

**GAWO** e.V.



# Arbeitszeit, Schlafdauer und Unfallrisiko – Untersuchung direkter und indirekter Effekte mit Hilfe von Strukturgleichungsmodellen

Anna Arlinghaus

Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung (GAWO) e.V.  
Oldenburg

Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health, Boston, MA, USA  
Liberty Mutual Research Institute for Safety, Center for Injury Epidemiology, Hopkinton, MA, USA

# Ko-Autoren

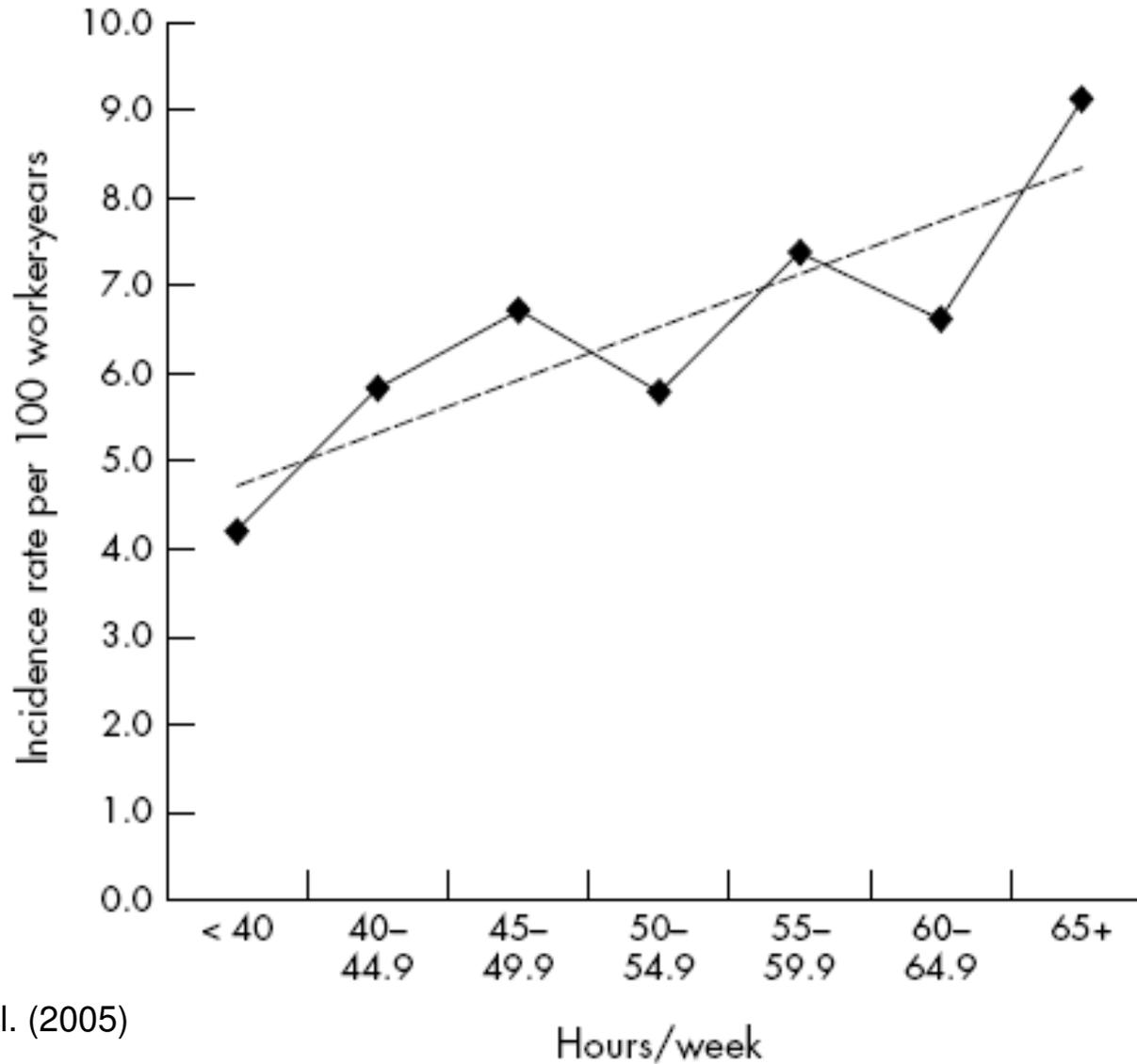
---

David A. Lombardi<sup>1,2</sup>, Joanna L. Willets<sup>1</sup>,  
Simon Folkard<sup>3,4</sup>, David C. Christiani<sup>2</sup>

- 1 Liberty Mutual Research Institute for Safety, Center for Injury Epidemiology, Hopkinton, MA, USA
- 2 Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health, Boston, MA, USA
- 3 Institut de Psychologie, Université Paris Descartes, Paris, France
- 4 Body Rhythms and Shiftwork Centre, University of Wales Swansea, Swansea, U.K.

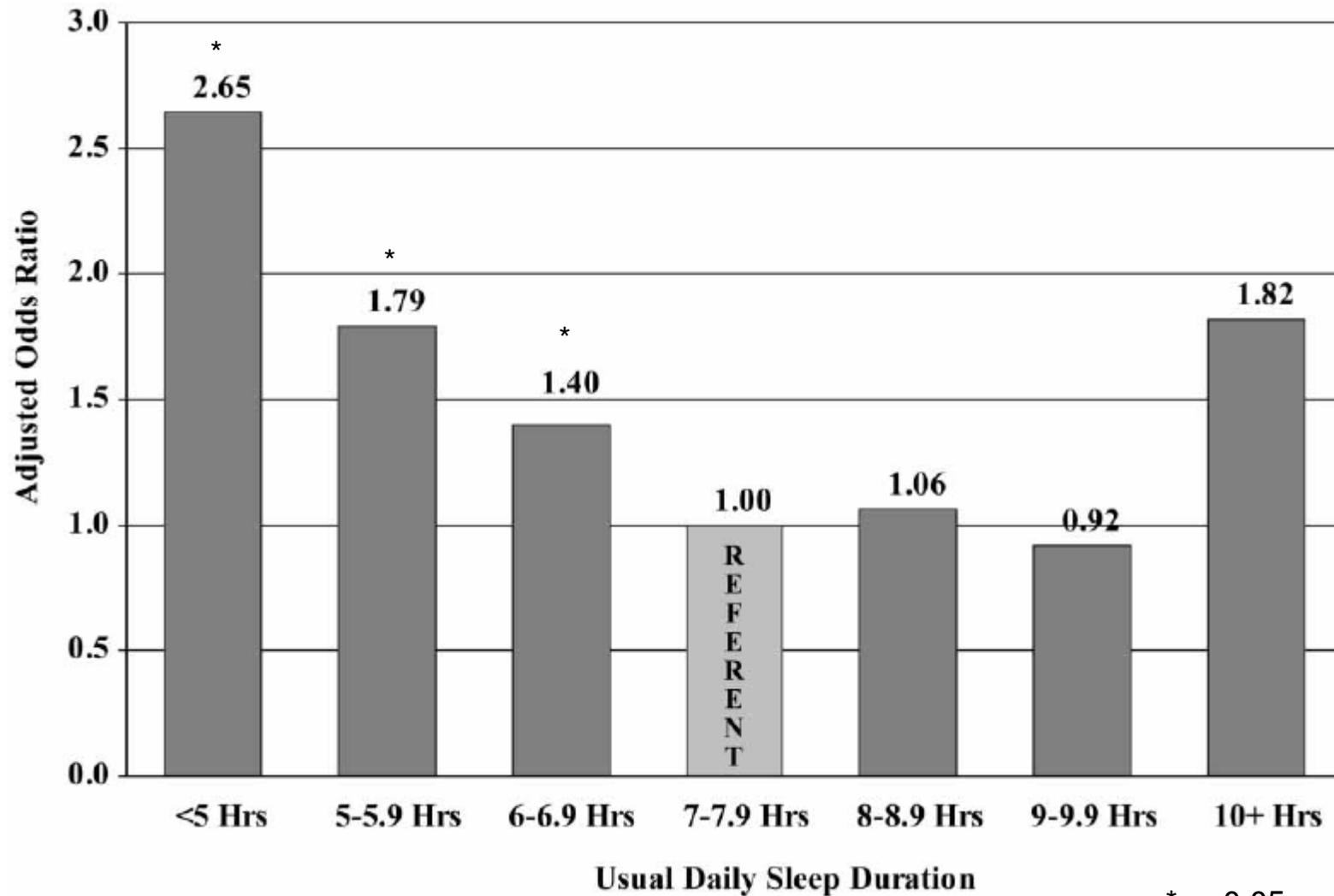
- Risikofaktoren für Arbeitsunfälle können komplexe Zusammenhänge aufweisen
- Einschränkungen „traditioneller“ epidemiologischer Methoden bzgl.
  - Direkte und indirekte Effekte
  - Verschiedenartige Items und Skalierungen
  - Komplexität der Zusammenhänge / Modelle
- Strukturgleichungsmodelle (SEM) als Lösungsansatz?

# Lange Arbeitszeiten und Unfallrisiko



Dembe et al. (2005)

# Kurze Schlafdauer und Unfallrisiko



\* p<0.05

Lombardi et al. (2010)

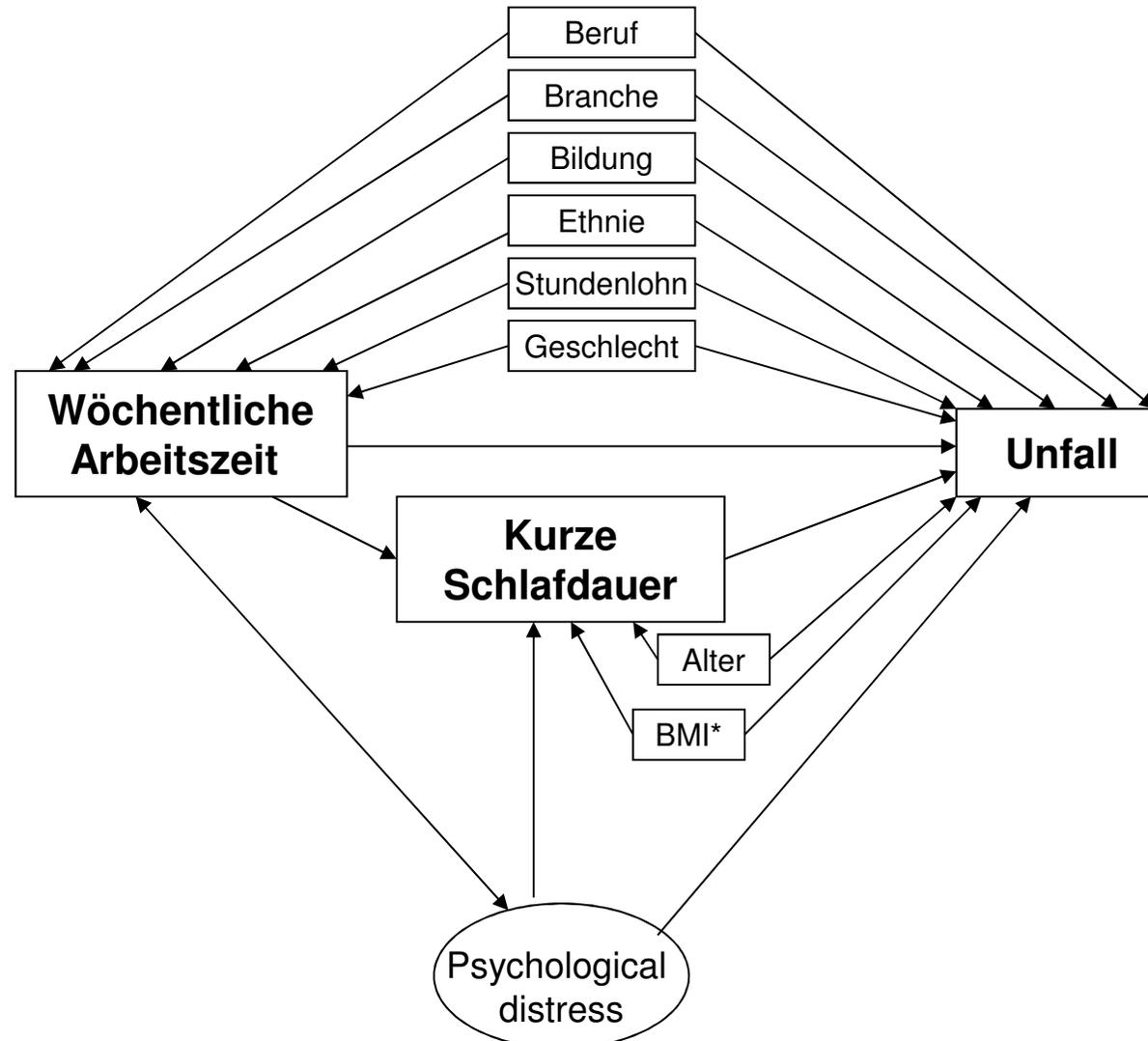
- Kann man das Unfallrisiko anhand von SEM vorhersagen?
- Ist dies in einer großen, gewichteten Stichprobe möglich?
- Lassen sich Zusammenhänge zwischen langen Arbeitszeiten, kurzer Schlafdauer und dem Unfallrisiko zeigen?
  - Unter Einbezug direkter und indirekter Effekte
  - Unter Kontrolle potentiell konfundierender Faktoren

# National Health Interview Survey (NHIS)

---

- Querschnittserhebung von ca. 13.000 Personen pro Jahr
  - Repräsentative Stichprobe der U.S. Haushalte
  
- Zusammenfügen der Daten aus 2004-2009 ergab  $n=86.317$

# Spezifikation des Modells



\*Body Mass Index

# Auswertung mit SEM

---

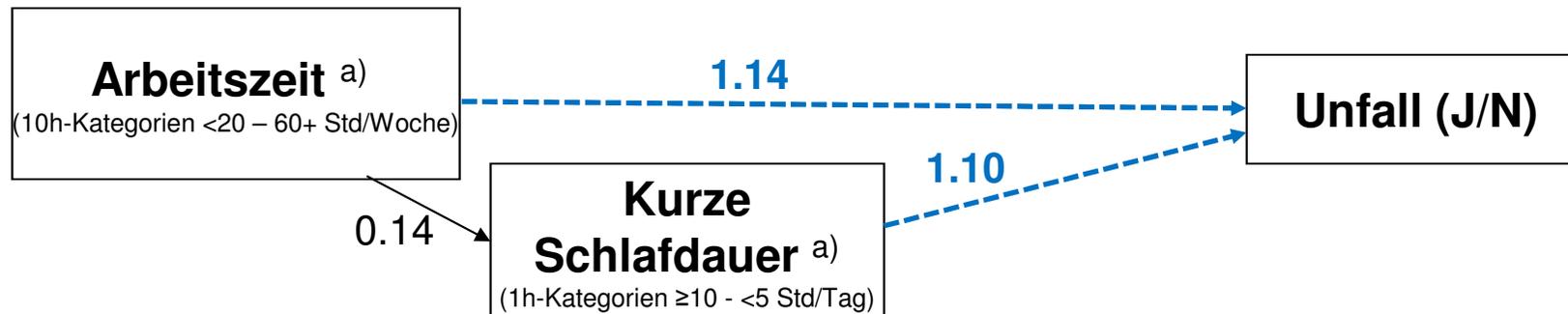
- SEM Modelltests und Fit
- Maximum Likelihood Schätzung
  - Komplexe Stichprobe (Gewichtung, Schichtung)
- Berechnung von linearen und logistischen Regressionen im selben Modell
- Direkte und indirekte Effektschätzungen
- Software: Mplus

# Stichprobenmerkmale und Model Fit

---

- 648 Unfälle (0,7%)
- 50,8% Männlich
- Mittleres Alter: 41 Jahre
- Mittlere Arbeitszeit: 40,1 Std./Woche
- Mittlere Schlafdauer: 7 Std./Tag
  
- Model Fit akzeptabel
  - RMSEA = 0.016 [90% CI: 0.015-0.016]
  - Comparative Fit Index (CFI) = 0.98
  - Tucker-Lewis Index (TLI) = 0.97

# Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells



Alle Pfadkoeffizienten sign. mit  $p < 0.05$

" Alle Kategorien sign.

# Einige Kategorien sign.

-- Logistische Regression (OR)

— Lineare Regression (Beta)

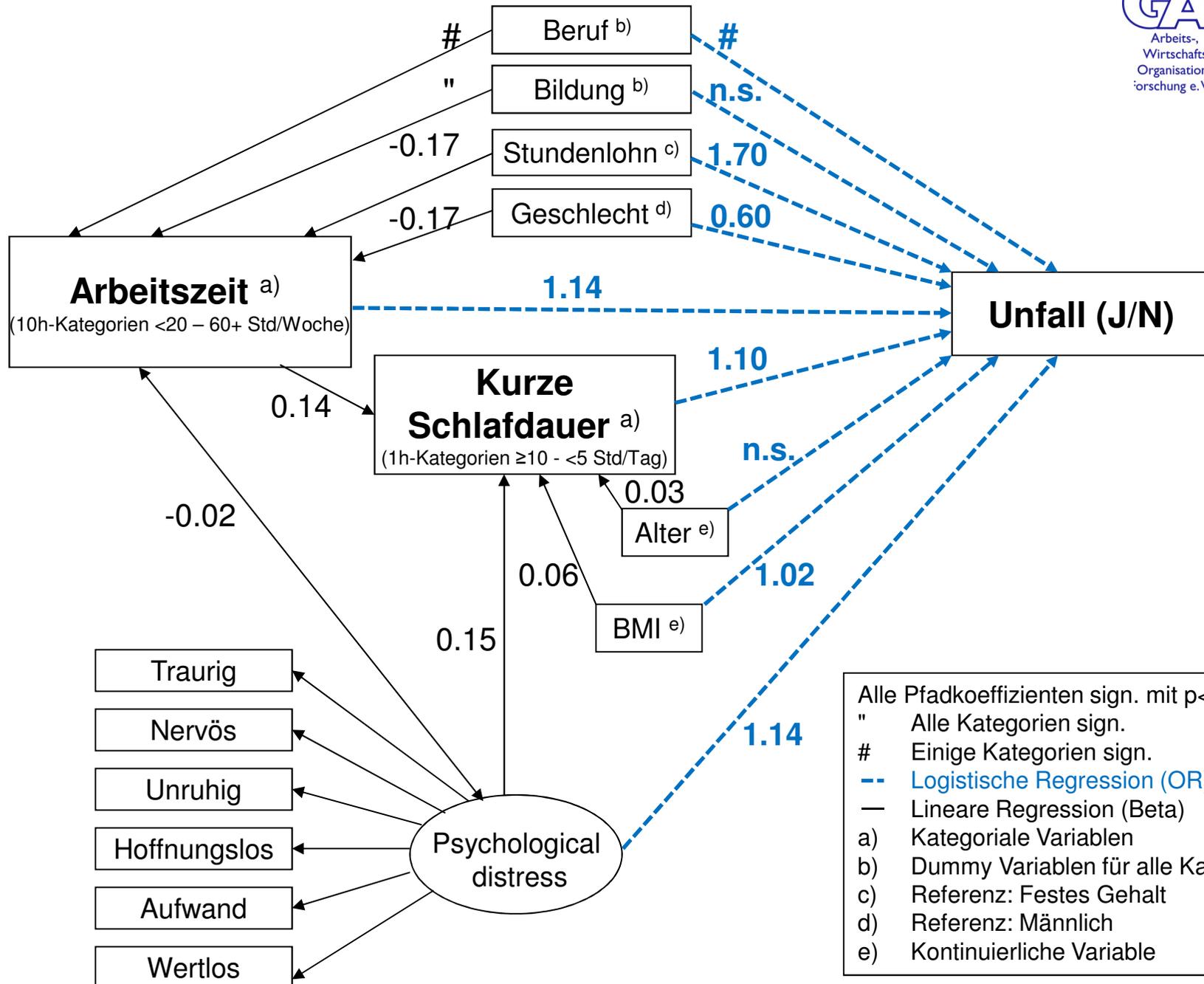
a) Kategoriale Variablen

b) Dummy Variablen für alle Kat.

c) Referenz: Festes Gehalt

d) Referenz: Männlich

e) Kontinuierliche Variable



Alle Pfadkoeffizienten sign. mit  $p < 0.05$

" Alle Kategorien sign.

# Einige Kategorien sign.

-- Logistische Regression (OR)

— Lineare Regression (Beta)

a) Kategoriale Variablen

b) Dummy Variablen für alle Kat.

c) Referenz: Festes Gehalt

d) Referenz: Männlich

e) Kontinuierliche Variable

- Lange Arbeitszeiten verringern die Schlafdauer und erhöhen das Unfallrisiko
- Kurze Schlafdauer ist ein Risikofaktor für Arbeitsunfälle
- Mediation durch Schlaf und Arbeitszeit
- Komplexes (aber nicht vollständiges) Modell zur Vorhersage von Arbeitsunfällen

## Diskussion - Einschränkungen

---

- Querschnittsanalyse → keine kausalen Zusammenhänge
- Subjektive Daten → Erinnerungsfehler, soziale Erwünschtheit, kogn. Verzerrungen möglich
- Keine Information über Arbeitszeit und Schlaf zum Unfallzeitpunkt vorhanden

## Diskussion – Stärken von SEM

---

- SEM scheint ein brauchbarer Ansatz zur Untersuchung von Unfällen zu sein
  
- Anwendung in Populationsstichproben möglich (inkl. gewichteter und geschichteter Stichproben)
  
- SEM erlaubt das Testen
  - realistischerer Modelle
  - direkter und indirekter Effekte
    - mit höherer statistischer Power als traditionelle Methoden (z.B. Logistische Regression)

# Zum Nachlesen:

American Journal of Epidemiology Advance Access published September 6, 2012



American Journal of Epidemiology

© The Author 2012. Published by Oxford University Press on behalf of the Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. All rights reserved. For permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com.

DOI: 10.1093/aje/kws219

## Practice of Epidemiology

### A Structural Equation Modeling Approach to Fatigue-related Risk Factors for Occupational Injury

**Anna Arlinghaus\*, David A. Lombardi, Joanna L. Willetts, Simon Folkard, and David C. Christiani**

\* Correspondence to Dr. Anna Arlinghaus, Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung e.V., Achterdiek 50, 26131 Oldenburg, Germany (e-mail: anna.arlinghaus@gawo-ev.de).

*Initially submitted September 6, 2011; accepted for publication January 11, 2012.*

Occupational injury is associated with numerous individual and work-related risk factors, including long working hours and short sleep duration; however, the complex mechanisms causing such injuries are not yet fully understood. The authors used structural equation modeling (SEM) as a novel approach to examine fatigue-related direct and indirect potential risk factors for occupational injury. The study sample contained 89,366 employed workers from the National Health Interview Survey (pooled across 6 years, 2004–2009), an annual survey of a representative cross-sectional sample of the US population. Direct and indirect effects of weekly hours worked and usual sleep duration on occupational injuries were modeled using SEM procedures for dichotomous outcomes and a complex sampling design. Confounding and mediating effects of gender, age, race/ethnicity, occupation, industry, type of pay, body mass index (BMI), and psychological distress were simultaneously examined. Long working hours and short sleep duration independently increased the risk of injury. Additional direct risk factors were gender, occupation, type of pay, and BMI. At the same time, sleep duration mediated the adverse relations of long working hours, high psychological distress, and high BMI with injury. These findings indicate that SEM is a useful approach with which to examine dichotomous outcomes and indi-

***Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!***

Kontakt:

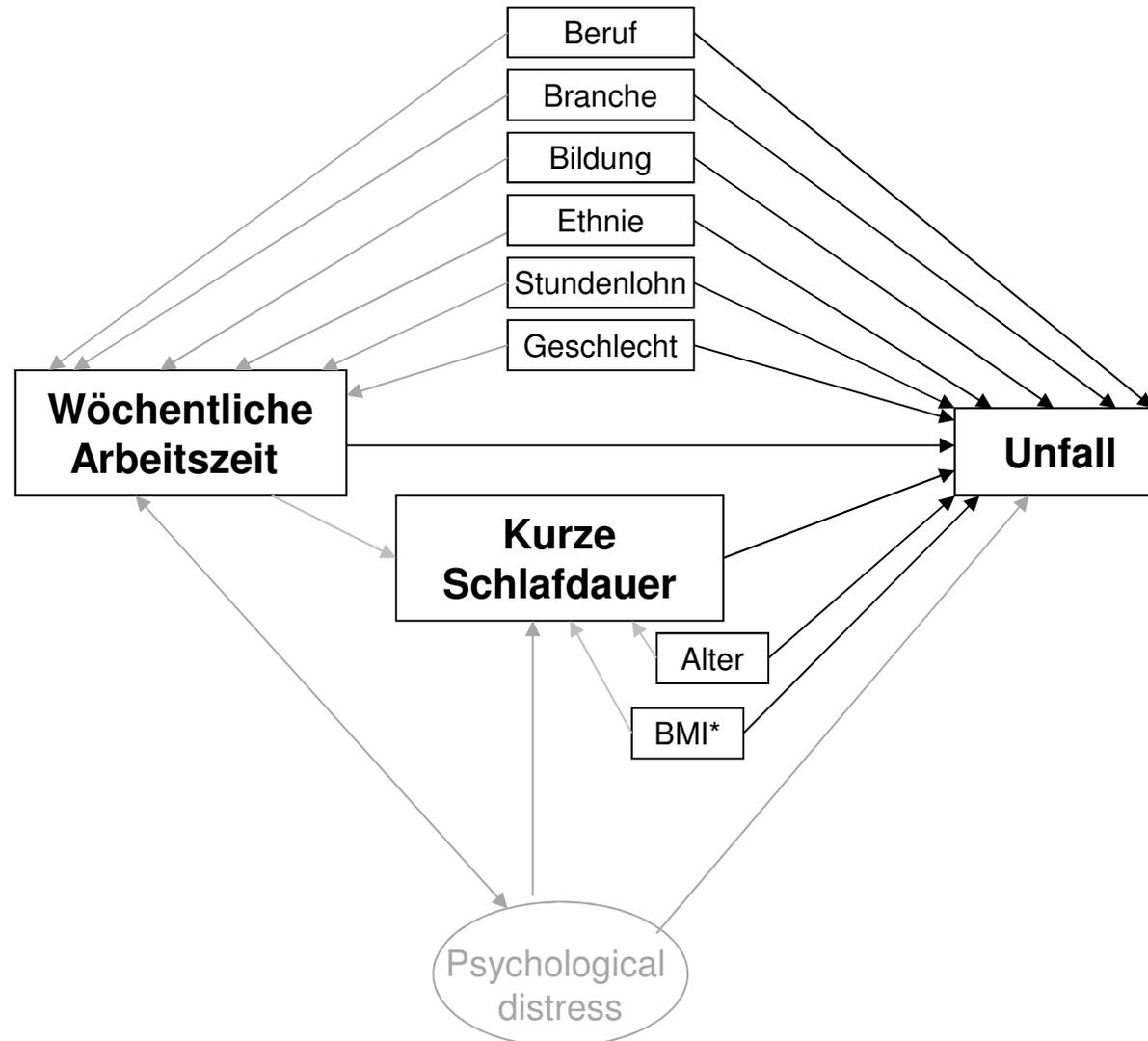
Dr. Anna Arlinghaus

[anna.arlinghaus@gawo-ev.de](mailto:anna.arlinghaus@gawo-ev.de)

[www.gawo-ev.de](http://www.gawo-ev.de)

# Spezifikation des Modells

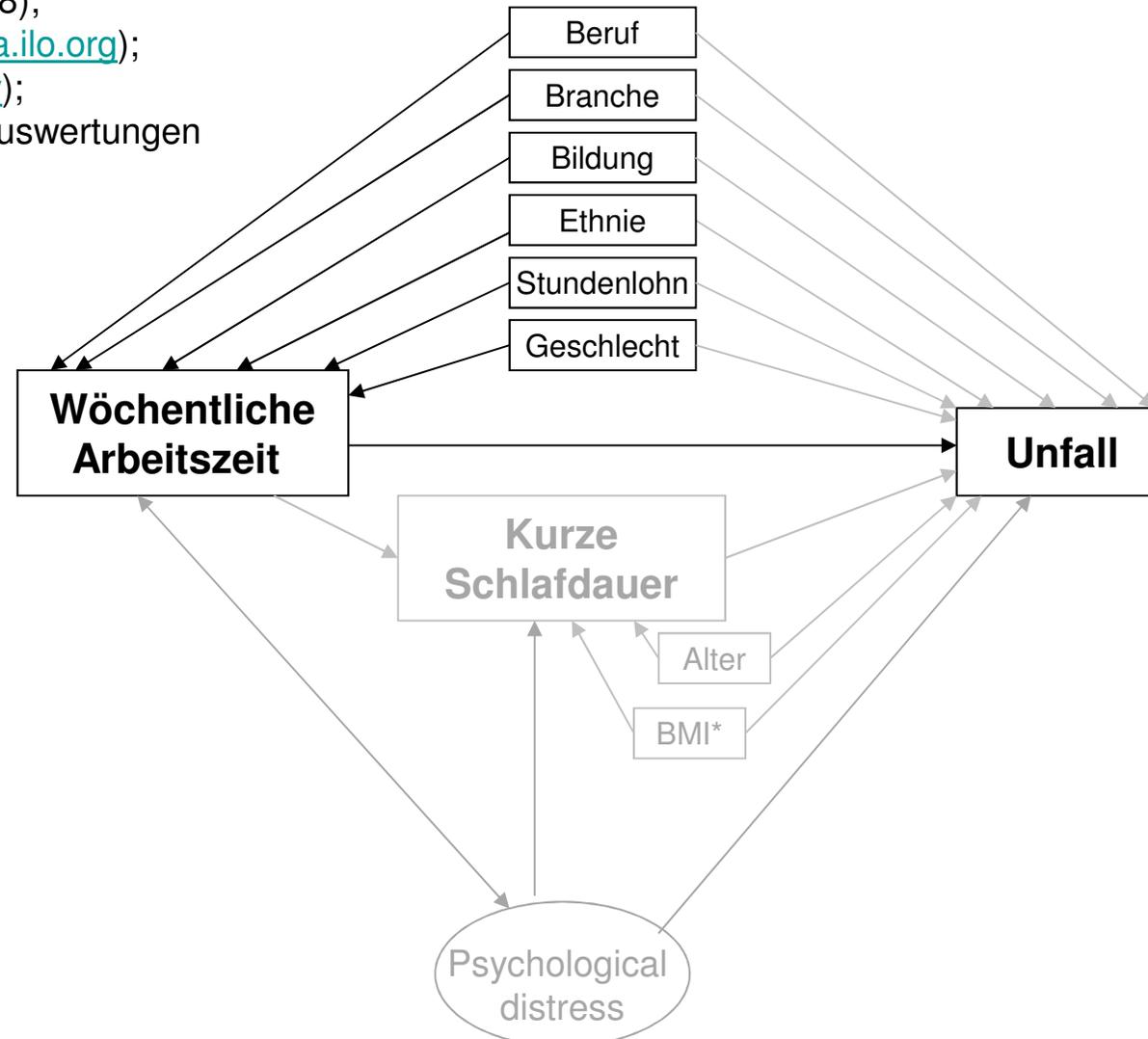
Lombardi et al. (2010)



\*Body Mass Index

# Spezifikation des Modells

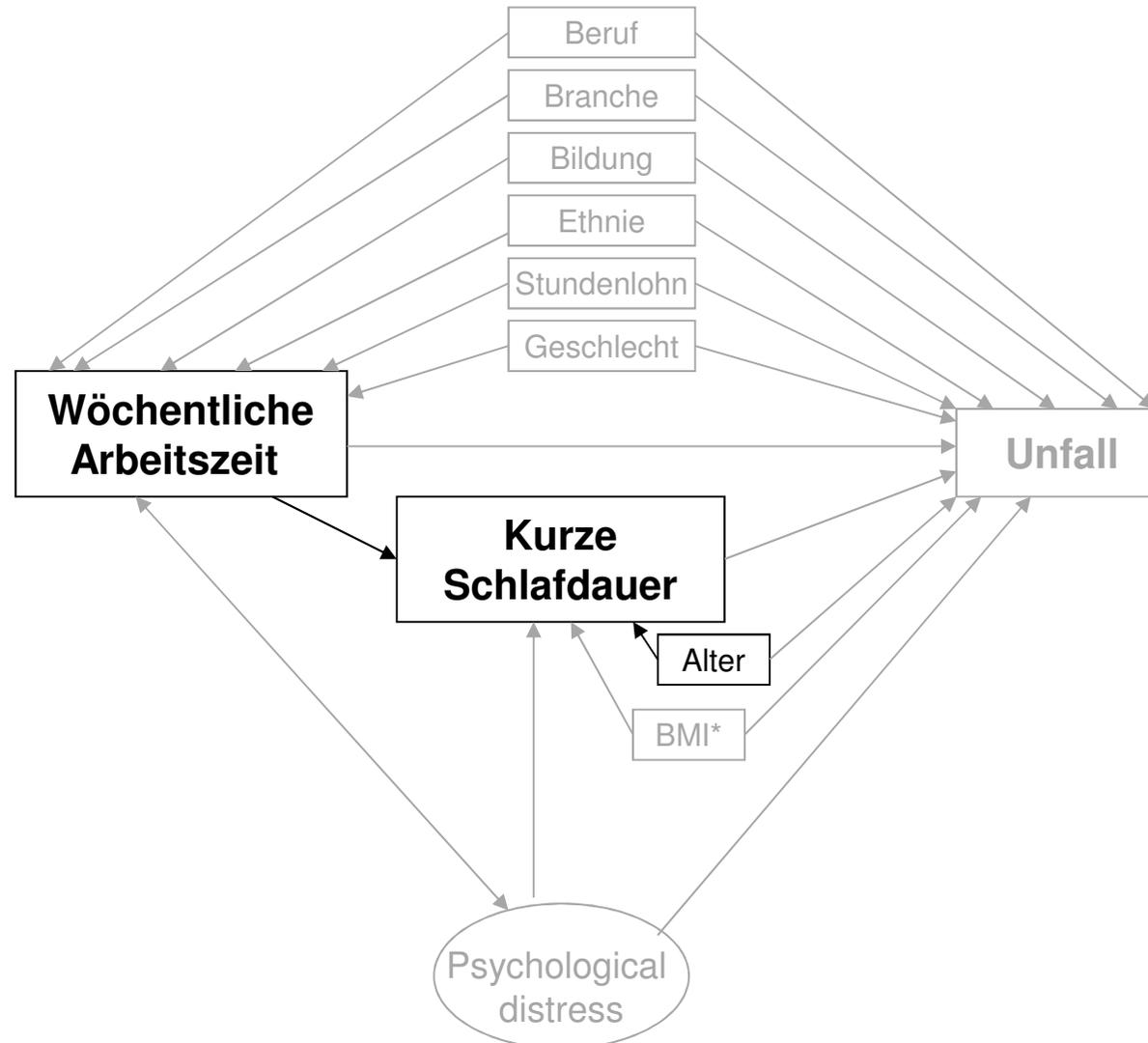
Dembe et al. (2008);  
ILO (<http://laborsta.ilo.org>);  
BLS ([www.bls.gov](http://www.bls.gov));  
Vorausgehende Auswertungen



\*Body Mass Index

# Spezifikation des Modells

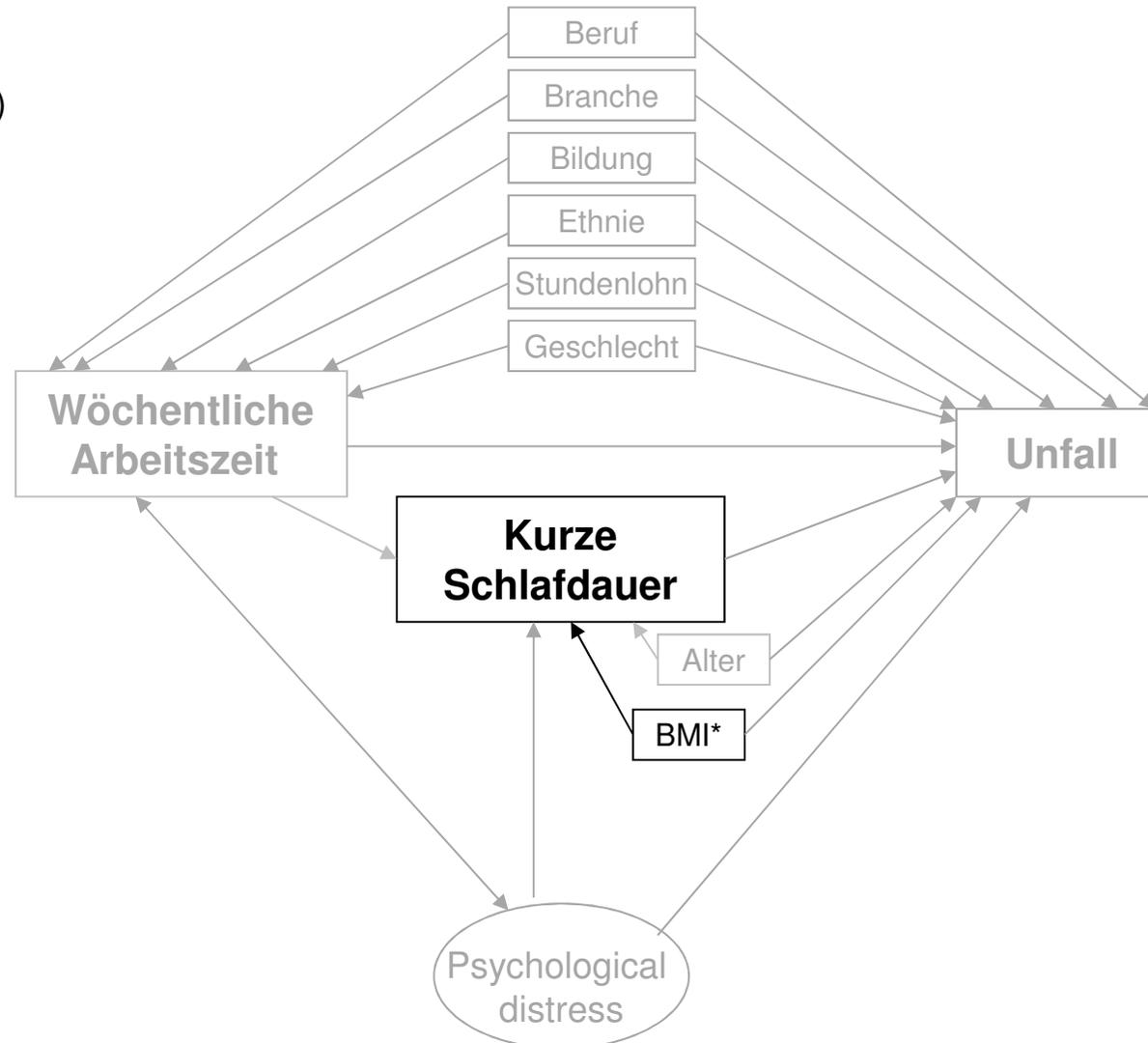
Basner et al. (2007)



\*Body Mass Index

# Spezifikation des Modells

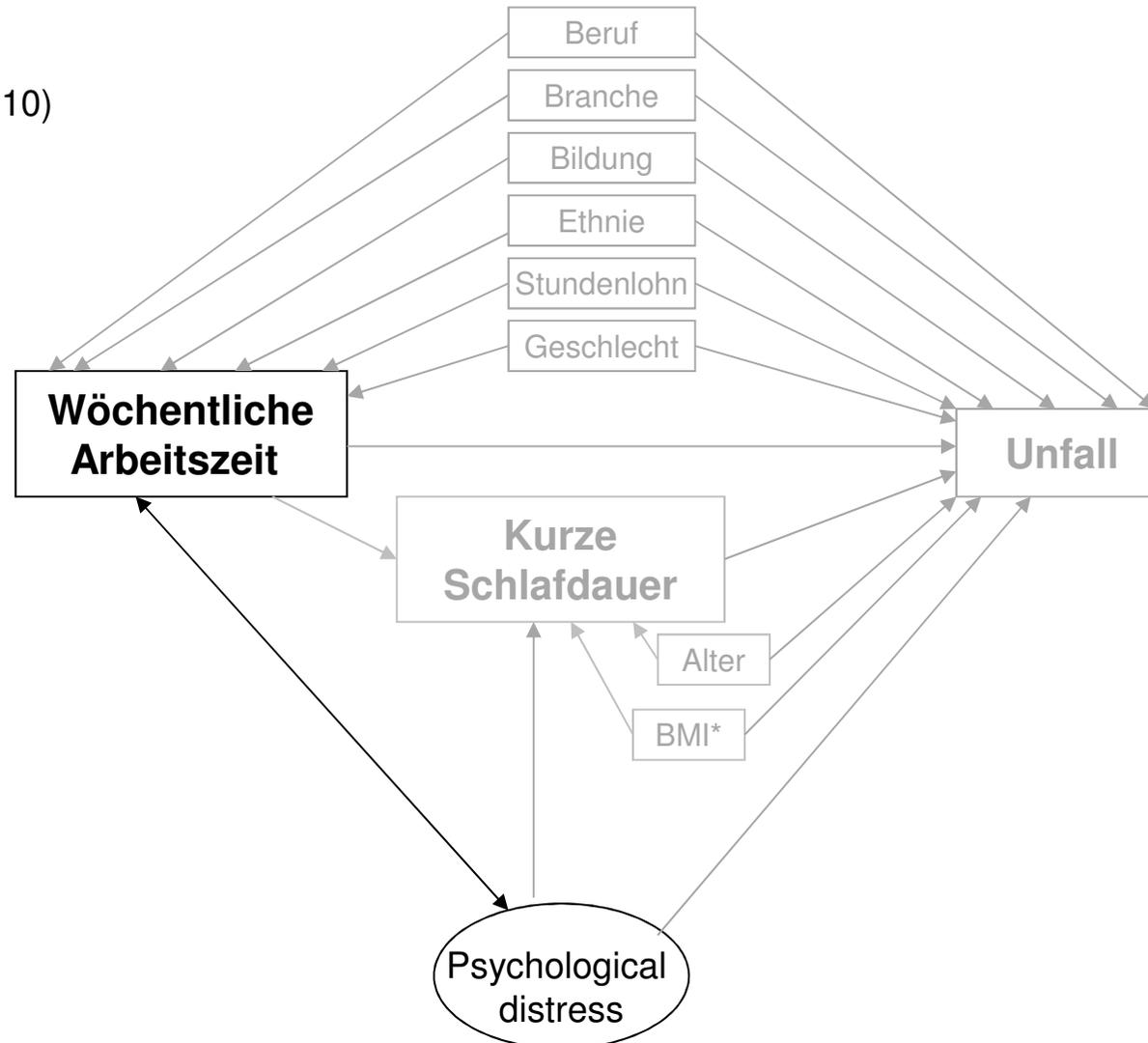
Fogelholm et al. (2007)



\*Body Mass Index

# Spezifikation des Modells

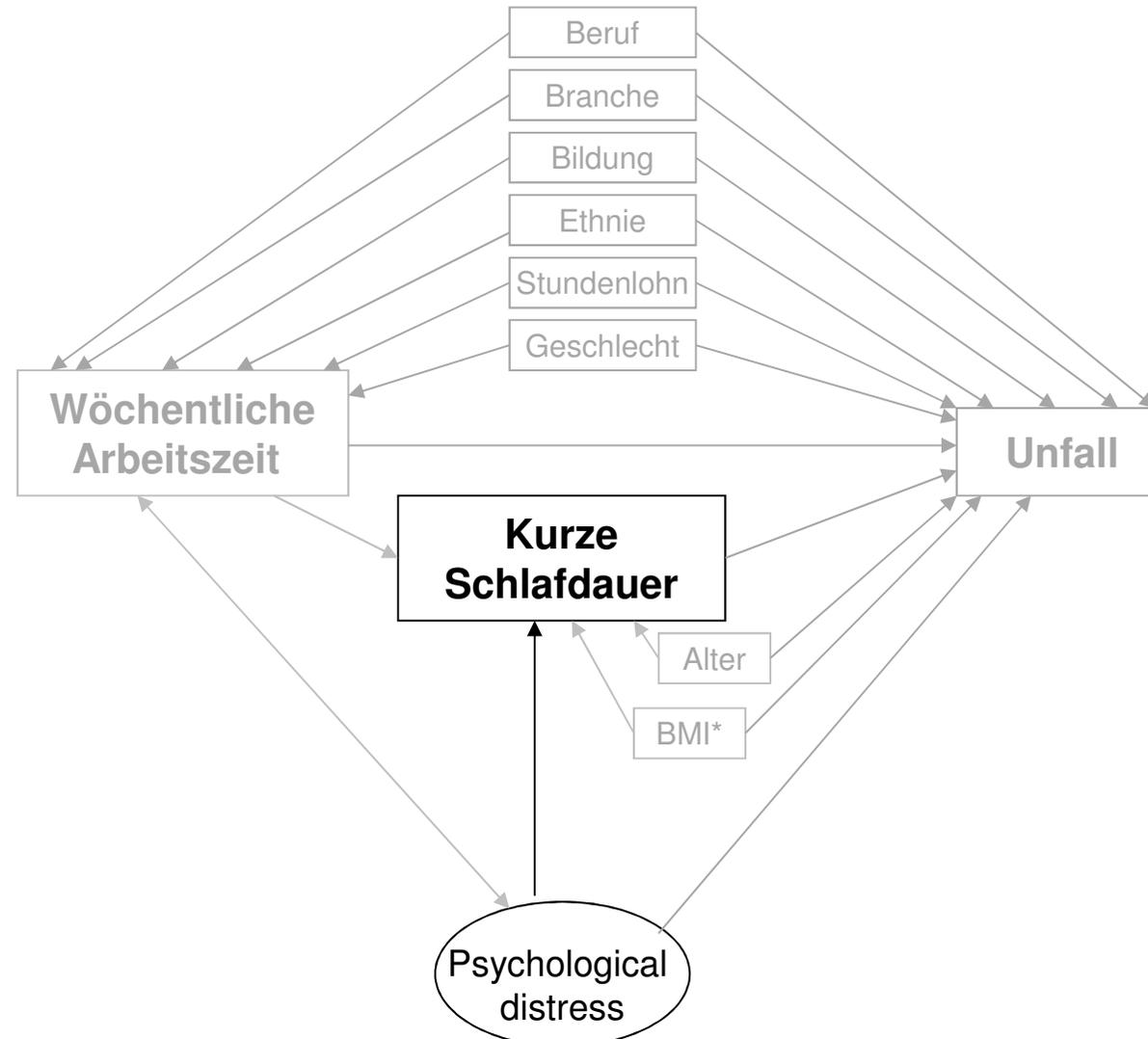
Wirtz & Nachreiner (2010)



\*Body Mass Index

# Spezifikation des Modells

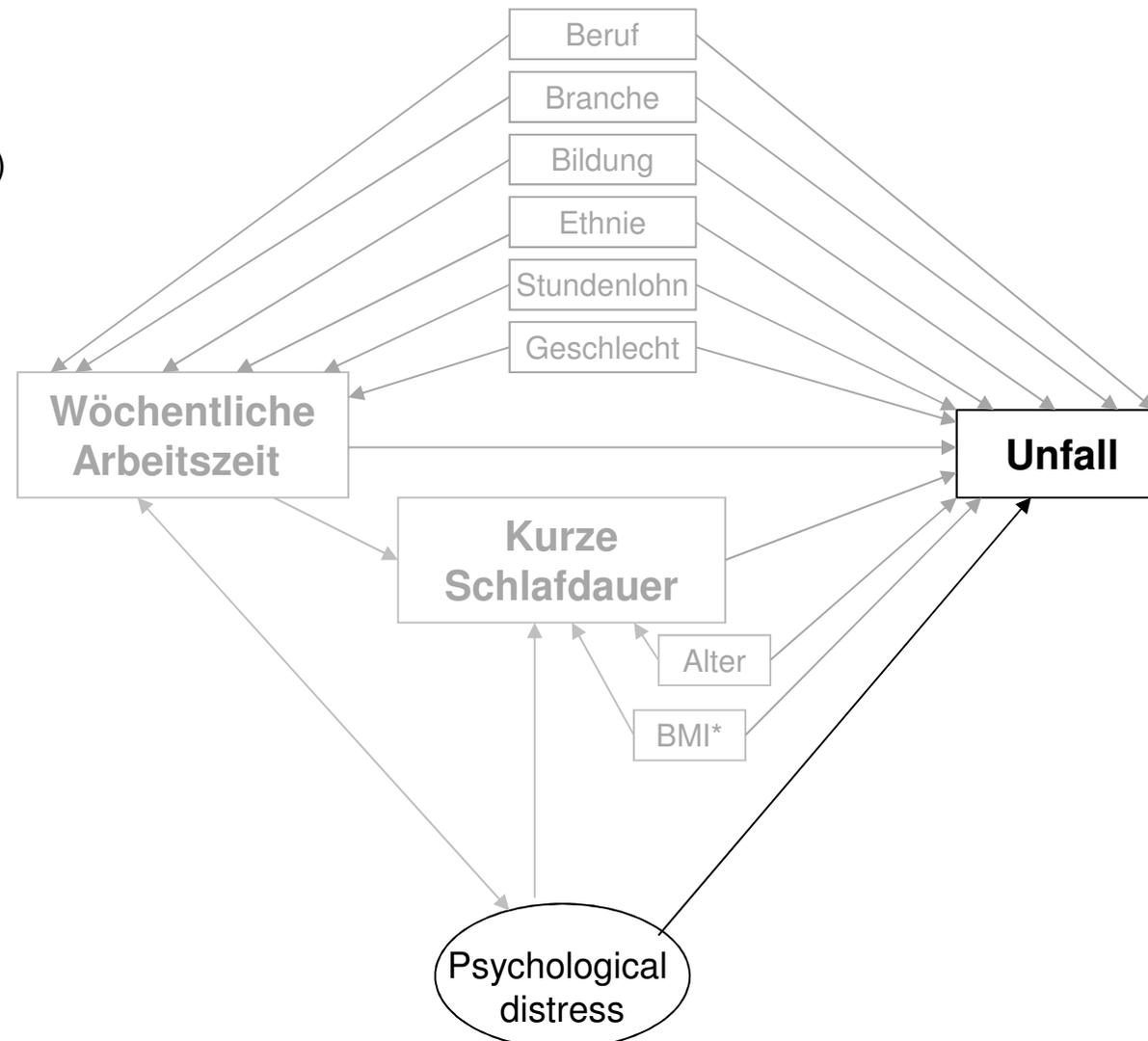
Patel et al. (2006)



\*Body Mass Index

# Spezifikation des Modells

Peele et al. (2005)



\*Body Mass Index