

# Auswirkungen der Covid-19-Pandemie – Modellierung und Prognose mit Hilfe von Betroffenheitsvariablen

Jochen Kneiphof (Axa), Dr. Michael Schüte (Helvetia),  
Dr. Wiltrud Weidner, Dr. Stefan W. Wetzel (Alte Leipziger)



DAV

DEUTSCHE  
AKTUARVEREINIGUNG e.V.



DGVFM

DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR VERSICHERUNGS- UND  
FINANZMATHEMATIK e.V.

virtueller qx-Club Köln/Bonn/Düsseldorf, 07.12.2021

# Ergebnisbericht: Emerging Risks 2020 vom 28.01.2020

## 4.19 Pandemien (Pandemics)

Ein unkontrollierter Ausbruch einer Infektionskrankheit mit hoher spezifischer Sterblichkeit (CFR – case fatality rate, Verhältnis von Gestorbene zu Infizierten) und hoher Reproduktionsrate ( $R_0$  – Anzahl von einer infizierten Person wiederum neu angesteckter Personen) wird als Pandemie bezeichnet. Dabei liegt die größte Gefahr in viralen, per Luft übertragenen Erregern, welche im Rahmen eines „spill over events“ von einem tierischen Wirtsorganismus auf den Menschen übertragen werden. Da Ort, Zeit, Umfang und Erreger eines solchen Ausbruchs extrem schwer vorherzusagen sind und die Wirksamkeit von Kontrollmaßnahmen ebenfalls unklar ist, besteht hier ein emergenter Anteil.

# Ergebnisbericht: Emerging Risks 2020 vom 28.01.2020

## Mögliche Auswirkungen auf Versicherungsunternehmen

Leben/Kranken	Pandemien lösen einen Sterblichkeitsschock aus und führen ebenfalls zu höheren Schäden unter Krankenversicherungsdeckungen. Möglicherweise wird im Nachgang aber die Wichtigkeit einer Absicherung in der Bevölkerung allgemein klarer, so dass das Neugeschäft steigen könnte.
Schaden/Unfall/ Haftpflicht	Pandemien wirken sich – wenn überhaupt – nur sehr indirekt aus, z.B. durch erhöhte Krankenstände, welche die Produktivität generell senken.
Kapitalanlagen	Gewisse Sektoren wie Transport und Tourismus könnten Einbußen erleiden.
Versicherungs- betrieb	Indirekter negativer Einfluss durch erhöhte Krankenstände



# Ursachen falscher Prognosen zu seltenen Ereignissen

Wahrnehmungsfehler durch fehlende Erfahrung

Moralische Risiken

Unterschätzung transitorischer Folgeeffekte

# Agenda

- Einführung in die Idee Schüte
- Datenanforderungen und Umgang mit Betroffenheitsvariablen Weidner
- Betroffenheitsvariablen – Quellen und Beispiele Kneiphof
- Nutzung von Betroffenheitsvariablen in der Tarifierung Wetzel
- Fazit und Ausblick Schüte

UAG Betroffenheit – AG Tarifierungsmethodik – Schadenausschuss

Jochen Kneiphof, Daniel König, Ina Kühnel, Dr. Michael Schüte,  
Dr. Wiltrud Weidner, Dr. Stefan Wetzel

[INTERN]

# Einführung in die Idee

Dr. Michael Schüte  
Helvetia Versicherungen



DAV

DEUTSCHE  
AKTUARVEREINIGUNG e.V.



DGVFM

DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR VERSICHERUNGS- UND  
FINANZMATHEMATIK e.V.

virtueller qx-Club Köln/Bonn/Düsseldorf, 07.12.2021

# Vorbemerkungen zur Tarifgestaltung

- Datenbasis ist dem Untersuchungsgegenstand angemessen, i. d. R. mehrere Jahre verfügbar
- Stabile funktionale Beziehung zwischen der modellierten Zielgröße und den Modellvariablen gegeben
- Tarifmerkmale können durch Umstufungen, Verhaltensänderungen des VN (bspw. Fahrleistung in Kfz) etc. sich in ihrer Verteilung im Bestand ändern: Bei gegebener stabiler funktionaler Beziehung zwischen modellierter Zielgröße (endogen) und Modellvariablen (Tarifmerkmale, exogen) modellinhärent (durch Gewichtung der Tarifzellen) berücksichtigt
- Variablen nicht durch zeitlichen Kontext determiniert

 Schätzung von der Modellstruktur und dem Modellniveau wie gewohnt möglich (GLM mit entsprechender Linkfunktion)



# Veränderungen aufgrund der Covid-19 Pandemie

- Der Umgang mit Covid-19 erfordert (temporäre) externe Maßnahmen:
  - Home-Office-Pflicht
  - Lockdown
  - Mehrwertsteuersenkung
  - ...
- Covid-19 hat (temporäre) Auswirkungen auf das Verhalten der VN
  - Fahrleistung verringert sich aufgrund des Lockdowns
  - Aufgrund vermehrter Home Office-Aktivitäten wird die Wohnung weniger verlassen
  - ...



# Zwischenfazit 1

- Externe Maßnahmen müssen in geeigneter Form als Kovariablen berücksichtigt werden (möglicher Einfluss auf Zielgröße)
- Merkmale erhalten einen Zeitbezug
- Exogene Variable (Kovariable) werden durch den Zeitbezug selbst zu endogenen Variablen
- Dadurch ändert sich möglicherweise auch die Wirkung der exogenen Variablen auf die modellierte Zielgröße
- Im Kontext der Schätzung von Struktur und Niveau ändert sich damit nicht nur das Niveau, sondern auch die Struktur
- Historische Daten können daher zu Prognosezwecken nicht ohne Weiteres extrapoliert werden

# Bisher bekannte Lösungsansätze 1

- Zweistufiger Modellierungsprozess
- Ausschluss des betreffenden Zeitraums bei der Modellierung
  - Modellierung ohne die Daten dieses Zeitraums
  - Hier: Weglassen (mindestens) des Jahres 2020
- Modellierung ohne die Daten aus dem betreffenden Zeitraum (a priori-Modelle, "old normal"))
- Mittels multivariater Residualanalyse Untersuchung der bei der Modellierung nicht berücksichtigten Daten auf Corona-Effekte:
  - Verwendung der Modelle ohne Berücksichtigung des betreffenden Zeitraums als Offset für die Modellierung mit den Daten des weggelassenen Zeitraums
  - Analyse der Differenzen zu den a priori-Modellen: Abweichungen zu "old normal"



## Bisher bekannte Lösungsansätze 2

- Einstufiger Modellierungsprozess
- Einbeziehung aller Daten inklusive der Jahre, für die mögliche Abweichungen vom "old normal" auftreten
- Dann Bilden von Kovariablen und Interaktionen der bisherigen, bei der Modellierung zur Verfügung stehenden Merkmale mit diesen Jahren (hier mit den Statistikjahren 2020 und 2021)
- Berücksichtigung dieser Kovariablen und Interaktionen im Modellierungsprozess: Auswahl und Berücksichtigung im Modell gemäß dem herkömmlichen Auswahlverfahren bei der Modellierung

## Zwischenfazit 2

- Lösungsansatz 1 (zweistufige Verfahren) liefert im Rahmen der Modellierung nicht unbedingt das beste Ergebnis
- Lösungsansatz 2 (einstufige Verfahren) führt zu einer Aufblähung der zu berücksichtigenden Tarifmerkmale, da für jedes bereits existierende Merkmal eine Interaktion mit den Jahren 2020/2021 gebildet werden muss
- Zugrundeliegenden Effekte werden bei beiden Verfahren nicht separiert
- Eine Prognose im Sinne eines "new normal" ist somit nicht möglich
- Daher: Berücksichtigung von Variablen, mit denen sich die relevanten Zeiträume charakterisieren lassen



# Idee: Bildung von Betroffenheitsvariablen

- Betroffenheit (externe Maßnahmen/Verhaltensänderung) wird durch neue Variablen direkt am Exposure berücksichtigt
- Die Effekte werden separierbar und einzeln analysierbar
- Bei der Modellierung werden diese neuen Variablen explizit einbezogen
- Eine Schätzung erfolgt dann mit den bekannten Methoden
- Durch Prognose dieser neuen Variablen kann damit auch eine Prognose für das Gesamtmodell erfolgen
- Aber auch:
  - Anforderungen an Datenaufbereitung steigen
  - Datenmenge vergrößert sich erheblich

# Datenanforderungen und Umgang mit Betroffenheitsvariablen

Dr. Wiltrud Weidner



DAV

DEUTSCHE  
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

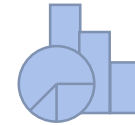
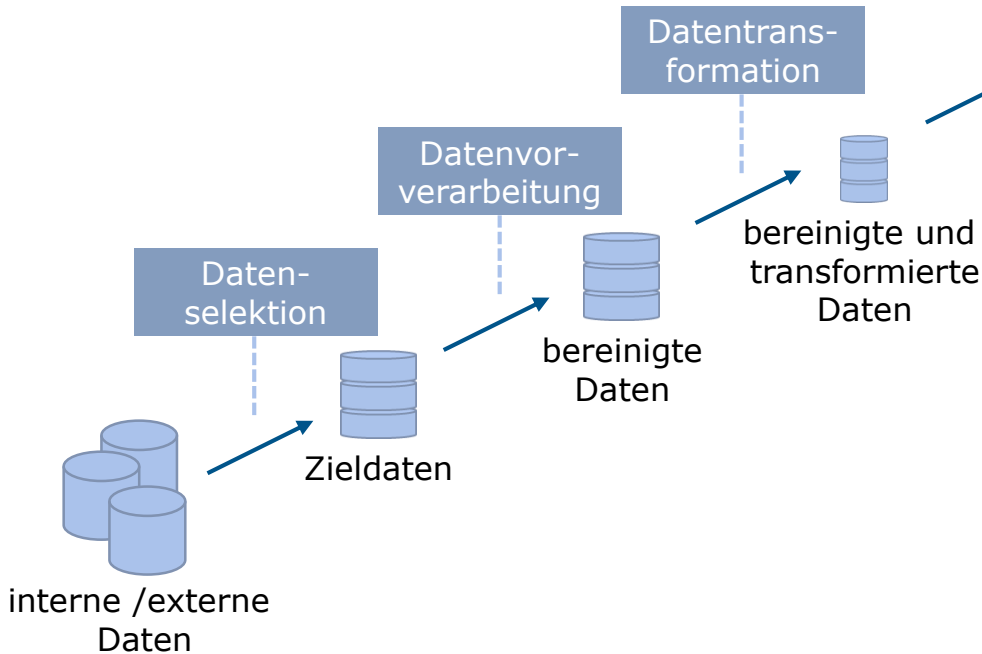


DGVFM

DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR VERSICHERUNGS- UND  
FINANZMATHEMATIK e.V.

virtueller qx-Club Köln/Bonn/Düsseldorf, 07.12.2021

# Datenverständnis/-aufbereitung



## Anzustrebende Form

Betroffenheitsvariable

- **Name**: Kürzel / Label der Variablen;
- **Datentyp**: qualitative oder quantitative Merkmalsausprägungen;
- **Wertebereich**: Einordnung der beobachtbaren und messbaren Werte, Ausschluss/ Ersetzung fehlender Werte;
- **n-dimensionale Hierarchie**: Zeitraumbezug, Regionalität, Berufsbezug, usw.

# Datenanforderung

## Beispiel Homeoffice & Homeschooling nach Bundesland und Monat

Bundesland	Jahr	Monate	Homeoffice-Quote	Homeschooling-Quote
Bayern	2019	Alle	10%	0%
Bayern	2020	Jan-Feb	15%	0%
Bayern	2020	Mär-Apr	80%	100%
Bayern	2020	Mai-Okt	50%	40%
Bayern	2020	Nov	70%	40%
Bayern	2020	Dez	80%	90%
...	...	...	...	...
Mecklenburg-Vorpommern	2020	Mär-Apr	50%	100%
...	...	...	...	...

## Beispiel bundesweite Maßnahmen

Beginn	Ende	Beschreibung	Kontaktbeschränkung	Ausgangssperre
22.03.2020	19.04.2020	Lockdown 1	hoch	strikt
20.04.2020	15.06.2020	Lockdown light 1	mittel	keine
17.10.2020	01.11.2020	Lockdown light 2	mittel-hoch	mittel
02.11.2020	15.12.2020	Teil-Lockdown	hoch	mittel
16.12.2020	10.01.2021	Lockdown 2	hoch	mittel-strikt
...	...	...	...	...



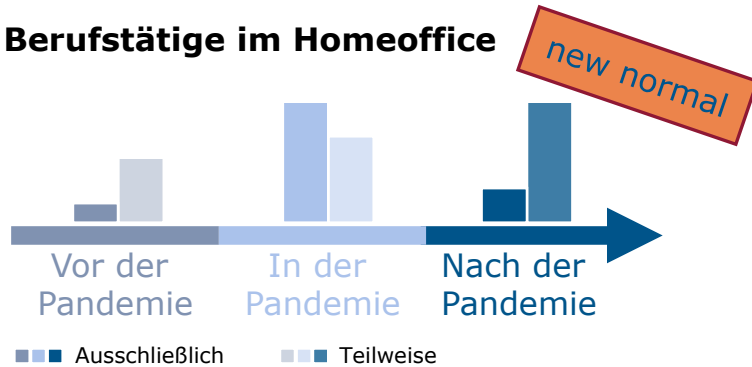
## Kriterienkatalog

- **Ursachenorientierter Zusammenhang** der Betroffenheit von Corona auf das Exposure;
- **Granulare Erfassung** und saubere Trennung von Ereignissen und politischen Entscheidungen sowie deren Umsetzung;
- Qualitative und soweit möglich **quantitative Erfassbarkeit** der Betroffenheit von Corona und die dagegen getroffenen Maßnahmen;
- **Zuordenbarkeit des jeweiligen Zeitabschnitts** in der Entwicklung der Corona-Pandemie an den entsprechenden Zeitabschnitt des Exposures;
- **Statistische Eigenschaften**: Stabilität, Objektivität, Reliabilität, Validität.

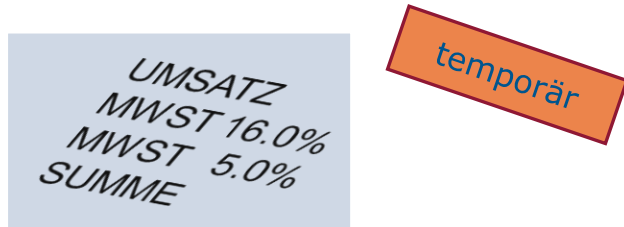


# Fortschreibung

## Berufstätige im Homeoffice



## Absenkung der Mehrwertsteuer



## Prognose eines zugrundeliegenden Trends

- I.d.R. Anwendung einer **Trendexploration** als relativ einfaches Prognoseverfahren;
- Rückgriff auf **Zeitreihen** und nicht lediglich auf die von der Corona-Pandemie beeinflussten Jahre;
- Zeitnahe Verfügbarkeit **aktueller Entwicklungen** der Betroffenheitsvariablen im Vergleich zu üblichen Kalkulationsdaten;
- Beschränkung auf eine Betroffenheitsvariable je Modell zur Vermeidung von **Abhängigkeiten**;
- Anwendung der Trendanalyse auf (saisonal) bereinigte Daten.

# Quellen für Betroffenheitsvariablen

Jochen Kneiphof  
(AXA)



DAV

DEUTSCHE  
AKTUARVEREINIGUNG e.V.



DGVFM

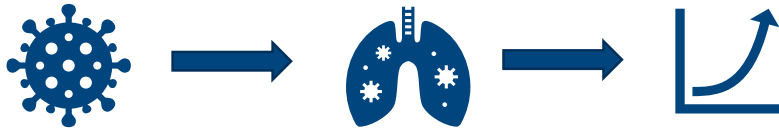
DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR VERSICHERUNGS- UND  
FINANZMATHEMATIK e.V.

virtueller qx-Club Köln/Bonn/Düsseldorf, 07.12.2021

# Disclaimer

- Während der Covid-19 Epidemie in Deutschland hat sich die Struktur der Datenlage permanent weiterentwickelt, insbesondere was
  - beobachtete Kennzahlen,
  - Interpretation der Kennzahlen,
  - Aufbereitung und Granularität der Datenquellen und
  - Struktur der Datenhaltung und Zurverfügungstellung betrifft
- Daher ist die Darstellstellung der Datenquellen nur ein Snapshot der derzeitigen (genauer: 10.2021) Situation und ggfls. muss für jede neue Analyse und bei Aktualisierung die Datenlage neu gesichtet werden.

# Statistik der Pandemie in Deutschland



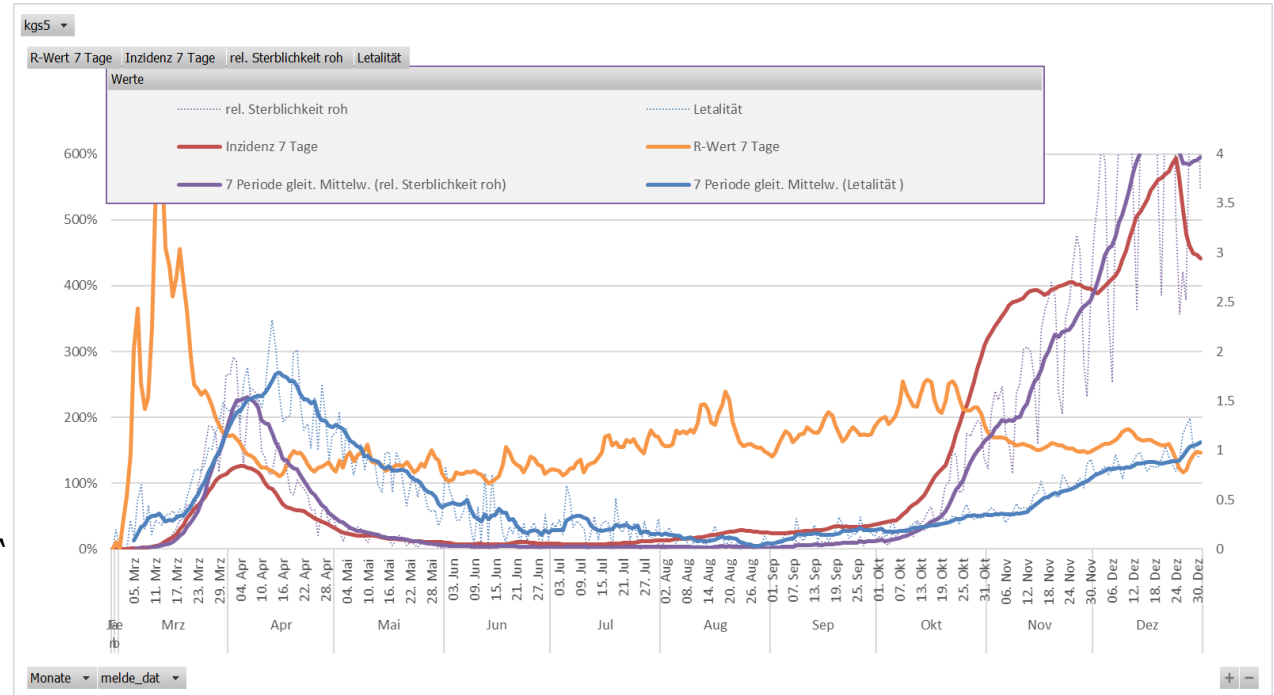
- Quellen: RKI ([https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/nCoV.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/nCoV.html))  
DIVI- Intensivregister (<https://www.intensivregister.de/#/aktuelle-lage/reports>)
- Inhalt: Anzahl Infektionsfälle u. Todesfälle nach Meldung der Gesundheitsämter, Testmengen und -ergebnisse, Impfmonitor, Intensivbehandlungen
- Aktualisierung: wöchentlich bis täglich, regelmäßig aktualisiert
- Granularität: regional bis KGS5,
- Abgeleitete Variablen: relative Kennzahlen bezogen auf die Bevölkerungszahl (Inzidenz, Sterblichkeit), R-Wert, Letalität, Auslastung der Intensivstationen

# Statistik der Pandemie in Deutschland - Beispiel



## Kennzahlen aus RKI-Statistik für 2020:


- Glättungen nötig (R-Wert)
- Dimensionsverschiebungen (Inzidenz)
- Korrelation mit zeitlicher Verzögerung (R-Wert → Inzidenz, Inzidenz → Sterblichkeit)
- kontinuierliche Variablen → Bildung von Clustern
- Einfluss externer Faktoren (z.B. auf Letalität)
- Wie sieht das „New Normal“ nach der Pandemie aus?



# Lockdownmaßnahmen als Betroffenheitsvariablen



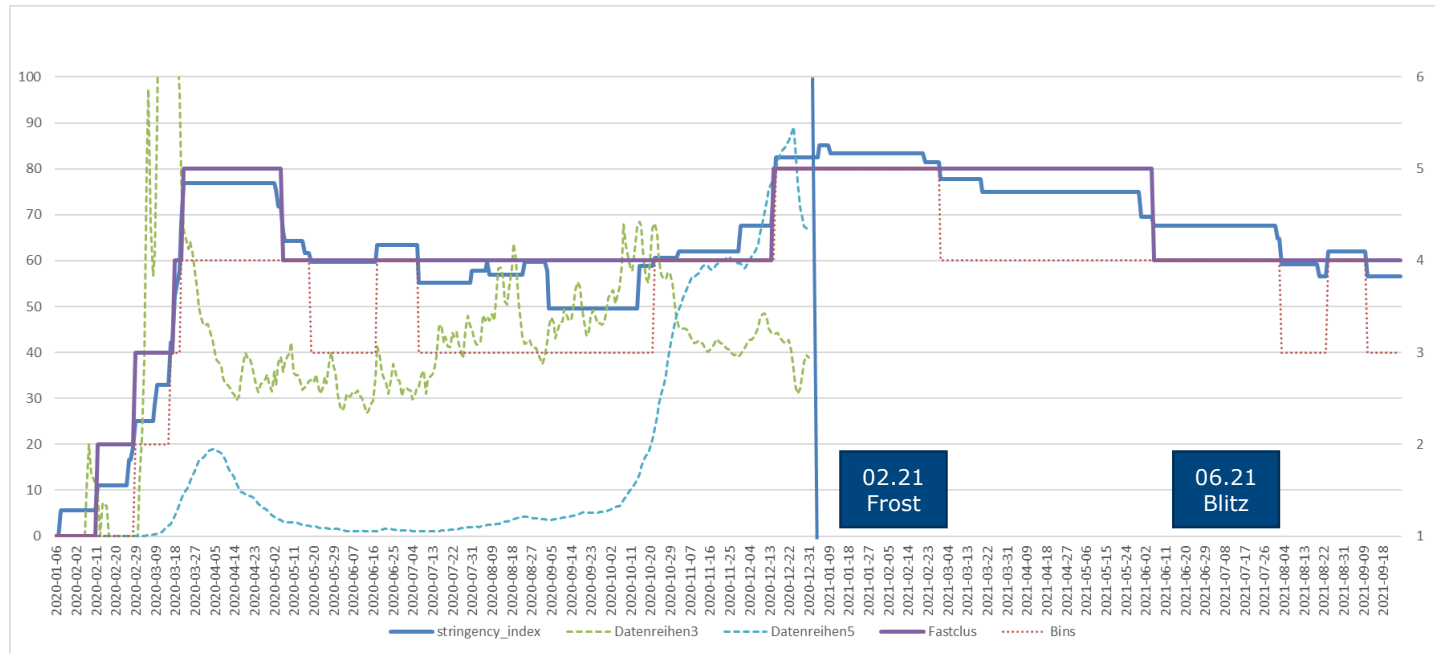
Our World In Data

- Ansatz: Nicht nur die Messwerte der Pandemie haben einen direkten Einfluss auf das Risiko sondern die auch Lockdownmaßnahmen
- Beispiel: Homeofficequote → Fahrleistung, Kontakte → Haftpflicht, Ausgangsverbot → Brandrisiko, Mobilität → Einbruch
- Problem:
  - zeitliche Abgrenzung der Maßnahmen
  - lokale Zersplitterung (Bund → Länder → Gemeinden)
  - Quantifizierung einzelner Maßnahmen
  - Scoring verschiedener Maßnahmen
- Eine Lösung: Stringency-Score aus „Our World in Data“ 
- Problem: Ein „New Normal“ ist aus diesen Daten nicht abzuleiten

# Lockdownmaßnahmen als Betroffenheitsvariablen



- Stringency-Score aus OVID und Cluster / 5 Bins à 20% zum Vergleich R-Wert und 7-Tage Inzidenz 2020 und Saisoneffekte in 2021



[INTERN]

# Hinweis: Corona Datenplattform



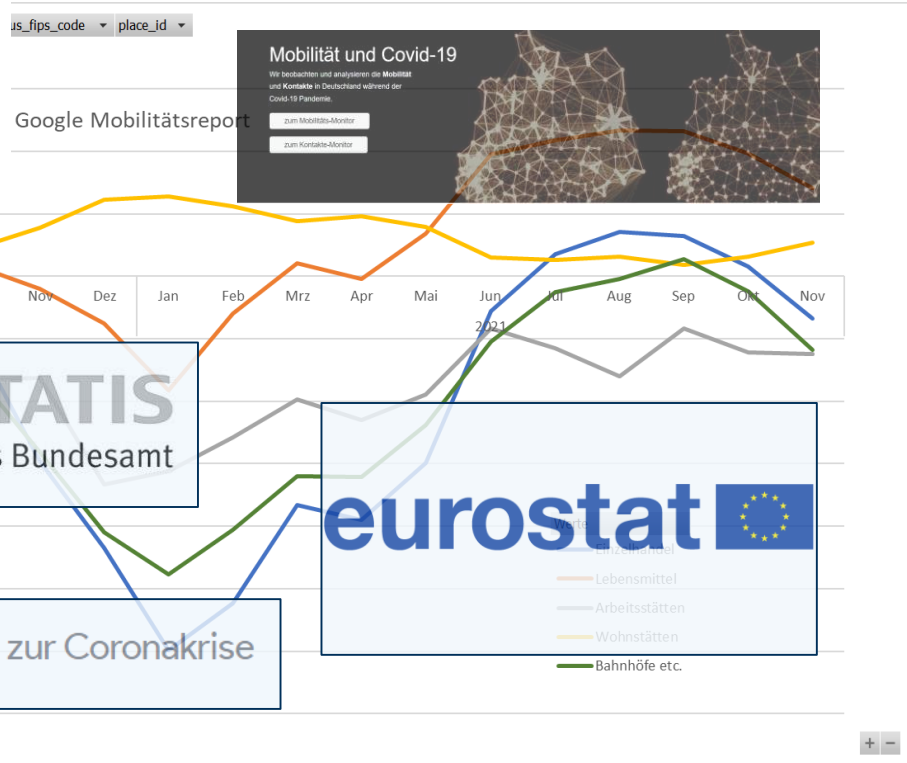
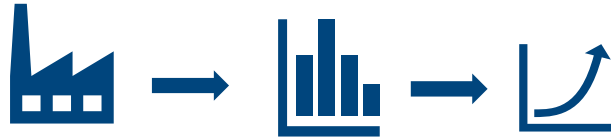
infas

Im Auftrag des  
Bundesministeriums  
für Wirtschaft und  
Energie

- Ansatz: Sammlung von pandemiebezogenen Daten durch das BMWK und Infas
- Beispiele: zur Zeit 45 Datensätze aus verschiedensten Bereichen
- Für nicht-amtliche Nutzung und außerhalb von Forschungsprojekten ist der Zugang kostenpflichtig. Daher für die Untersuchung der DAV-Arbeitsgruppe „out of cope“.
- Aber: Eine Reihe aufgeführter Indikatoren sind Fortschreibungen von Statistiken aus Destatis/Genesis und anderen öffentlichen Quellen →



# Allgemeinere Aktivitätsdaten als Betroffenheitsvariablen



Bundesagentur für Arbeit  
Statistik

# Nutzung von Betroffenheitsvariablen in der Tarifierung

Dr. Stefan W. Wetzel  
ALTE LEIPZIGER Versicherung AG



DAV

DEUTSCHE  
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

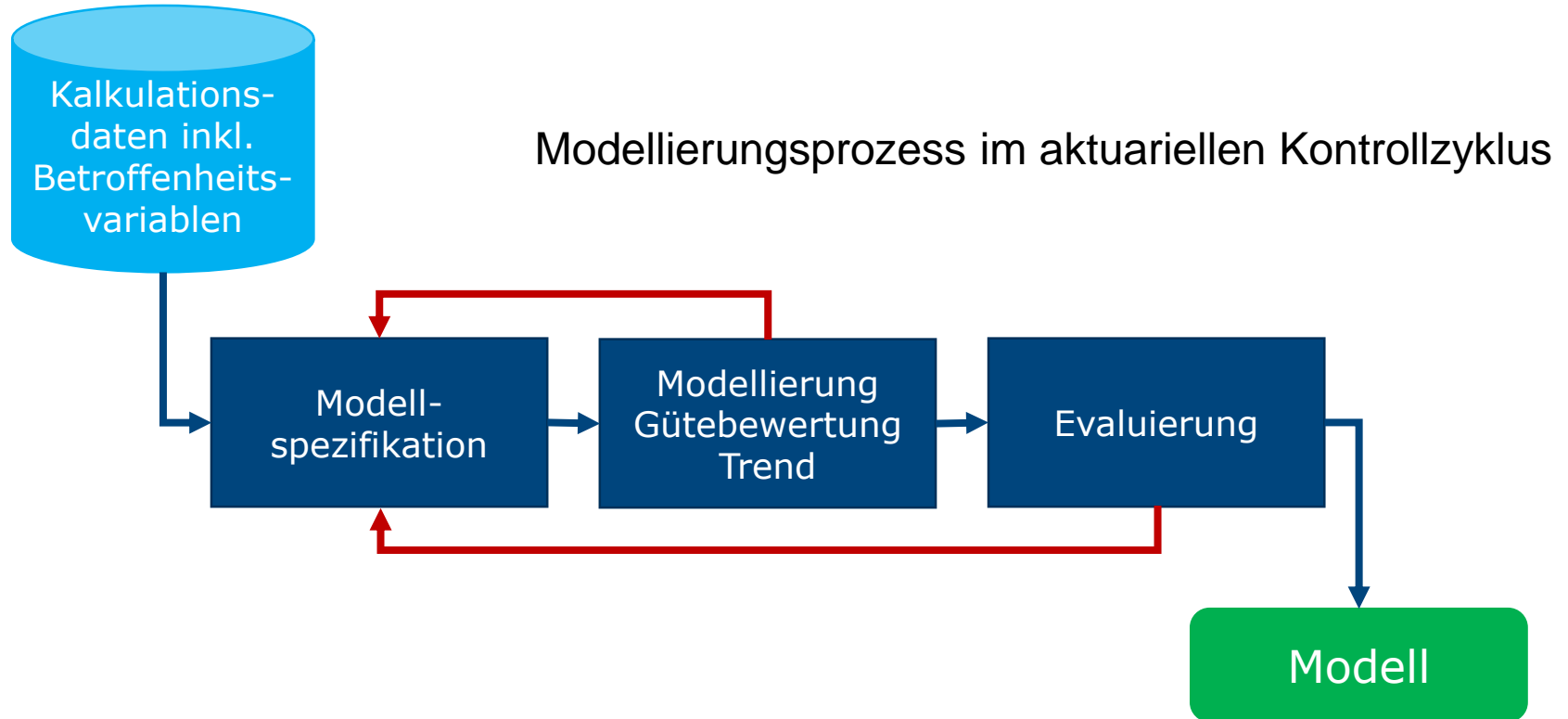


DGVFM

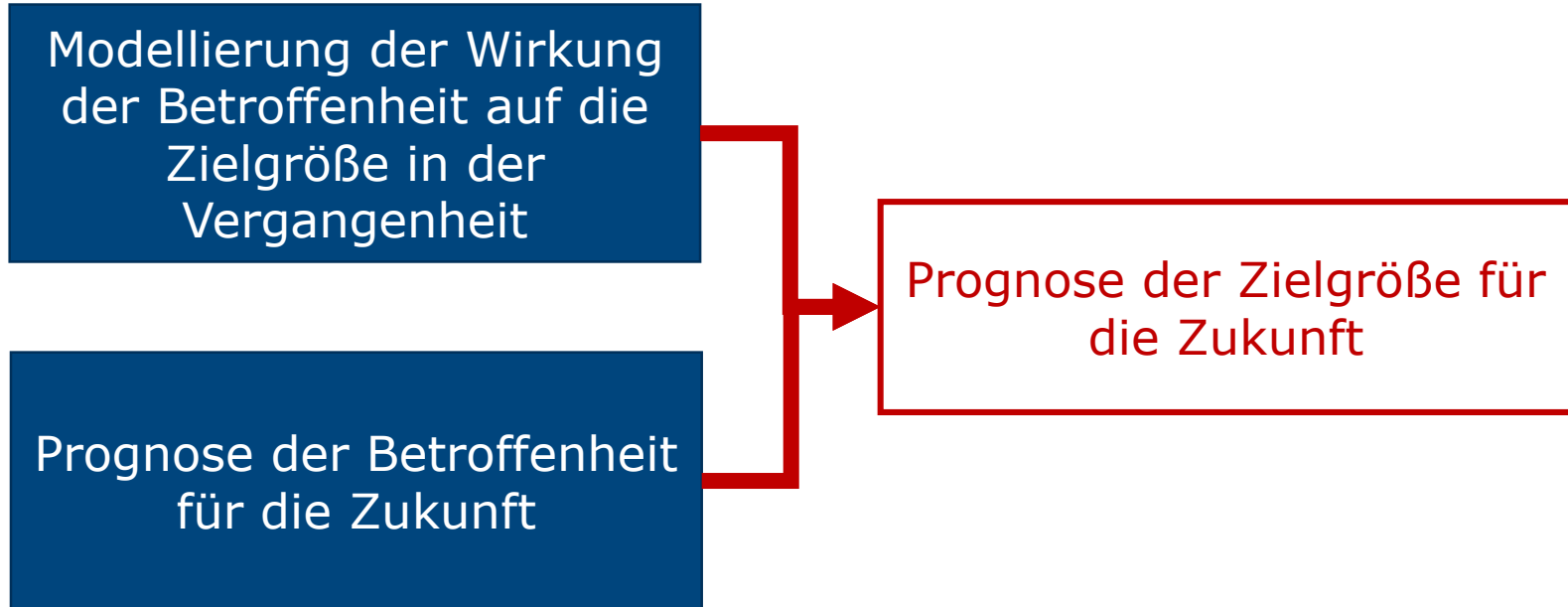
DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR VERSICHERUNGS- UND  
FINANZMATHEMATIK e.V.

virtueller qx-Club Köln/Bonn/Düsseldorf, 07.12.2021

# Vorgehensmodell Modellierung



# Ziel der Betroffenheitsmodellierung



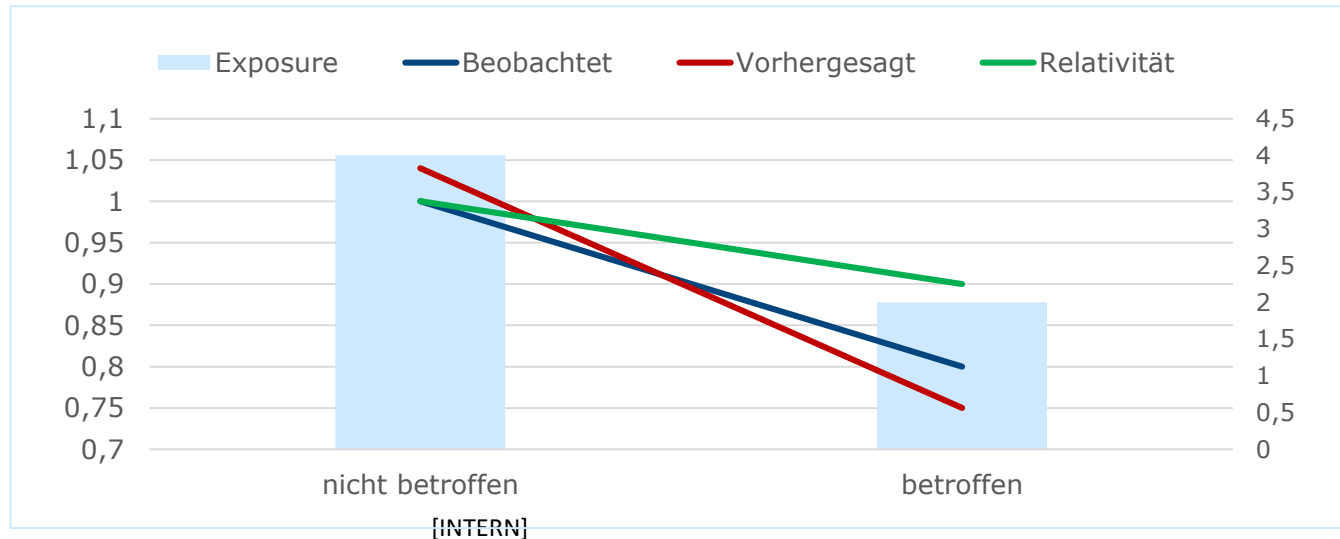


# Erklärung anhand der Verwendung in GLMs

- Allgemein bekannt
- Transparent und zugänglich
- Annahme: Geeignete Verteilung & Linkfunktion sind gewählt
- Fokussierung auf die Wahl des Linearen Prädiktors
  - Wahl geeigneter Kovariablen
  - Modellierung notwendiger Interaktionen

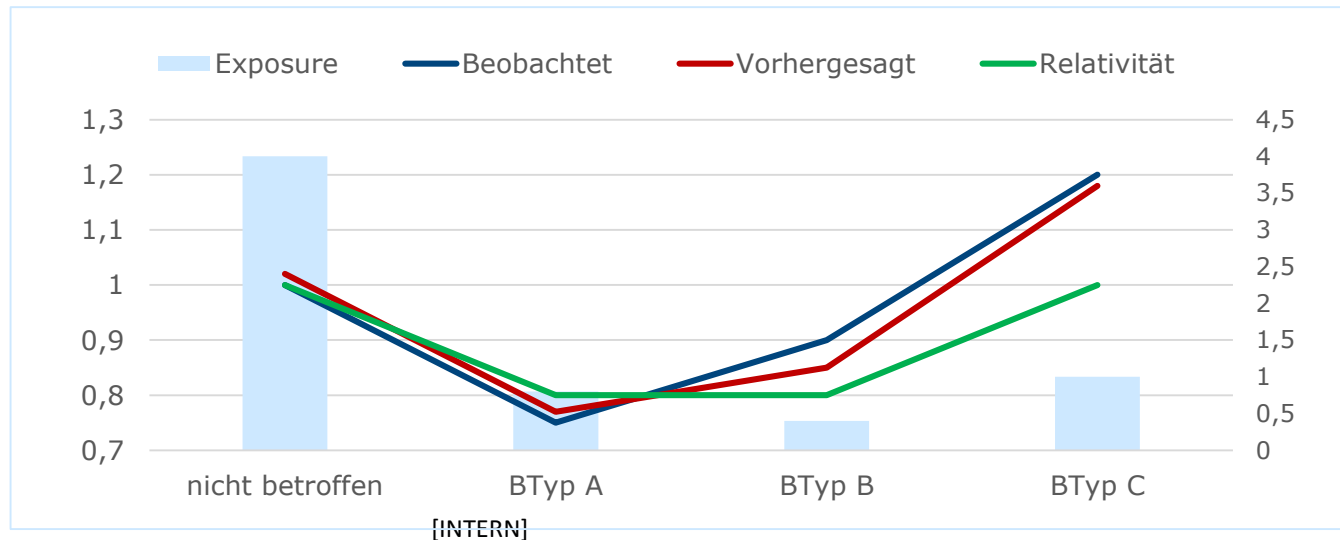
# Wahl eines geeigneten linearen Prädiktors

$$\eta_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_{ij} + \gamma b_i$$



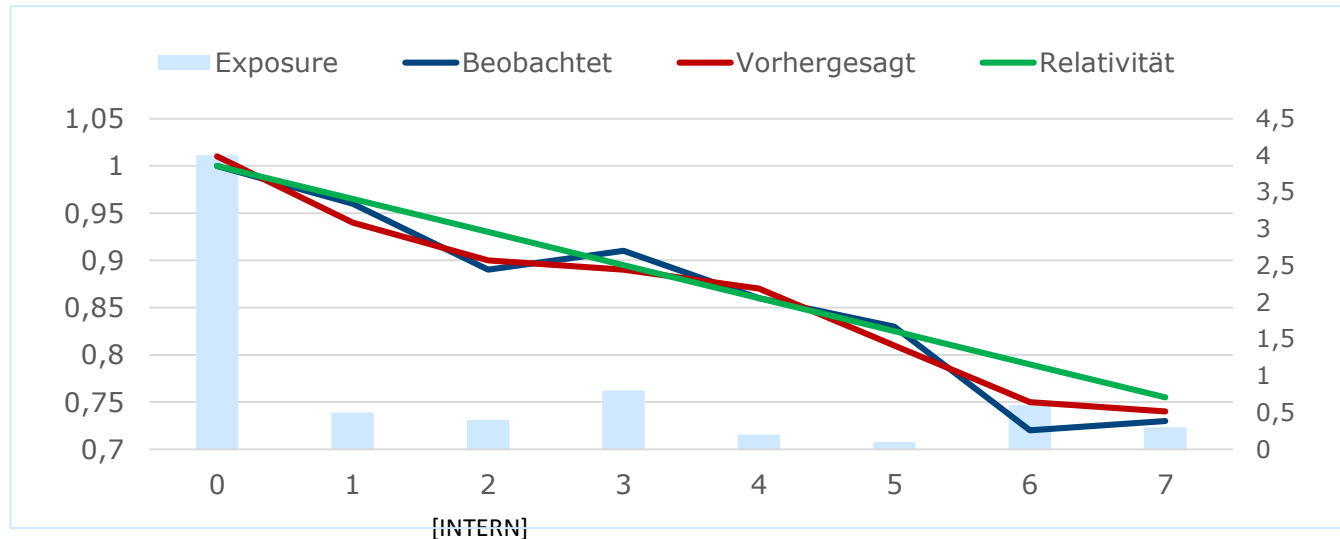
# Wahl eines geeigneten linearen Prädiktors

$$\eta_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_{ij} + \sum_k \gamma_k b_{ik}$$



# Wahl eines geeigneten linearen Prädiktors

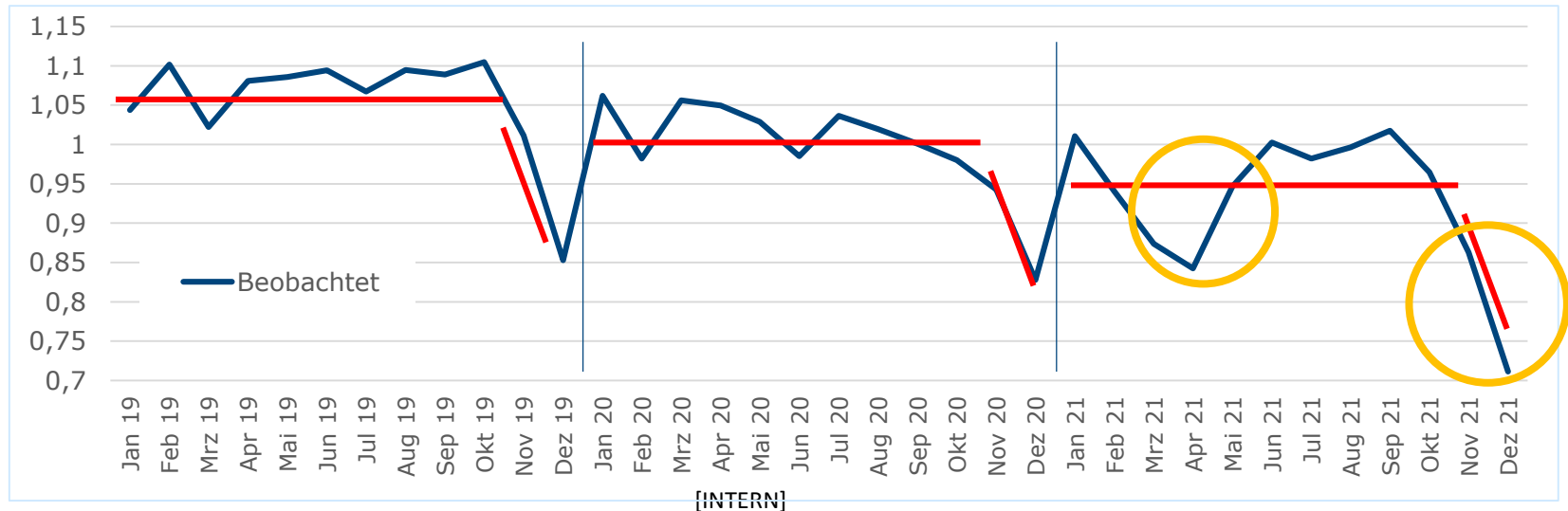
$$\eta_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_{ij} + \sum_k \gamma_k f_k(b_i)$$





# Saisonalität

$$\eta_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_{ij} + \sum_k \gamma_k f_k(b_i) + \sum_l \delta_l g_l(s_i)$$





## Einige Tipps

- Kausalität wird durch Modellierung nicht nachgewiesen!
  - Überprüfen Sie Ihr Ergebnis auch an alternativen Prognoseansätzen.
  - Überprüfen Sie Ihre Prognose mittels alternativer Szenarien.
- Überprüfen Sie die Eignung mehrerer Betroffenheitsvariablen – nutzen Sie aber (vorerst) nur eine. Seien Sie sparsam mit Interaktionen.
- Eine Prognose erfordert ein konkretes Verständnis der Modellwirkung.
  - Wählen Sie ein geeignetes Modellierungsframework.
- Überprüfen Sie auch andere saisonale Sondereffekte außer Corona.

# Fazit und Ausblick

Dr. Michael Schüte  
Helvetia Versicherungen



DAV

DEUTSCHE  
AKTUARVEREINIGUNG e.V.



DGVFM

DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR VERSICHERUNGS- UND  
FINANZMATHEMATIK e.V.

virtueller qx-Club Köln/Bonn/Düsseldorf, 07.12.2021

# Fazit und Ausblick

- Datenmenge nimmt aufgrund einer höheren Granularität zu
- Es bedarf einer sorgfältigen Datenaufbereitung
- Betroffenheitsvariablen dann sinnvoll, wenn Kalkulationsdaten durch externe, temporale Faktoren beeinflusst werden
- Durch Fortschreibung der Betroffenheitsvariablen lässt sich eine bessere Prognose für das Gesamtmodell erstellen
- Weitere Anwendungsmöglichkeiten:
  - Bei zeitlich begrenzten Maßnahmen/Verhaltensänderung wie z. B. in der Finanzkrise
  - Bei allmählichen Maßnahmen/Verhaltensänderungen wie z. B. in Folge des Klimawandels
- Bei Strukturbrüchen können Betroffenheitsvariable wertvolle Hinweise auf die grundlegende Richtung des Strukturbruchs geben

# Fragen?



DAV

DEUTSCHE  
AKTUARVEREINIGUNG e.V.



DGVFM

DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR VERSICHERUNGS-UND  
FINANZMATHEMATIK e.V.

Jochen Kneiphof (Axa), Dr. Michael Schüte (Helvetia),  
Dr. Wiltrud Weidner, Dr. Stefan W. Wetzel (Alte Leipziger)

virtueller qx-Club Köln/Bonn/Düsseldorf, 07.12.2021