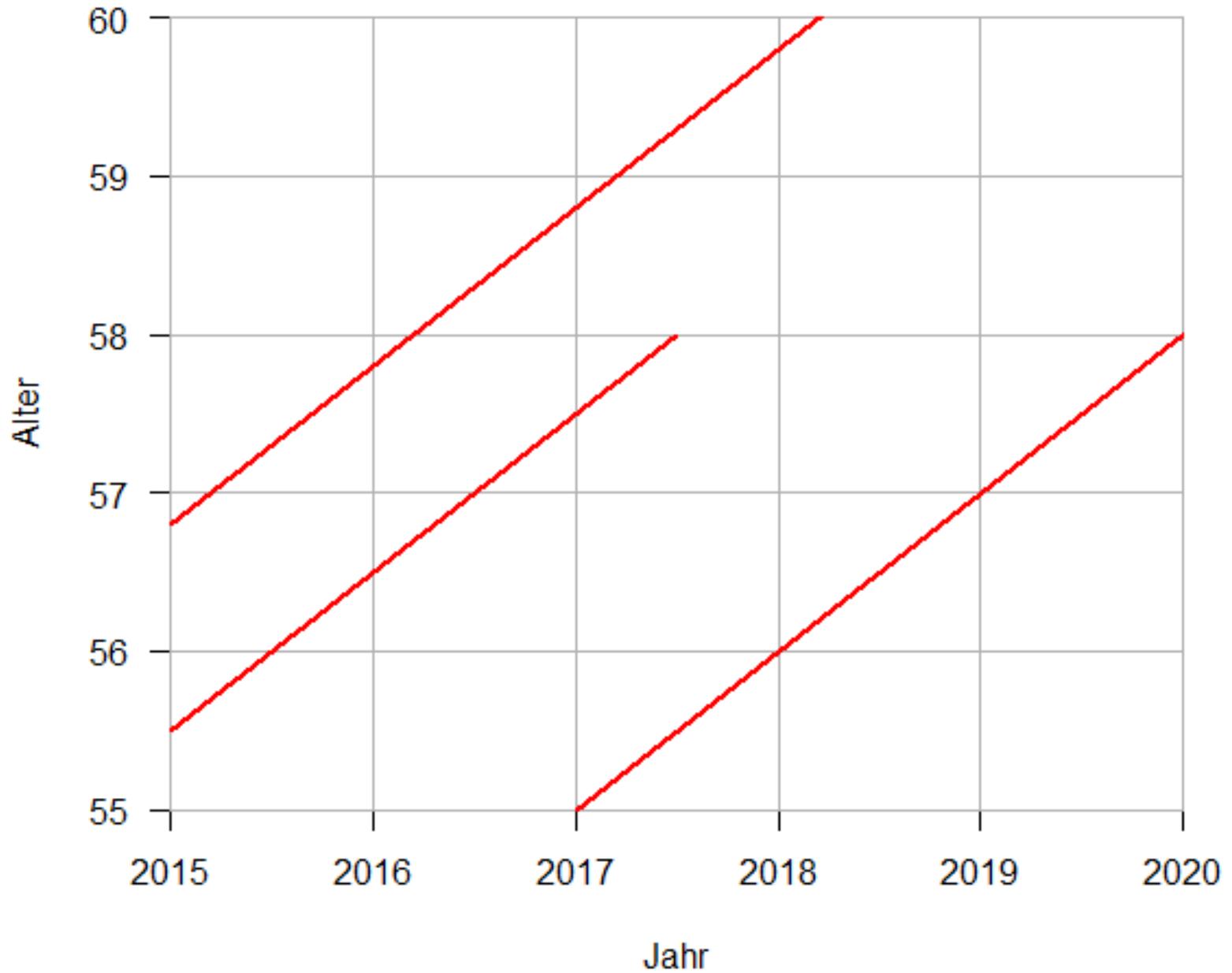
a = Alter

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



informieren
versorgungsatlas.de

diskutieren

handeln

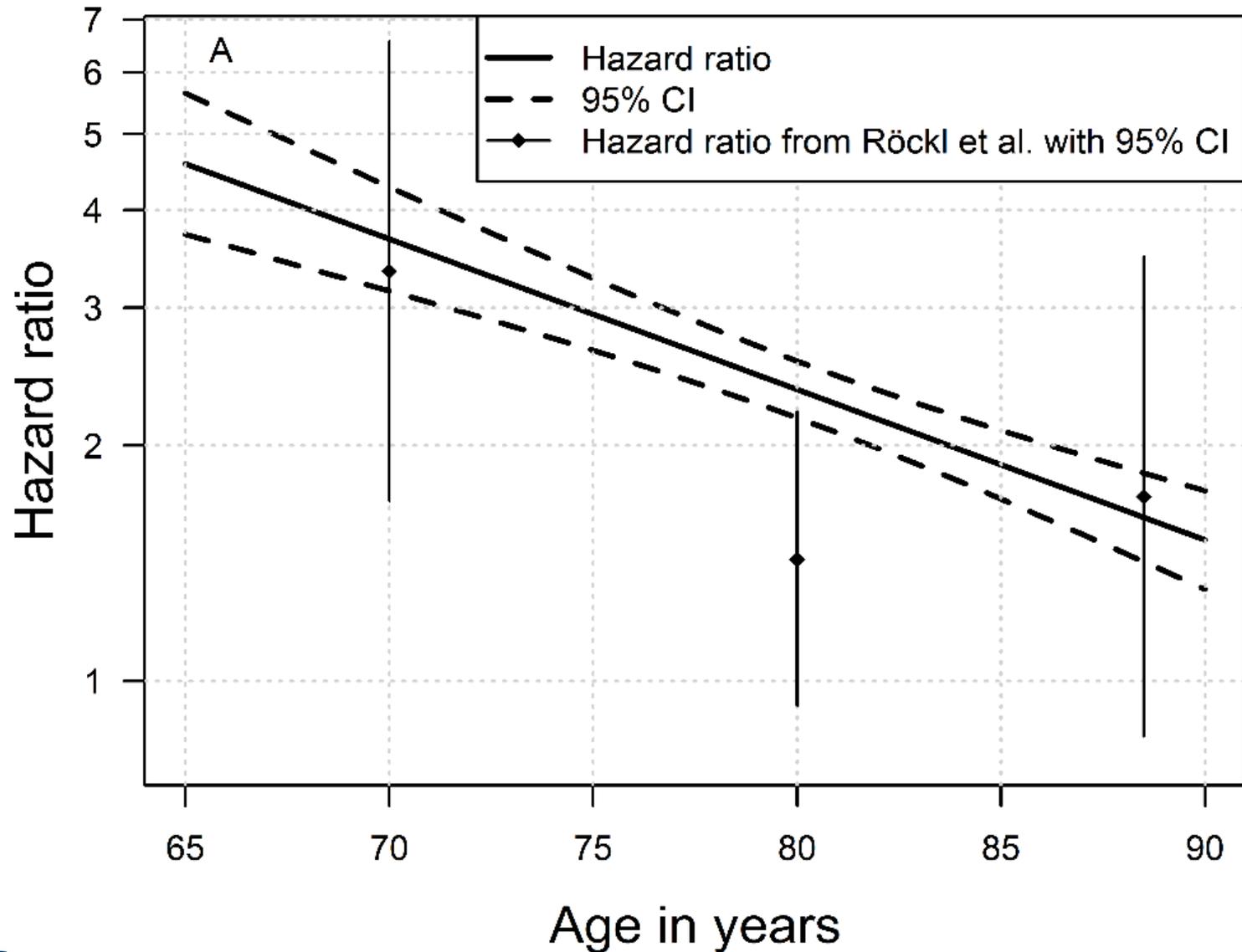
Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015

Benjamin Goffrier • Mandy Schulz • Jörg Bätzing-Feigenbaum

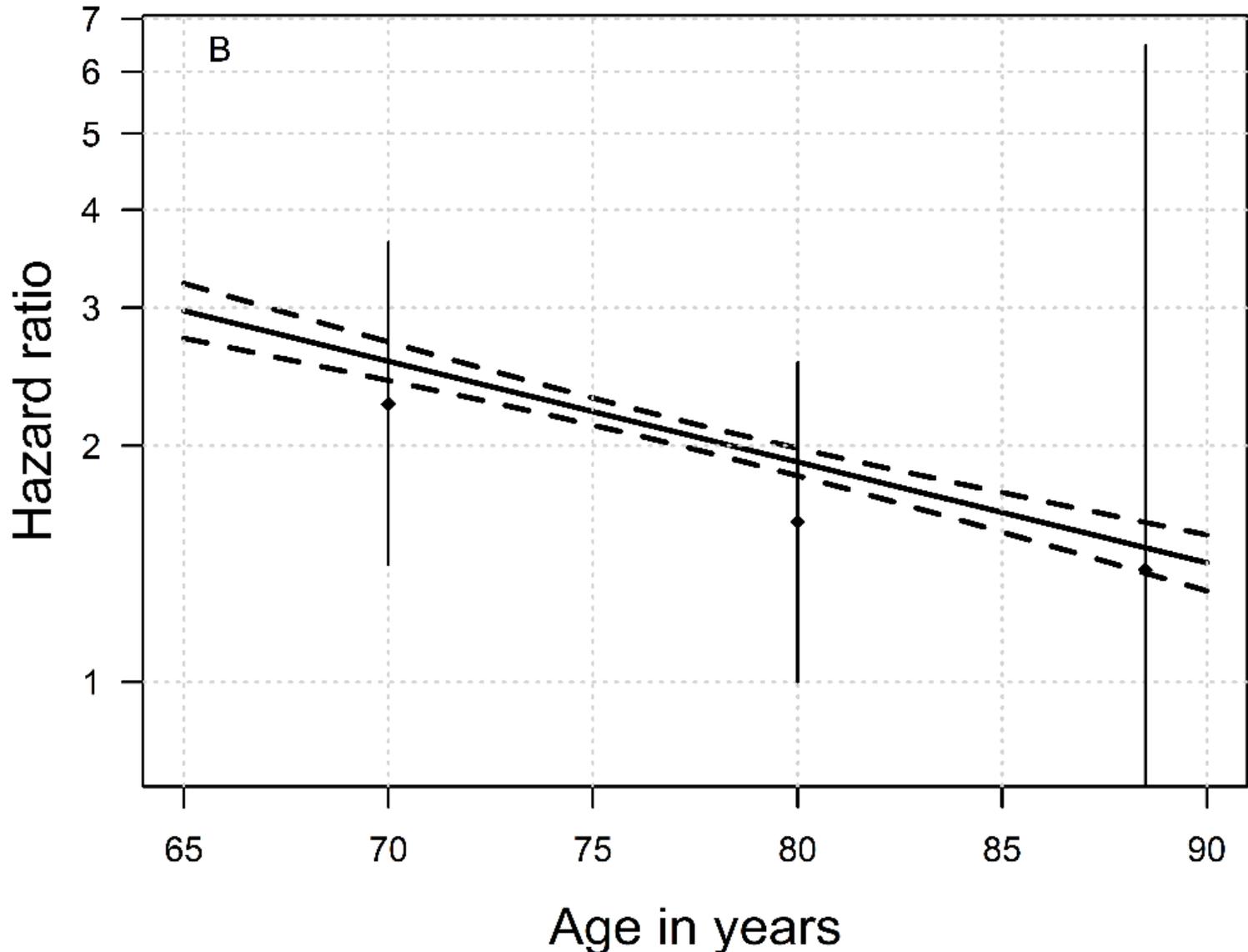
DOI: 10.20364/VA-17.03

- 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.