



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

PROF. DR. GÖRAN KAUEMANN
LEHRSTUHL FÜR STATISTIK UND IHRE
ANWENDUNGEN IN WIRTSCHAFTS-
UND SOZIALWISSENSCHAFTEN



Institut für Statistik · Ludwigstr. 33 · 80539 München

Prof. Dr. Göran Kauermann

Telefon +49 (0)89 2180-6253

Telefax +49 (0)89 2180-5040

goeran.kauermann@lmu.de

www.stat.uni-muenchen.de

Postanschrift:
Ludwigstr. 33/II
80539 München

Ihr Zeichen, Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen

22/ Dezember 2021

Bericht Nr. 6 zur COVID-19 Pandemie im Saarland

Göran Kauermann, Michael Windmann

Empirisch-statistische Effekte von Impfungen und Booster-Impfungen.

Die Effektivität der COVID-19 Impfstoffe wurde im CoDAG Bericht Nr. 23 analysiert mittels Daten zu Impfdurchbrüchen aus den Wochenberichten des Robert Koch-Instituts (RKI). Eine Einschätzung zur Wirkung der Auffrischungs-Impfungen (Booster-Impfungen) wird nachfolgend mit Hilfe der COVID-19 Meldedaten des Saarlands geben.

Datengrundlage:

Wir schränken die Analyse auf Personen ein, die 60 Jahre oder älter sind (60+), da einerseits diese Altersgruppe mit höherer Wahrscheinlichkeit einen schweren Verlauf bei einer Infektion hat und andererseits die zweite Impfung bei vielen Personen schon länger zurück liegt und damit die Quote der Personen, die schon eine Booster-Impfung erhalten haben, sehr hoch ist. Zum Stand 21.12.21 haben im Saarland 62,6% der Personen dieser Altersgruppe eine Booster-Impfung erhalten. Mindestens zwei Impfungen haben 93,8% der über 60 Jährigen erhalten.

Die COVID-19 Meldedaten des Saarlands enthalten Informationen zu den Impfungen der einzelnen Fälle. Durch den starken Anstieg der Fälle in den letzten Wochen stieg

auch der Anteil Fälle, bei denen der Impfstatus nicht bekannt ist (nicht erhoben bzw. nicht ermittelbar). Abbildung 1 zeigt die Verteilung des Impfstatus für die Kalenderwochen 26 bis 50 aller Meldefälle.

Schränkt man die Meldefälle ein auf hospitalisierte Fälle so zeigt sich, dass der Anteil mit unbekanntem Impfstatus tendenziell geringer ist. Abbildung 2 zeigt die Verteilung des Impfstatus für hospitalisierte Fälle in den Wochen 26 bis 50.

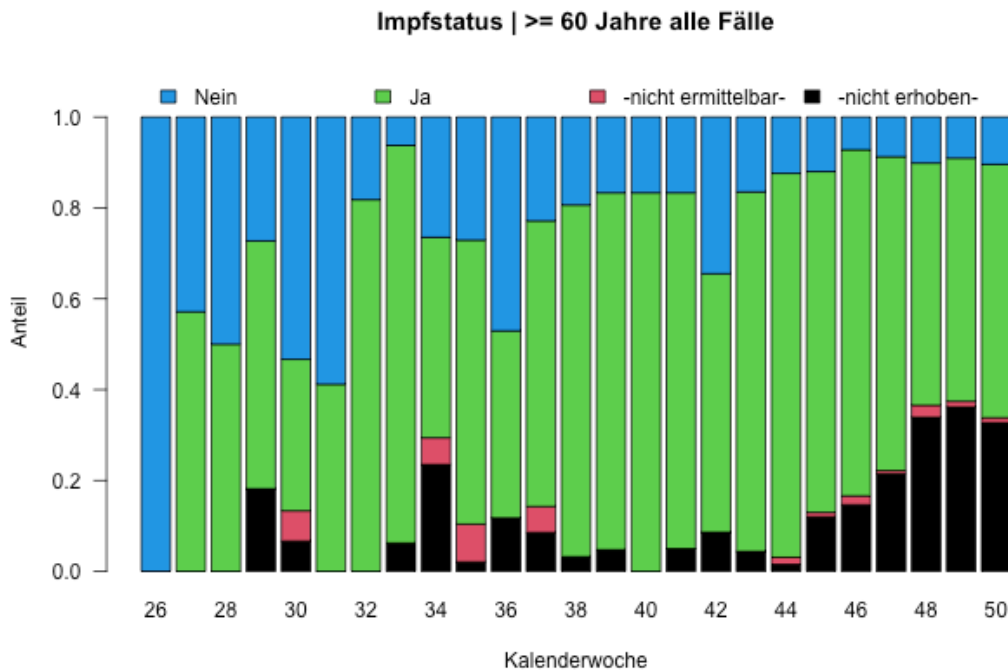


Abbildung 2: Verteilung des Impfstatus der über 60 Jährigen in den Wochen 26 bis 50. Daten LKI Saarland, Darstellung: CoDAG LMU.

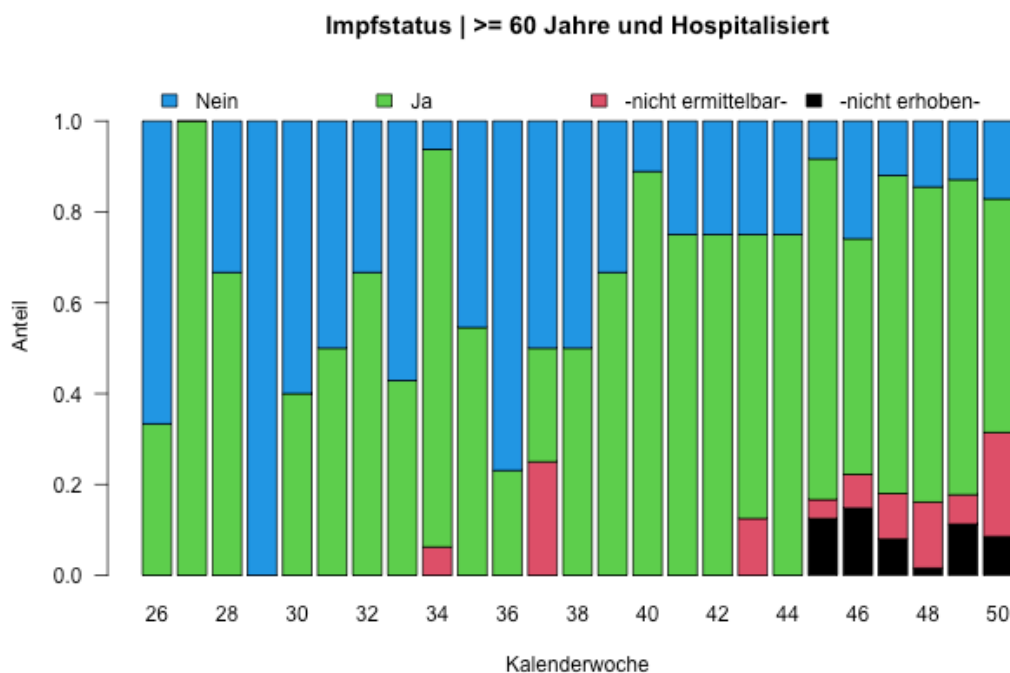


Abbildung 1: Verteilung Impfstatus über 60 Jährige und hospitalisierte Fälle in den Wochen 26 bis 50. Daten LKI Saarland, Darstellung: CoDAG LMU

In beiden Grafiken erkennt man eine deutliche Zunahme der Fälle mit unbekanntem Impfstatus ab Woche 45. Für die hospitalisierten Fälle ist für die Wochen 48 bis 50 ein geringerer Anteil zu beobachten. Auffällig ist bei den hospitalisierten Fällen auch der höhere Anteil mit dem Status „nicht ermittelbar“.

Für eine statistische Abschätzung des Effekts der Booster-Impfungen schließen wir die hospitalisierten Fälle mit unbekanntem Impfstatus von der weiteren Analyse aus. Vor dem Hintergrund, dass der Anteil mit unbekanntem Impfstatus bei hospitalisierten Fällen geringer ist, scheint diese Annahme gerechtfertigt. Dies ermöglicht die Abschätzung des Relativen Risikos für geimpfte bzw. geboosterte Personen im Vergleich zu Ungeimpften. Die Daten ermöglichen dagegen keine Abschätzung des absoluten Risikos für eine Hospitalisierung wegen COVID-19.

Ergebnis:

Die Schätzung unseres Regressionsmodell zeigt für mindestens zweimal geimpfte Personen ein 4,24-fach geringeres Risiko für eine Hospitalisierung nach Infektion im Vergleich zu ungeimpften Personen. Die Booster-Impfung reduziert nach unserem Modell das Risiko für die Hospitalisierung nach Infektion zusätzlich um den Faktor 2,65, so dass Personen mit Booster-Impfung im Vergleich zu Ungeimpften ein um den Faktor 11 (=4,24 * 2,65) geringeres Risiko für eine Hospitalisierung haben.

Anders ausgedrückt: Impfung mit Booster liefert, basierend auf den Daten des Saarlands, nach einer Infektion einen über 90% Schutz vor Hospitalisierung¹. Ohne Booster aber mit Impfung liegt der Schutz vor einer Hospitalisierung bei 76%².

Statistisches Modell:

Für die Abschätzung des Effekts der Booster-Impfungen verwenden wir ein Poisson-Regressionmodell mit der Zielgröße Anzahl der wegen COVID-19 hospitalisierten Fälle innerhalb der vergangenen sieben Tage. Wir betrachten die Kalenderwochen 46 bis 50. Als Einflussgrößen werden die Variablen geimpft ($i = 1$ wenn ja, sonst 0) und Booster-Impfung ($b = 1$ wenn ja, sonst 0) aufgenommen sowie die Kalenderwoche w in stetiger Form. Das Modell berücksichtigt implizit die unterschiedlichen Populationsgrößen für Ungeimpfte, zweimal Geimpfte ohne Booster-Impfung und Personen mit Booster-Impfung in Form eines so genannten Offset. Für die Regression verwenden wir folgendes Modell

$$E(y_{wib}) = \exp(\beta_0 + \beta_1 w + \beta_2 i + \beta_3 b)$$

Mit y_{wib} als Anzahl der Fälle je 7 Tage und 100.000 Personen in entsprechender Gruppe in der Woche w , dem Impfstatus i (2-mal geimpft) und dem Booster-Status b . Für die Anzahl der Fälle y_{wib} wird eine Poissonverteilung unterstellt, dadurch wirken die Effekte multiplikativ.

Der Koeffizient β_0 stellt ein generelles Risiko für die Hospitalisierung dar und kann wegen der Fälle mit unbekanntem Impfstatus nicht sinnvoll interpretiert werden. Der Koeffizient β_1 gibt den Effekt der Kalenderwoche an und beschreibt einen zeitlichen Trend, der hier nicht weiter von Interesse ist. Die Koeffizienten β_2 sowie β_3 beschreiben den Effekt einer zweimaligen Impfung bzw. der Booster-Impfung. Die Schätzung ergab folgende Werte:

	$\exp(\hat{\beta})$	Konfidenzintervall
Kalenderwoche	1,15	[1,04 ; 1,28]
2-malige Impfung	0.23	[0,15 ; 0,34]
Booster-Impfung	0.37	[0,20 ; 0,70]

¹ = $1 - (1/4.24 * 1/2.65)$

² = $1 - 1/4.24$

Die geschätzten Effekte für Impfung und Booster inklusive des 95%-Konfidenzintervalls zeigt Abbildung 3. Die so geschätzten Effekte können als Relatives Risiko interpretiert werden. Die Effekte der Impfung lassen sich auch als beobachtete und durch das Modell vorhergesagte Fälle je 7 Tage und 100.000 Einwohner darstellen, welche in Abbildung 4 gezeigt werden. Die deutliche Wirkung der Booster-Impfung wird auch hier ersichtlich.

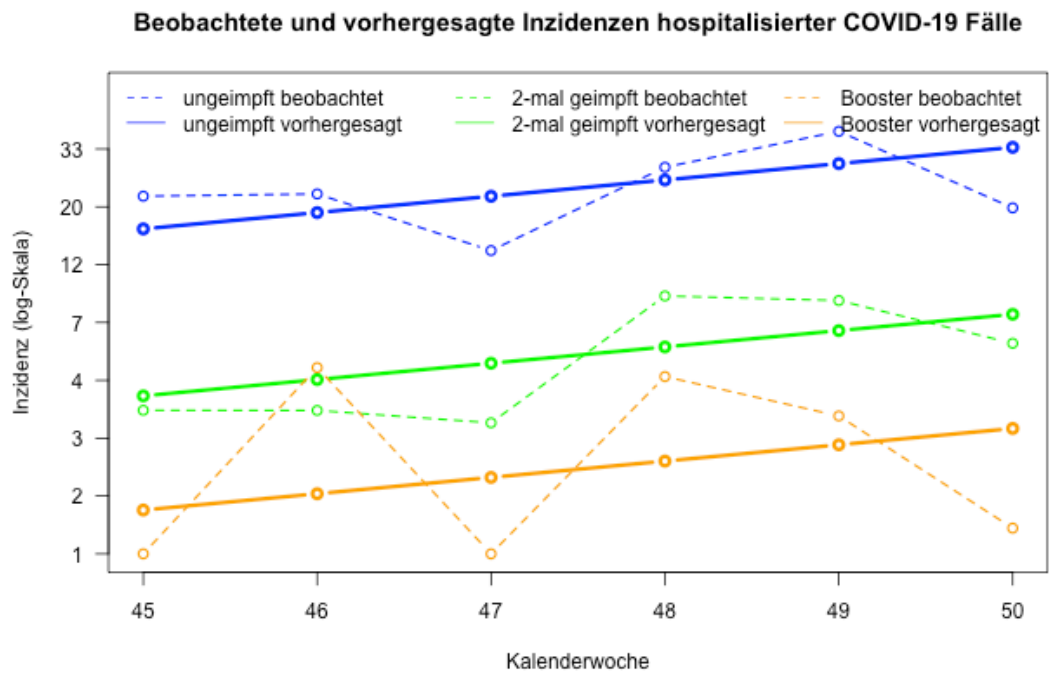


Abbildung 4: Beobachtete und durch das Modell vorhergesagte 7-Tages-Inzidenzen für eine Hospitalisierung für über 60-Jährige ohne Impfung, mit 2-maliger Impfung und Booster-Impfung. Daten: LKI Saarland, Darstellung: CoDAG.

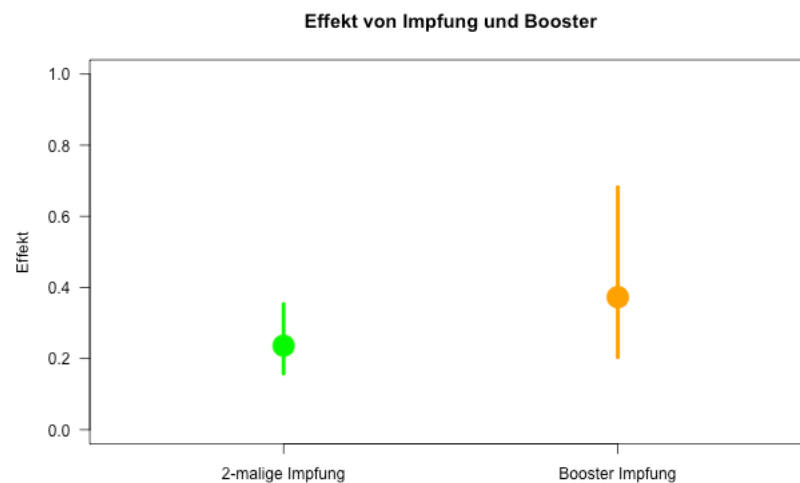


Abbildung 3: Geschätzte Effekte für eine zweimalige Impfung und eine Boosterimpfung mit 95%-Konfidenzintervall. Daten: LKI Saarland, Darstellung CoDAG.