

Epidemiefolgen nach staatlichen Reaktionen auf COVID-19: Erkenntnisse aus fast 100.000 Modellen

ERAN BENDAVID  UND CHIRAG J. PATEL  [Autoreninfo & Zugehörigkeiten](#)

FORTSCHRITTE IN DER WISSENSCHAFT 5 Jun 2024 Jahrgang 10, Heft 23 DOI: 10.1126/sciadv.adn0671

↓ 31.715



Abstrakt

Die Reaktionen der Regierung auf COVID-19 gehören zu den weltweit einflussreichsten Ereignissen des 21. Jahrhunderts. Inwieweit Reaktionen – wie z. B. Schulschließungen – mit Veränderungen der COVID-19-Ergebnisse verbunden waren, bleibt unklar. Multiversum-Analysen bieten einen systematischen Ansatz zum Testen einer Vielzahl von Modellen. Wir haben tägliche Daten zu 16 Regierungsantworten in 181 Ländern in den Jahren 2020 und 2021 und 4 Endpunkte – Fälle, Infektionen, COVID-19-Todesfälle und Übersterblichkeit aller Ursachen – verwendet, um 99.736 Analysemodelle zu erstellen. Von diesen geben 42 % an, dass sich die Ergebnisse nach strengeren Antworten verbessert haben ("hilfreich"). Keine Subanalyse (z.B. beschränkt auf Fälle als Ergebnis) zeigte ein Übergewicht an hilfreichen oder nicht hilfreichen Assoziationen. Unter den 14 Assoziationen mit P -Werten $< 1 \times 10^{-30}$, 5 waren hilfreich und 9 nicht hilfreich. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir in der Gesamtheit der Modelle keine Muster finden, die auf einen klaren Zusammenhang zwischen den Reaktionen der Regierung auf COVID-19 und den Ergebnissen hindeuten. Starke Behauptungen über die Auswirkungen staatlicher Reaktionen auf COVID-19 könnten empirisch nicht belegt sein.

MELDEN SIE SICH FÜR DEN SCIENCEADVISER NEWSLETTER AN

Die neuesten Nachrichten, Kommentare und Forschungsergebnisse, täglich kostenlos in Ihrem Posteingang

[ANMELDEN >](#)

EINLEITUNG

COVID-19 war – und ist zu einem großen Teil immer noch – das bedeutendste Gesundheitsereignis in der jüngeren Weltgeschichte (1). Im Gegensatz zur SARS-Epidemie (Severe Acute Respiratory Syndrome) im Jahr 2003 breitete sie sich weltweit aus. Im Gegensatz zu Zika ist jeder dem Risiko einer Infektion mit COVID-19 ausgesetzt; und im Gegensatz zu den jüngsten Schweinegrippe-Pandemien waren die Schwere der Erkrankung und die Sterblichkeit durch COVID-19 so hoch, dass sie in vielen Ländern zu einer Umkehrung der Lebenserwartung führten (2, 3).

Wenn COVID-19 ein bestimmendes Gesundheitsereignis war, so waren die globalen Reaktionen auf COVID-19 eine prägende gesundheitspolitische Erfahrung (4, 5). Die Schnelligkeit der globalen Reaktionen, ihr Ausmaß und ihre direkten Auswirkungen auf das Leben von Milliarden von Menschen waren historisch einzigartig: Die Reaktionen auf die Grippepandemie von 1918 waren im Vergleich dazu weitgehend lokalisiert, während die globale Reaktion auf die HIV-Pandemie langsamer und in geringerem Ausmaß verlief als die Reaktion auf COVID-19 (6, 7). Staatliche Reaktionen auf COVID-19 mit dem Ziel, die Ausbreitung des Virus und die Krankheitslast einzudämmen, unter anderem durch Ermutigungen oder Mandate in Bezug auf Schulen, Reisen und Masken sowie Einkommensunterstützung oder Schuldenerlass, um soziale Distanzierung zu ermöglichen.

Die rasche Ausbreitung des Virus Anfang 2020 führte dazu, dass viele COVID-19-Reaktionen schnell umgesetzt wurden, basierend auf unvollständigen Informationen, oft aus Simulationsmodellen, über Übertragungsmechanismen und über den erwarteten Nutzen (8, 9). Die Schnelligkeit der Ausbreitung ließ praktisch keine Zeit für sorgfältige Studien der politischen Auswirkungen und begünstigte Notfallmaßnahmen, die mit relativ wenigen Informationen über die Zielkonflikte alternativer politischer Optionen durchgeführt wurden (10).

Es sind viele Ansätze erforderlich, um die Auswirkungen der staatlichen Reaktionen auf die Pandemie zu verstehen. Qualitative Ansätze können helfen zu verstehen, warum verschiedene Regierungen unterschiedliche politische Reaktionen ergriffen haben (z. B. warum Norwegen Shelter-in-Place eingeführt hat, Schweden aber nicht). Epidemiologische Beobachtungsstudien können helfen, die Beziehungen zwischen verschiedenen politischen Reaktionen und COVID-19-Ergebnissen zu charakterisieren, während Metaanalysen und systematische Übersichtsarbeiten die Beobachtungsergebnisse zu den Auswirkungen staatlicher Reaktionen zusammenfassen können (11, 12). Es gibt keine experimentellen Beweise, um die Auswirkungen der Politik zu verstehen: Keine Regierung hat ihre Reaktionen direkt mit Versuchen oder Experimenten untersucht. Infolgedessen besteht eine Gemeinsamkeit darin, dass die Daten, die für die Untersuchung der politischen Reaktionen zur Verfügung stehen, chaotisch und komplex sind, was zu Analysen führt, die auch komplex sein können (13). So wurden beispielsweise die meisten politischen Reaktionen gleichzeitig oder in enger Folge umgesetzt, was eine Herausforderung bei der Ermittlung der einzigartigen Auswirkungen einzelner Maßnahmen darstellte (14). Bestehende Studien zu den Auswirkungen der Reaktion auf COVID-19 reichen von unrealistisch positiv bis abweisend negativ, was ausgewogene Bewertungen weiter erschwert (15-17).

Trotz der Komplexität des Unterfangens ist seine Bedeutung ungebrochen. Definitive Studien über die Auswirkungen der staatlichen Reaktion auf die Ausbreitung des Virus und die Krankheitslast wären für gegenwärtige Entscheidungen und die zukünftige Pandemieplanung enorm hilfreich. Der Mangel an prospektiven und randomisierten Studien bedeutet, dass wahrscheinlich keine einzelne Studie diese Frage klären kann.

In dieser Analyse versuchen wir, die Wissenschaft der staatlichen Reaktionen auf COVID-19 voranzutreiben, indem wir einen multiversalen Ansatz zu diesem Thema verfolgen (18-21). Multiversum-Analysen erhöhen die epistemische Demut, indem sie die Anzahl der subjektiven Entscheidungen im Forschungsdesignprozess lockern. Multiversum-Ansätze veranlassen Analysten auch dazu, den Raum plausibler Modelle und Ergebnisse von Annahmen umfassend zu untersuchen. Durch die Erweiterung der Anzahl der Analysen liefern sie Informationen über die Stabilität der Größe und Richtung von Beziehungen aufgrund von Studiendesignparametern und -wahlen. Wir verfolgen diesen Ansatz, weil (i) die für die Analyse verfügbaren Daten komplex und reichhaltig sind und eine große Anzahl plausibler Analysen ermöglichen, und (ii) wir bestrebt sind, die Rolle von Daten und Modellentscheidungen bei der Beeinflussung der Ergebnisse oder den "Freiheitsgrad des Forschers" (22) zu begrenzen. Die sich abzeichnenden Verteilungen möglicher Beziehungen können als Aktualisierung der Stärke der Hypothesen über die Wirksamkeit von COVID-19-Reaktionen angesehen werden, die im Gegensatz zu einem Großteil der viel zitierten Literatur stehen. Zumindest ermöglicht die Breite der möglichen Ergebnisse ein Verständnis dafür, was mit begrenzten Beobachtungsdaten beantwortet werden kann und was nicht.

BEFUND

Der tägliche analytische Datensatz umfasst 128.662 Beobachtungen, was einem Durchschnitt von 711 Beobachtungen in 181 Ländern in den Jahren 2020 und 2021 entspricht. Die wöchentlichen und monatlichen Datensätze enthalten 18.795 bzw. 4198 Beobachtungen (durchschnittlich 103 bzw. 23 Beobachtungen pro Land). Die durchschnittliche Anzahl der Beobachtungen in jeder Analyse betrug 18.930 und schwankte aus Gründen wie

dem Aggregationszeitraum (monatlich, wöchentlich oder täglich), der teilweisen Verfügbarkeit des Ergebnisses (insbesondere bei übermäßigen Todesfällen) oder der Anzahl der Ergebnisse von Null, die Wachstumsberechnungen verhindern. Das früheste Datum mit Daten zu COVID-19-Ergebnissen ungleich Null ist der 22. Januar 2020.

[Tabelle 1](#) fasst die Daten zur Reaktion der Regierung zusammen. In allen Ländern erreichten die Eindämmungsmaßnahmen, aus denen sich der Stringenzindex zusammensetzt, im Durchschnitt im April oder Mai 2020 ihren Höhepunkt. Die Reaktionen der Gesundheitssysteme, insbesondere der Zugang zu Tests und die Verfügbarkeit von Impfstoffen, erreichten später ihren Höhepunkt und blieben bis zum Ende des Studienzeitraums im Dezember 2021 auf ihrem Höhepunkt. Das Land mit dem höchsten Stringenzindex für den gesamten Untersuchungszeitraum war Honduras (Durchschnitt 73,8; China und die Vereinigten Staaten wiesen im Vergleich dazu eine durchschnittliche Strenge von 69,7 bzw. 56,3 auf). [Abbildung S1](#) zeigt ein anschauliches Beispiel für zeitlichen Trends von vier Regierungsreaktionen in vier Ländern: Stringenzindex, Schulschließung, Schließung von Arbeitsplätzen und Verfügbarkeit von Impfstoffen in den Vereinigten Staaten, Südkorea, Schweden und Indien.

PDF
Hilfe

Antwort	N	Min	Max	Bedeuten	Maximaler Monat	Max. Land
Schulschließung	126,946	0	3	1.6	4/20	Saudi-Arabien


Erweitern für mehr 

Tabelle 1. Beschreibende Merkmale von COVID-19-Reaktionsdaten der Regierung.

Die acht wichtigsten Antworten werden von OxCGRT als "Eindämmungsmaßnahmen", die nächsten beiden als "wirtschaftliche Maßnahmen" und die nächsten sechs als "Maßnahmen des Gesundheitssystems" kategorisiert. Die zusammengesetzten Indizes sind unten dargestellt. Der Mittelwert ist der Durchschnitt der Antworten aller Länder vom 22. Januar 2020 bis zum 21. Dezember 2021. Max month gibt den Monat an, in dem der Indikator in allen Ländern am höchsten war. Max country bezieht sich auf das Land, in dem der Indikator über den gesamten Zeitraum am höchsten war.

[Abbildung 1](#) zeigt eine visuelle Darstellung der Variationen, die zum Generieren aller 99.736 Modelle verwendet wurden. Von allen Modellen hatten 41.748 (42 %) eine Punktschätzung in der "hilfreichen" Richtung und 57.988 (58 %) in der "nicht hilfreichen" Richtung (wir verwenden "hilfreich" als Abkürzung für eine negative β_1 und "nicht hilfreich" für eine positive β_1 , ohne einen Kausalzusammenhang zu implizieren). Die Anzahl der signifikanten Assoziationen war zwischen dem hilfreichen und dem nicht hilfreichen Modell ähnlich: 3692 (8,8%) der hilfreichen und 3811 (6,7%) der nicht hilfreichen Assoziationen waren statistisch signifikant unter Verwendung eines Kriteriums der Falschentdeckungsrate ([23](#)).

[Abbildung 2](#) veranschaulicht die Richtung der Evidenz unter den Analysen. Jedes Feld zeigt den Teil der Modelle, der hilfreich und nicht hilfreich ist, nach Untergruppe. [Abbildung 2A](#) zeigt, dass etwa die Hälfte aller Modelle darauf hindeutet, dass die Reaktionen der Regierung hilfreich waren, und die andere Hälfte nicht hilfreich war, wenn man einen der drei Indizes (Stringenz, Reaktion der Regierung und wirtschaftliche Unterstützung) untersucht. Ein ähnliches Bild ergibt sich, wenn man die Untergruppen nach Zeitraum (etwa 50:50 für Anfang 2020, das gesamte Jahr 2020 oder den gesamten Zeitraum), das Ergebnismaß (Infektionen, Fälle, COVID-19-Todesfälle oder überzählige Todesfälle), den Aggregationszeitraum des Datensatzes (täglich, wöchentlich oder monatlich), feste Effekte (mit oder ohne) und Kovariaten (mit oder ohne) betrachtet. Die einzige Teilgruppenebene, auf der sich das Gleichgewicht von 50:50 verschiebt, ist der Modelltyp. Die Modelle 1, 3 und 5 liegen zwischen 60 und 80 % in der nicht hilfreichen Richtung, während die Modelle 2, 4 und 6 zwischen 55 und 70 % in der hilfreichen Richtung liegen. Wenn Modell 1, das einfachste und am wenigsten ausgewogene Modell (80 % der Ergebnisse in die nicht hilfreiche Richtung), entfernt wird, weisen von den verbleibenden 82.864 Schätzungen 46 % eine Punktschätzung in die hilfreiche Richtung und 54 % in die nicht hilfreiche Richtung auf. [Abbildung 3](#) zeigt, dass die Verteilung der standardisierten Effektgrößen (proxymd unter Verwendung der *t*-Statistik von jedem Modell) für den Gesamtsatz von 99.736 Modellen und für fünf Teilmengen gleichmäßig und eng um Null zentriert ist (mit geringen Abweichungen von Null bei den am stärksten verzerrten Modellen in [Abb. 2](#)).

Die fünf Antwort-Ergebnis-Paare mit den konsistentesten Assoziationen in den hilfreichen und nicht hilfreichen Richtungen sind in [Tabelle 2](#) dargestellt. Die Anzahl der Infektionen macht drei der fünf durchweg hilfreichsten Assoziationen aus, während die übermäßigen Todesfälle aller Ursachen und die COVID-19-Todesfälle in der Mehrzahl der nicht hilfreichen Assoziationen das Ergebnis ausmachen. Unter den 14 extremsten Assoziationen mit $P < 1 \times 10^{-30}$, 5 waren in die hilfreiche Richtung und 9 in die nicht hilfreiche Richtung.

Ergebnis	Reaktion der Regierung	% hilfreich/Nicht hilfreich	% signifikant
Am häufigsten hilfreich			

PDF

Hilfe


Erweitern für mehr 

Tabelle 2. Die fünf konsistentesten Assoziationen in den hilfreichen und nicht hilfreichen Richtungen.

IHME, Institut für Gesundheitsmetriken und -bewertung; NYT, die *New York Times*; Econ, *Der Ökonom*; CSSE, Center for Systems Science and Engineering, das Johns Hopkins Covid-19 Dashboard.

Zuletzt konnten insgesamt 12 Modelle auf den simulierten Maserndatensatz angewendet werden (sechs Modelle, jeweils mit und ohne feste Effekte). Alle Ergebnisse wiesen Effektstärken in die hilfreiche Richtung auf, wobei alle $P < 3,1 \times 10^{-6}$ und $t\text{-Statistik} \leq -5,3$.

DISKUSSION

In dieser Studie führen wir eine Multiversum-Analyse von fast 100.000 Möglichkeiten durch, um den Zusammenhang zwischen den Reaktionen der Regierung auf COVID-19 und den Ergebnissen in 181 Ländern zu untersuchen. Ziel ist es, ein Multiversum plausibler Analysen zu erstellen und die Sensitivität der Ergebnisse gegenüber diesen Entscheidungen zu bewerten. Die Erkundung des Multiversums für eine Frage von hoher Bedeutung kann nützlich sein, wenn es keinen Konsens gibt. In dieser Studie fanden wir kein klares Muster in der Gesamtheit der Analysen oder in einer Teilmenge der Analysen. Wir müssen zu dem Schluss kommen, dass starke Behauptungen über die Auswirkungen staatlicher Reaktionen auf die COVID-19-Belastung empirisch nicht belegt sind.

Die Schlussfolgerungen aus dieser Analyse verdienen eine sorgfältige Überlegung, einschließlich eines klaren Verständnisses dessen, was diese Studie nicht beleuchten kann. Erstens kann keines der getesteten Modelle sagen, inwieweit eine Reaktion der Regierung die COVID-19-Ergebnisse hätte verbessern können. Vielleicht hätten Schulschließungen mit einem anderen Virus, anderen Umsetzungsstrategien oder anderen Bevölkerungsgruppen die Übertragung auslöschen können. Wir können aus dieser Studie auch nicht lernen, wie die Ergebnisse von COVID-19 ohne diese Reaktionen ausgesehen hätten. Zweitens ist unsere Analyse global angelegt und untersucht die Reaktionen der Regierungen und die Ergebnisse von COVID-19 auf Länderebene. Dies eignet sich zum Ableiten globaler Muster und Trends, kann aber Muster auf Bundesstaats-, Bezirks-, Gemeinde- oder sogar Nachbarschaftsebene nicht ausschließen.

Drittens, und das ist vielleicht am wichtigsten, können wir nicht zu dem Schluss kommen, dass es zwingende Beweise für die Annahme gibt, dass staatliche Reaktionen die COVID-19-Belastung verbessert haben, und wir können nicht zu dem Schluss kommen, dass es zwingende Beweise für die Annahme gibt, dass staatliche Reaktionen die COVID-19-Belastung verschlimmert haben. Die Konzentration der Schätzungen auf einen Null-Effekt deutet schwach darauf hin, dass die Reaktionen der Regierung wenig bis gar nichts an der COVID-19-Belastung geändert haben.

Diese Schlussfolgerung weicht deutlich von vielen wissenschaftlichen Studien über staatliche Reaktionen ab. In einer viel zitierten Studie zu diesem Thema heißt es beispielsweise: "Unsere Ergebnisse zeigen, dass große nicht-pharmazeutische Interventionen – und insbesondere Lockdowns – einen großen Effekt auf die Reduzierung der

Übertragung hatten" (9). Solche Schlussfolgerungen sind in der wissenschaftlichen Literatur üblich (Tabelle S1), aber unsere Analyse – umfangreich in Umfang und Ergebnissen – deutet darauf hin, dass solch starke Behauptungen keiner empirischen Begründung entbehren.

Der Beitrag jeder Studie kann als eine Aktualisierung des Bayes'schen Vorworts des Lesers betrachtet werden. Die meisten wissenschaftlichen Studien zielen darauf ab, den hinteren Glauben des Lesers an eine Hypothese zu stärken, während diese Studie das Gegenteil untersucht: Wir argumentieren, dass starke Überzeugungen über die Auswirkungen von COVID-19-Regierungsreaktionen, wie sie in den Studien in Tabelle S1 zum Ausdruck kommen, eine Schwächung verdienen könnten.

Wir schlagen mehrere Möglichkeiten vor, um diese Unsicherheit bei der Gestaltung und Bewertung von Programmen und Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Gesundheit zu verringern. Die vielleicht wichtigste Grundlage für ein besseres Verständnis der Auswirkungen politischer Maßnahmen sind prospektive, repräsentative (oder auf Bevölkerungsebene) und gut dosierbare Datenerhebungsplattformen. Die Vorteile solcher Plattformen zeigen sich in dem unschätzbaren Verständnis der Auswirkungen von COVID-19-Impfstoffen aus großen Registern in Israel und Katar (24, 25). Große nationale prospektive Datenplattformen sind in vielen Ländern, einschließlich der Vereinigten Staaten, eine lang anhaltende Herausforderung; Lokale Plattformen, die möglicherweise einfacher zu implementieren sind, könnten das Verständnis auf kleinerem Maßstab erleichtern. Im Zusammenhang mit der Bewertung der Reaktion der Regierung wäre es wichtig, die Reaktionen besser zu messen. Das OxCGRT ist eine wichtige Ressource, aber ein besseres Verständnis der Implementierung, Durchsetzung und Compliance könnte die Heterogenität der Auswirkungen weiter verstehen. Zur Milderung von Unsicherheiten aufgrund eines flexiblen Analysedesigns gehört die öffentliche Registrierung von Hypothesen in einem öffentlichen Repositorium vor der Analyse, wie es bei vielen randomisierten klinischen Studien der Prozess ist (26).

Die Frage, wie die Reaktionen der Regierung von Experimenten abhängig gemacht werden sollen, ist kompliziert. Versuche mit öffentlichen Gesundheitsprogrammen würden äußerst wertvolle Informationen liefern. Solche Prozesse können aus praktischen oder ethischen Gründen heikel sein. Dies verdient jedoch angesichts der enormen Einsätze und unvermeidlichen Kompromisse, die mit Reaktionen wie obligatorischen Schul- oder Geschäftsschließungen verbunden sind, weitere Überlegungen. Ein letzter wichtiger Aspekt, der die Qualität der Beweise verbessern könnte, besteht darin, das vorliegende Thema von Sonder- und Finanzinteressen fernzuhalten. Die Polarisierung, die die wissenschaftliche Gemeinschaft heimsuchte, hat es schwierig gemacht, einige Fragen zu stellen und zu untersuchen (27, 28). Die Trennung wissenschaftlicher Fragen von öffentlichen Entscheidungen könnte einen Geist der stärkeren Zusammenarbeit in solchen Fragen ermöglichen.

Die Einschränkungen dieser Studie lassen sich in vier große Gruppen einteilen. Erstens kann es sein, dass ein konsistentes Signal – entweder für die Hilfsbereitschaft oder die mangelnde Hilfsbereitschaft der Regierung – in den Daten oder Modellen enthalten ist, aber in dieser Analyse nicht identifiziert wurde. Wir ermutigen zu einer weiteren Untersuchung der Ergebnisse in unserer Shiny-App. Zweitens sind die Modelle in ihrer kausalen Stärke in dem Sinne begrenzt, dass ein kontrafaktisches Verhältnis zu den umgesetzten Maßnahmen nicht abgeleitet werden kann. Zwei Merkmale mildern diese Einschränkung: die Verwendung von Leitfäden, so dass das Ergebnis 2 Wochen oder einen Monat nach der Reaktion der Politik gemessen wird, und die Verwendung von festen Effekten, die Assoziationen "innerhalb des Landes" bewerten und alle zeitinvarianten Effekte kontrollieren. Kovariaten mit zeitlich veränderlichen Informationen über die Kapazität der Gesundheitsversorgung können zwar zusätzliche Nuancen liefern, aber diese Informationen wären nützlich, wenn sie für alle (oder viele) Länder verfügbar und vergleichbar wären und täglich oder monatlich zeitlich variieren würden. Wir stellen fest, dass alle unsere Modelle kurzfristige epidemische Ergebnisse nach politischen Reaktionen (2 oder 4 Wochen) untersuchten, dass aber langfristige Ergebnisse ein wichtiger, aber weitgehend ununtersuchter Studienbereich bleiben. Drittens verbergen sich hinter den Daten auf Länderebene nuanciertere Muster, die bei der Analyse detaillierterer Daten erkennbar sein können. Zu guter Letzt haben wir trotz der Bemühungen, die Wahlmöglichkeiten der Prüfer einzuschränken, Entscheidungen im Design der Studie getroffen, die die Schlussfolgerungen einschränken können. Die Daten und Modelle, die in dieser Analyse verwendet werden, können von anderen Prüfern verwendet, geändert oder neu zusammengestellt werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese umfassende Analyse der staatlichen Reaktionen und der COVID-19-Ergebnisse keine eindeutigen Schlussfolgerungen über die Auswirkungen der staatlichen Reaktion zulässt. Dies

deutet darauf hin, dass starke Vorstellungen über die Wirksamkeit oder Unwirksamkeit staatlicher Reaktionen nicht durch vorhandene Daten auf Länderebene gestützt werden und wissenschaftliche Bescheidenheit geboten ist, wenn aus den Reaktionen auf die COVID-19-Pandemie gelernt wird.

METHODIK

Diese Analyse untersucht die Beziehungen zwischen staatlichen Reaktionen und den Ergebnissen von COVID-19. Wir testen, inwiefern sich die COVID-19-Ergebnisse nach staatlichen Reaktionen verbessert oder verschlechtert haben. Wir sind uns bewusst, dass die Verbindungen zwischen staatlichen Reaktionen und Ergebnissen beispielsweise durch die Macht der Regierung vermittelt werden, eine Reaktion wie die Maskenpflicht durchzusetzen. Wir erkennen auch an, dass dieser Ansatz die kontrafaktische Realität wie "Was wären die Ergebnisse gewesen, wenn die Regierung die Schulen länger geschlossen gehalten hätte?" nicht vollständig bewerten kann. Vielmehr bewerten wir den beobachteten Zusammenhang, wobei wir implizit davon ausgehen, dass, wenn Reaktionen und Ergebnisse in entgegengesetzte Richtungen gehen (z. B. nehmen die Fälle nach der Lockerung der Maskenpflicht zu), dies im Allgemeinen mit dem Erfolg der staatlichen Reaktion übereinstimmt. Umgekehrt, wenn die Reaktionen und Ergebnisse in die gleiche Richtung gehen (z. B. nehmen die Fälle nach der Erhöhung der Maskenpflicht zu), ist dies ein Beweis, der im Allgemeinen nicht mit dem Erfolg vereinbar ist.

PDF

Hilfe

Das vorliegende Papier präsentiert die Ergebnisse von fast 100.000 vernünftigen Möglichkeiten, den Zusammenhang zwischen staatlichen Reaktionen und den Ergebnissen von COVID-19 zu bewerten. Die Reaktionen der Regierung werden als einzelne Maßnahmen wie Schulschließungen oder als Indizes dargestellt, die die Intensität und Art mehrerer Maßnahmen aggregieren. Im weiteren Verlauf dieses Abschnitts werden die in dieser Analyse verwendeten Dimensionen ausführlich beschrieben.

Reaktionen der Regierung

Die primäre Datenquelle für staatliche Reaktionen ist der Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT). Das OxCGRT erfasste täglich die Reaktionen der Regierungen in mehr als 180 Ländern nach einem standardisierten Ansatz aus öffentlich zugänglichen Quellen wie Nachrichtenartikeln oder Regierungsbriefings. Das OxCGRT erfasste die offiziellen Antworten auf nationaler Ebene, nicht deren Umsetzung oder Durchsetzung. Die vollständigen Details zu den Datengenerierungsprozessen von OxCGRT sind öffentlich zugänglich ([4](#), [5](#)).

Die Reaktionen der Regierung lassen sich in drei Hauptbereiche unterteilen: Eindämmung und Schließung (z. B. Schulschließungen und Versammlungsbeschränkungen; acht ordinale Variablen), Reaktionen des Gesundheitssystems (z. B. Kontaktverfolgung und Maskenpflicht; sechs ordinale Variablen) und wirtschaftliche Hilfsmaßnahmen (Einkommensstützung und Schuldenerlass; zwei ordinale Variablen). Da die Reaktionen der Regierung gemeinsam oder synergetisch wirken können, konstruiert der OxCGRT zusammengesetzte Indizes, die die einzelnen Antworten aggregieren. Wir verwenden drei zusammengesetzte Indizes: den "Government Response Index", der alle 16 Antworten der Regierung zusammenfasst; der "Stringenzindex", der die acht Eindämmungs- und Schließungsvariablen und eine Reaktion des Gesundheitssystems zusammenfasst, und der "Economic Support Index", der die beiden wirtschaftlichen Hilfsmaßnahmen zusammenfasst. Wir verwenden eine Version der Indizes, die die Antworten der Regierung für geimpfte und ungeimpfte Bevölkerungen unter Verwendung eines gewichteten Durchschnitts auf der Grundlage des geimpften Teils der Bevölkerung kombiniert. Alle 19 Variablen (16 Einzelvariablen und 3 Indizes) sind täglich für die 181 Länder verfügbar, für die wir Ergebnisdaten vom 22. Januar 2020 bis zum 31. Dezember 2021 haben.

COVID-19-Ergebnisse

Wir verwenden neun verschiedene Ergebnismaße. Wir haben zwei aus dem COVID-19-Dashboard der Johns Hopkins University extrahiert: täglich bestätigte COVID-19-Fälle und Todesfälle ([29](#)). Wir haben drei Ergebnisse aus dem Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) extrahiert: andere Schätzungen der täglichen COVID-19-Fälle und -Todesfälle sowie tägliche Schätzungen der Infektionen ([30](#), [31](#)). Die Schätzungen der Infektionen werden auf der Grundlage der altersspezifischen Infektionssterblichkeitsraten und der Altersverteilung der Todesfälle modelliert. Zuletzt haben wir die wöchentliche oder monatliche Übersterblichkeit aller Ursachen aus der *New York Times* (35 Länder), der *Financial Times* (99 Länder), dem World Mortality Dataset (102 Länder) und *The*

Economist (181 Länder) ([32-35](#)) genommen. Ein Vergleich der Datenquellen für die Übersterblichkeit ist an anderer Stelle verfügbar ([36](#)).

Statistische Modelle

Wir verwenden sechs statistische Modelle. Die Modelle repräsentieren mehrere Beziehungsmuster zwischen staatlichen Reaktionen und den Ergebnissen von COVID-19. Wir wählten Modelle, die im Großen und Ganzen die angegebene erwartete Wirkung staatlicher Reaktionsmaßnahmen darstellen (wie z. B. Modelle, die eine "Abflachung der Kurve" bewerten), und Modelle, die historische Muster von Bemühungen im Bereich der öffentlichen Gesundheit erfassen, die es geschafft haben, die Belastung durch Infektionskrankheiten wie Masernimpfungen oder Polioeliminierung zu reduzieren ([8](#), [37](#), [38](#)). (Wir testen die Modelle an einem Datensatz von Masernfällen in den Vereinigten Staaten; siehe Plausibilitätsanalyse unten.) Die formalen Modelle werden in Folgenden vorgestellt. Jedes Modell wurde so geschätzt, dass der Koeffizient für die Variable *Politik* (β_1 unten) w

PDF
Hilfe

$$Y_{c(t+n)} = \beta_0 + \beta_1 Policy_{ct} + \mu^k X_{ct}^k + \delta_c + \lambda_t + \varepsilon_{ct} \quad (1)$$

$$Y_{c(t+n)} - Y_{ct} = \beta_0 + \beta_1 Policy_{ct} + \mu^k X_{ct}^k + \delta_c + \lambda_t + \varepsilon_{ct} \quad (2)$$

$$Y_{c(t+n)} - Y_{ct} = \beta_0 + \beta_1 [Policy_{ct} - Policy_{c(t-1)}] + \mu^k X_{ct}^k + \delta_c + \lambda_t + \varepsilon_{ct} \quad (3)$$

$$\frac{Y_{c(t+n)}}{Y_{c(t+n-1)}} = \beta_0 + \beta_1 Policy_{ct} + \mu^k X_{ct}^k + \delta_c + \lambda_t + \varepsilon_{ct} \quad (4)$$

$$\frac{Y_{c(t+n)}}{Y_{c(t+n-1)}} - \frac{Y_{ct}}{Y_{c(t-1)}} = \beta_0 + \beta_1 Policy_{ct} + \mu^k X_{ct}^k + \delta_c + \lambda_t + \varepsilon_{ct} \quad (5)$$

$$\frac{Y_{c(t+n)}}{Y_{c(t+n-1)}} - \frac{Y_{ct}}{Y_{c(t-1)}} = \beta_0 + \beta_1 [Policy_{ct} - Policy_{c(t-1)}] + \mu^k X_{ct}^k + \delta_c + \lambda_t + \varepsilon_{ct} \quad (6)$$

In jedem Modell ist Y das interessierende Ergebnis, c indiziert ein Land, t indiziert die Beobachtungszeit und n stellt die Dauer zwischen der Antwort der Regierung und der Ergebnisbeobachtung dar (2 oder 4 Wochen/1 Monat). $\mu^k X_{ct}^k$ stellt eine k -weite Matrix von Kovariaten dar, δ_c steht für länderspezifische fixe Effekte und λ_t sind zeitlich festgelegte Effekte. Länderfeste Effekte beseitigen alle zeitinvarianten Unterschiede zwischen den Ländern, so dass die Effekte innerhalb des Landes geschätzt werden. Zeitlich festgelegte Effektsteuerung für zeitliche Trends, die von allen Ländern gemeinsam genutzt werden. Alle Modelle wurden unter Verwendung der gewöhnlichen kleinsten Quadrate geschätzt.

Um ein intuitives Verständnis des Modells zu ermöglichen, verwenden wir ein konkretes Beispiel mit COVID-19-Todesfällen als Ergebnis und dem Stringenzindex als Politik. Modell 1 testet, inwiefern eine höhere Stringenz mit weniger COVID-19-Todesfällen 2 oder 4 Wochen später verbunden ist. Modell 2 testet, inwiefern eine höhere Stringenz mit weniger COVID-19-Todesfällen 2 oder 4 Wochen später im Vergleich zum Beobachtungstag verbunden ist. Modell 3 testet, inwieweit eine zunehmende Strenge mit weniger COVID-19-Todesfällen 2 oder 4 Wochen später im Vergleich zum Tag des Anstiegs verbunden ist (oder umgekehrt eine abnehmende Strenge mit mehr COVID-19-Todesfällen). Modell 4 testet, inwiefern eine höhere Stringenz mit einer geringeren Wachstumsrate der

COVID-19-Todesfälle 2 oder 4 Wochen später verbunden ist. Modell 5 testet, inwiefern eine höhere Stringenz mit einer Wachstumsrate der COVID-19-Todesfälle 2 oder 4 Wochen später verbunden ist, die niedriger ist als am Tag der Beobachtung. Modell 6 testet, inwieweit eine zunehmende Stringenz mit einer Wachstumsrate der COVID-19-Todesfälle 2 oder 4 Wochen später verbunden ist, die niedriger ist als am Tag des Anstiegs.

Analytische und Datenvariationen

Wir haben insgesamt 99.736 Modelle analysiert. Die Daten wurden auf täglicher, wöchentlicher oder monatlicher Aggregationsebene analysiert, was eine Glättung der idiosynkratischen Variation in den täglichen Daten ermöglicht. Zu den Kovariaten gehörten die Anzahl der Grenzen ("Inseleffekt"), der Anteil der Bevölkerung über 60 Jahre, die Gesamtfruchtbarkeitsrate (zur Erfassung der Altersstruktur) und die tägliche Mobilität (in Prozent des Ausgangswerts) von Google, die von IHME bezogen wurde. Kovariaten wurden entweder als Block eingeschlossen oder ausgeschlossen. Länder- und zeitgebundene Effekte werden häufig in ökonometrischen Modellen verwendet, um zeitinvariante Unterschiede zwischen Ländern und gemeinsame Zeitmuster zu kontrollieren. Insbesondere durch die Einbeziehung von länderspezifischen Effekten ergibt sich eine gebündelte Assoziation innerhalb eines Landes. So werden beispielsweise Veränderungen des US-Stringenzindex im Verhältnis zu den COVID-19-Wachstumsraten in den Vereinigten Staaten bewertet. Die Modelle 1 bis 3 werden anhand von Summen oder Pro-Kopf-Ergebnissen analysiert (die Pro-Kopf-Ergebnisse sind identisch mit den Summen der Wachstumsmodelle 4 bis 6). Um zu verhindern, dass Populationsunterschiede zu überwältigenden Schätzungen führen, enthalten Modelle mit Gesamtergebnissen feste Effekte. Zuletzt analysieren wir alle Modelle über drei Zeiträume: die frühe Pandemie (Januar 2020 bis Juni 2020); im ersten Jahr (das gesamte Jahr 2020); und die ersten 2 Jahre (2020 bis 2021).

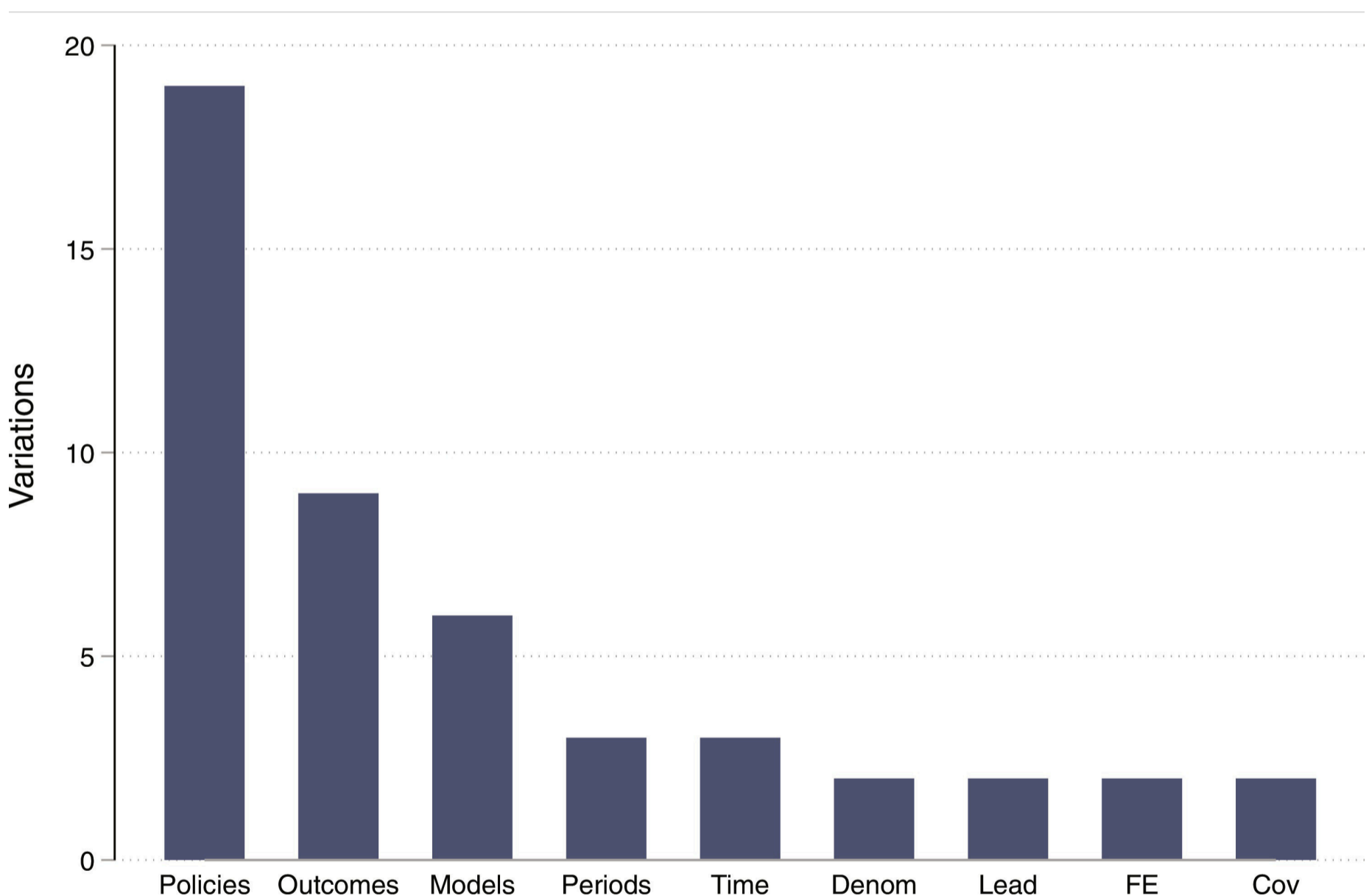


Abb. 1. Analyse und Datenvariationen.

Das Produkt aller Variationen (147.744) – 19 Antworttypen (Richtlinien), 9 Ergebnisse, 6 Modelle, 3 Zeiträume, 3 Zeitaggregationen, 2 Nenner, 2 Leads, 2 feste Effekte und 2 Kovariaten – ist größer als die Anzahl der tatsächlich ausgeführten Modelle (99.736). Dies liegt daran, dass einige Kombinationen nicht durchführbar oder sinnvoll waren. Beispielsweise wurde nur ein Lead (1 Monat) verwendet, wenn das Dataset auf monatlicher Ebene aggregiert wurde.

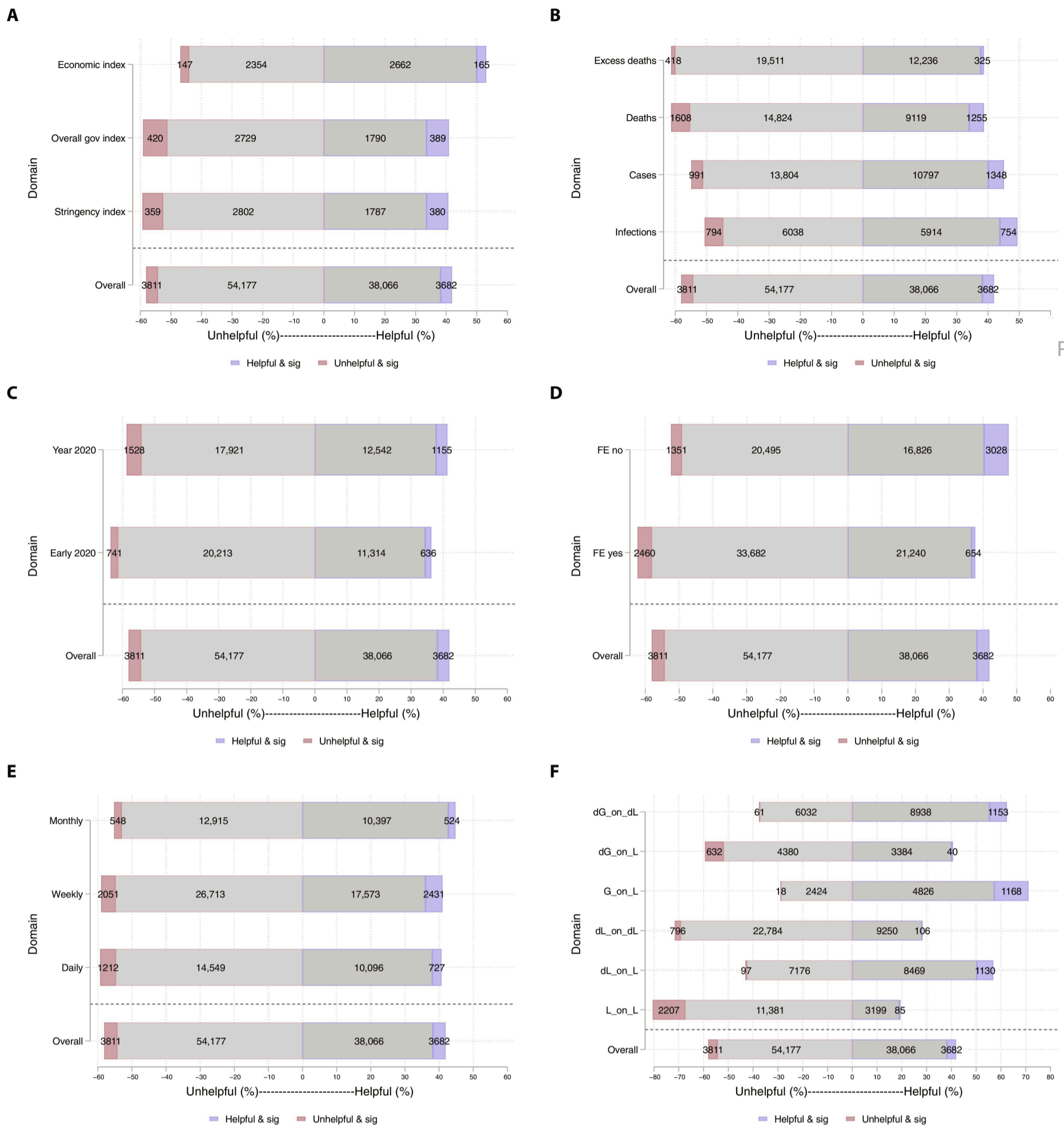


Fig. 2. Portion of models with point estimates in the helpful or unhelpful direction, by group.

The portion of models with helpful and unhelpful associations, by domain. Each panel includes the overall distribution of effects (bottom bar), and the models that were significant (solid colors). Panel (A) shows the distribution for each of the three government response indices, panel (B) for the four outcome types (cases, infections, COVID-19 deaths, and all-cause excess deaths), panel (C) for the three study periods, panel (D) for models with and without fixed effects, panel (E) for the three time aggregations, and panel (F) for the six models (1 bottom, 6 top). The models are indexed as L (levels) or G (growth), with d indicating a difference.

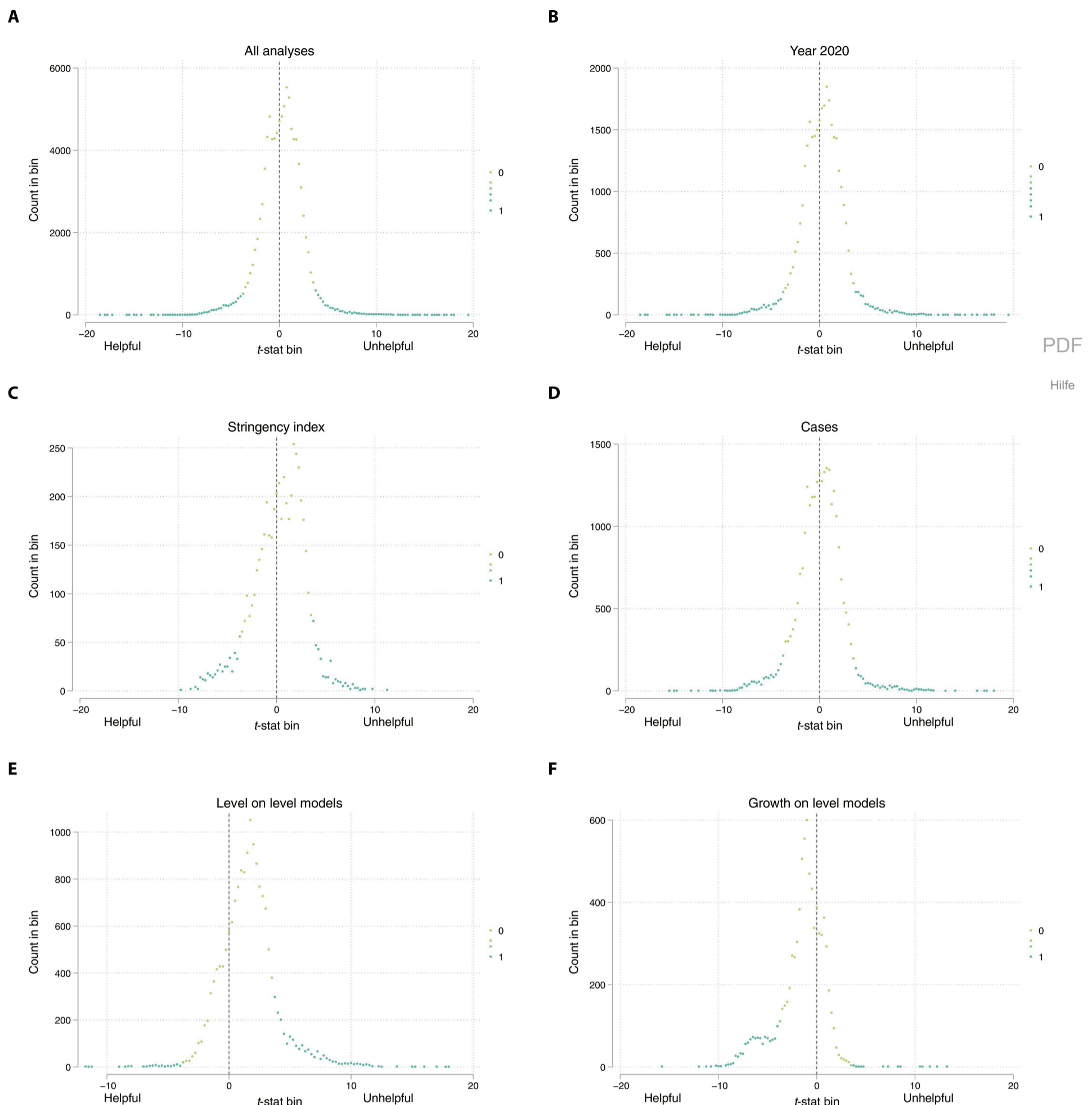


Abb. 3. Verteilung der standardisierten Effektstärken für alle Analysen und ausgewählte Gruppen.

Die t -Statistik wird als Proxy für die standardisierte Effektstärke verschiedener Modelle verwendet. Die Anzahl der Modelle mit t -Statistiken in jedem Intervall $[x, x + 0,25)$ für x im Bereich von -20 bis +20 wird in jedem Panel angezeigt (Intervalle mit 0 Modellen werden nicht angezeigt). Der Anteil der Modelle, der mit der False-Discovery-Rate signifikant ist, wird durch die Schattierung dargestellt. In (A) liegt z. B. das t -Statistik-Intervall mit der größten Anzahl von Modellen zwischen 0,75 und 1,00. Keines dieser Modelle ist signifikant. Panel (A) umfasst alle Modelle; (B) umfasst Modelle für das Jahr 2020; (C) umfasst Modelle mit dem Stringenzindex als Prädiktor; (D) umfasst Modelle mit Fällen als Ergebnis; (E) umfasst Modelle zur Bewertung des Verhältnisses zwischen der Politikebene und der Ergebnisebene (Modell 1); und Panel (F) enthält Modelle zur Bewertung der Beziehung zwischen der politischen Ebene und der Veränderung (Wachstum) des Ergebnisses (Modell 4).

Standardfehler werden in allen Analysen nach Ländern geclustert. Die statistische Signifikanz wird anhand einer Falschentdeckungsrate von 0,05 bewertet (23).

Der Analysecode wird zusammen mit der Analyse bereitgestellt. Darüber hinaus kann der gesamte Datensatz von 99.736 Modellergebnissen mit einer Shiny-App bei <https://eranbendavid.shinyapps.io/CovidGovPolicies/> untersucht werden.

Plausibilitätsanalyse

Bei einer so großen Anzahl von Modellen führten wir eine separate Analyse durch, um zu testen, ob die Modelle Effekte erkennen würden, falls solche in den Daten vorhanden sein sollten. Konkret untersuchen wir mit unserem Ansatz die Einführung der Masernimpfung in den Vereinigten Staaten, die weithin als Erfolg im Bereich der

öffentlichen Gesundheit angesehen wird ([39](#), [40](#)). Nach der Zulassung des Masernimpfstoffs in den Jahren 1963/1964 sank die Zahl der gemeldeten Masernfälle von etwa 400.000 jährlich in den 5 Jahren vor der Zulassung auf 30.000 jährlich in den 5 Jahren danach ([41](#), [42](#)). Wir erstellten einen synthetischen Datensatz mit Masernfällen, die proportional zur Bevölkerung des Bundesstaates zwischen 1954 und 1990 waren, und ordneten jedem Bundesstaat ein Impfadoptionjahr zwischen 1964 und 1967 mit einer Effektstärke von etwa 93% zu (entspricht dem Rückgang der Fallrate in den gesamten Vereinigten Staaten). Wir konstruieren daher einen Datensatz mit unterschiedlichen Einheiten (Staaten), einer wirksamen politischen Intervention (Impfung) und unterschiedlichen Politikbeginn (1964 bis 1967). Wir haben dann unsere Modelle auf diesen Datensatz angewendet, mit Fällen als einzigem Ergebnis, dem geplanten Impfbeginn als wichtigstem politischen Prädiktor und festen Effekten wie in der Hauptanalyse.

Bestätigungen

PDF

Hilfe

Finanzierung: Die Autoren räumen ein, dass sie keine Finanzierung für diese Forschung erhalten haben.

Beiträge der Autoren: E.B. und C.J.P. konzipierten das Manuskript, führten die Analysen durch, interpretierten die Ergebnisse, verfassten das Manuskript und führten alle Überarbeitungen durch.

Konkurrierende Interessen: Die Autoren erklären, dass sie keine konkurrierenden Interessen haben.

Daten- und Materialverfügbarkeit: Alle Daten, die zur Bewertung der Schlussfolgerungen in der Arbeit benötigt werden, sind in der Arbeit und/oder den ergänzenden Materialien enthalten. Der Analysecode wird zusammen mit der Analyse bereitgestellt. Darüber hinaus kann der gesamte Datensatz von 99.736 Modellergebnissen mit einer Shiny-App bei <https://eranbendavid.shinyapps.io/CovidGovPolicies/> untersucht werden.

Ergänzende Materialien

Diese PDF-Datei enthält:

Feige. S1

Tabelle S1

Legende zur Datei S1

Referenzen

HERUNTERLADEN

907,70 KB

Weiteres ergänzendes Material zu diesem Manuskript umfasst Folgendes:

Datei S1

HERUNTERLADEN

14.86 KB

VERWEISE UND ANMERKUNGEN

- 1 N. A. Christakis, *Apollo's Pfeil: Die tiefgreifenden und dauerhaften Auswirkungen des Coronavirus auf die Art und Weise, wie wir leben* (Little, Brown and Company, 2020).
[← ZUR REFERENZ](#) • [GOOGLE SCHOLAR](#)
- 2 A. A. Rabaan, S. H. Al-Ahmed, S. Haque, R. Sah, R. Tiwari, Y. S. Malik, K. Dhama, M. I. Yattoo, D. K. Bonilla-Aldana, A. J. Rodriguez-Morales, SARS-CoV-2, SARS-CoV und MERS-COV: Ein vergleichender Überblick. *Infez. Med.* **28**, 174–184 (2020).
[← ZUR REFERENZ](#) • [PUBMED \(ENGLISCH\)](#) • [GOOGLE SCHOLAR](#)
- 3 Hauptabteilung Wirtschaftliche und Soziale Angelegenheiten der Vereinten Nationen, Abteilung Bevölkerung. Aussichten für die Weltbevölkerung 2022: Zusammenfassung der Ergebnisse (Hauptabteilung Wirtschaftliche und Soziale Angelegenheiten der Vereinten Nationen, 2022); www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022.

ALLE REFERENZEN ANZEIGEN

eBriefe (0)

PDF

Hilfe

eLetters ist ein Forum für fortlaufende Peer-Reviews. eLetters werden nicht bearbeitet, Korrektur gelesen oder indiziert, aber sie werden überprüft. eLetters sollten einen inhaltlichen und wissenschaftlichen Kommentar zum Artikel liefern. Eingebettete Abbildungen können nicht eingereicht werden, und wir raten generell von der Verwendung von Abbildungen in eLetters ab. Wenn eine Abbildung wesentlich ist, fügen Sie bitte einen Link zu der Abbildung in den Text des eLetters ein. Bitte lesen Sie unsere [Nutzungsbedingungen](#), bevor Sie einen eLetter einreichen.

MELDEN SIE SICH AN, UM EINE ANTWORT EINZUREICHEN

Zu diesem Artikel wurden noch keine eLetters veröffentlicht.

Empfohlene Artikel von TrendMD

Alternative Epidemieindikatoren für COVID-19 in drei Settings mit unvollständigen Systemen zur Registrierung von Todesfällen
Ruth McCabe, Fortschritte in der Wissenschaft, 2023

Mathematische Modelle als Leitfaden für die Pandemiebekämpfung
C. Jessica E. Metcalf, Wissenschaft, 2020

Mit COVID-19 wird das Modeln von Bedeutung für Leben und Tod
Martin Enserink, Science, 2020

Fatalities from COVID-19 are reducing Americans' support for Republicans at every level of federal office
Christopher Warshaw, Science advances, 2020

Tackling the pandemic with (biased) data
Christina Pagel, Science, 2021

Wie viele hätten gerettet werden können? Auswirkungen der sozialen Distanzierung auf COVID-19 [↗](#)

Matheus Cunha, ANPAD Wissenschaftliche Periodische Elektronische Bibliothek

Auswirkungen von Covid-19 auf die vergleichende Praxis des Föderalismus: einige Vorbemerkungen [↗](#)

Rupak Chattopadhyay, ANPAD Wissenschaftliche Periodische Elektronische Bibliothek

Respostas governamentais à pandemia da COVID-19 [↗](#)

Alketa Peci, ANPAD Scientific Periodic Electronic Library

Psychology and COVID-19 : impacts, themes and way forward [↗](#)

South African Journal of Psychology, 2020

Infectious Disease Transmission Models to Predict, Evaluate, and Improve Understanding of COVID-19 Trajectory and Interventions [↗](#)

Andrea G. Buchwald, Annals of the American Thoracic Society, 2020

Powered by **TREND MD**



AKTUELLE AUSGABE



PDF

Hilfe

Der sensomotorische Schaltkreis ist ein therapeutisches Ziel für *Dystonia musculorum*-Mäuse, ein Modell der hereditären sensorischen und autonomen Neuropathie 6

BIS NOZOMU YOSHIOKA, MASAYUKI KUROSE, ET AL.

Unterschiedliche sequentielle Todeskomplexe regulieren die Pyroptose und die IL-1 β -Freisetzung als Reaktion auf die *Yersinien*-Blockade der Immunsignalübertragung

BIS RONIT SCHWARTZ WERTMAN, WINSLOW YOST, ET AL.

Eine Katalysatorfamilie von hochentropiehaltigen Legierungsatomlagen mit quadratischen atomaren Anordnungen, die Eisen- und Platingruppenmetalle umfassen

BIS CHENG-YU WU, YUEH-CHUN HSIAO, ET AL.

[INHALTSVERZEICHNIS >](#)

REKLAME

Melden Sie sich bei ScienceAdviser an

Abonnieren Sie ScienceAdviser, um die neuesten Nachrichten, Kommentare und Forschungsergebnisse täglich kostenlos in Ihren Posteingang zu erhalten.

PDF

Hilfe

ABONNIEREN >

NEUESTE NACHRICHTEN

SCIENCEINSIDER (ENGLISCH) | 26. JULI 2024

Ausgabengesetz des US-Senats löst Streit im Kongress über Forschungsausgaben aus

SCIENCEINSIDER (ENGLISCH) | 26. JULI 2024

Argentinische Wissenschaftler knausern und retten sich durch die Finanzierungskrise

SCIENCEINSIDER (ENGLISCH) | 26. JULI 2024

Die NASA sagt, sie habe mögliche Anzeichen von Leben auf dem Mars gefunden. Es gibt viele Vielleicht-Situationen

SCIENCEINSIDER (ENGLISCH) | 26. JULI 2024

Colorado probiert eine neue Taktik gegen die "Kuhgrippe" aus: Flächendeckende Milchttests

SCIENCEINSIDER (ENGLISCH) | 26. JULI 2024

Riesenmuscheln, ikonisch und gefährdet, könnten in den USA unter den Schutz gefährdeter Arten gestellt werden

SCIENCEINSIDER (ENGLISCH) | 26. JULI 2024

USA investieren 67 Millionen US-Dollar in nationale Forschungssicherheitszentren

REKLAME



PDF

Hilfe

RELATED JOBS

Assistant Professor- IL- Microbiology and Immunology

Midwestern University-HR
Downers Grove, Illinois

Circularity Accountant ESG

Henkel
Bratislava, Bratislavsky Kraj, Slovakia

Director, Medical Monitor, Vaccines

Pfizer
Pearl River, New York, United States;

[MORE JOBS ▶](#)

EMPFOHLEN

LEITARTIKEL | MAI 2020

[COVID-19 inmitten des Rückzugs von Ebola](#)

LEITARTIKEL | JUNI 2020

COVID-19 und Grippe, ein perfekter Sturm

IM DETAIL | MÄRZ 2020

Kann Chinas COVID-19-Strategie auch anderswo funktionieren?

LEITARTIKEL | JULI 2020

COVID-19 und die nächste Grippezeit

REKLAME

PDF

Hilfe

[View full text](#) | [Download PDF](#)

Science

Science
Advances

Science
Immunology

Science
Robotics

Science
Signaling

FOLLOW US



GET OUR NEWSLETTER

NEWS

[All News](#)

[ScienceInsider](#)

[News Features](#)

[Subscribe to News from Science](#)

[News from Science FAQ](#)

[About News from Science](#)

[Donate to News](#)

COMMENTARY

[Opinion](#)

[Analysis](#)

[Blogs](#)

CAREERS

[Careers Articles](#)

[Find Jobs](#)

[Employer Hubs](#)

JOURNALS

[Science](#)

[Science Advances](#)

[Science Immunology](#)

[Science Robotics](#)

[Science Signaling](#)

[Science Translational Medicine](#)

[Science Partner Journals](#)

AUTHORS & REVIEWERS

[Information for Authors](#)

[Information for Reviewers](#)

ADVERTISERS

[Advertising Kits](#)

[Custom Publishing Info](#)

[Post a Job](#)

ABOUT US

[Leadership](#)

[Work at AAAS](#)

[Prizes and Awards](#)

LIBRARIANS

[Manage Your Institutional Subscription](#)

[Library Admin Portal](#)

[Request a Quote](#)

[Librarian FAQs](#)

RELATED SITES

[AAAS.org](#)

[AAAS Communities](#)

[EurekAlert!](#)

[Science in the Classroom](#)

PDF

Hilfe

HELP

[FAQs](#)

[Access and Subscriptions](#)

[Order a Single Issue](#)

[Reprints and Permissions](#)

[TOC Alerts and RSS Feeds](#)

[Contact Us](#)