ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Azarova, Valeriya; Pittel, Karen; Rusch, Katharina

Article

Klimawandel und mentale Gesundheit: Korrelation versus Kausalität und die Rolle von Big Data

ifo Schnelldienst

Provided in Cooperation with:
Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

Suggested Citation: Azarova, Valeriya; Pittel, Karen; Rusch, Katharina (2022) : Klimawandel und mentale Gesundheit: Korrelation versus Kausalität und die Rolle von Big Data, ifo Schnelldienst, ISSN 0018-974X, ifo Institut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 75, Iss. 01, pp. 82-86

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/250859

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Valeriya Azarova, *Karen Pittel* und *Katharina Rusch*

Klimawandel und mentale Gesundheit: Korrelation versus Kausalität und die Rolle von Big Data

IN KÜRZE

Die Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels und die Bewertung der Wirksamkeit von Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen sind wesentliche Schritte zur Klimaneutralität. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die physische Gesundheit sind ausreichend erfasst und quantifiziert worden. Der mentalen Gesundheit und dem Wohlbefinden wurden bisher jedoch nur wenig Aufmerksamkeit zugewandt. Gleichzeitig sind die Ausgaben für therapeutische Zwecken allein in Deutschland seit 1992 um 321% gestiegen, so dass die wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die mentale Gesundheit und das Wohlbefinden zunehmend an Bedeutung gewinnen. Es gibt jedoch nur wenige wirtschaftliche Studien dazu. Gründe dafür könnten die Verfügbarkeit von Daten (Sensibilität), die Stigmatisierung (allgemeine Öffentlichkeit und Wissenschaft) und ethische Herausforderungen, beispielsweise bei der Konzeption einer randomisierten Kontrollstudie, sein. Im Rahmen der »Kurz-zum-Klima«-Reihe soll dieser Beitrag dazu dienen, einen Überblick zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die psychische Gesundheit und die Rolle, die Big Data bei der Quantifizierung dieser Auswirkungen spielen kann, zu geben und potenzielle Forschungsfelder aufzudecken.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit können sowohl direkter als auch indirekter Natur sein und das physische ebenso wie das soziale und psychische Wohlbefinden betreffen. Eine Zunahme der Häufigkeit und/oder Schwere von extremen Wetterereignissen wie Hitzewellen, Dürren, Überschwemmungen und Stürmen kann sich direkt auf die Gesundheit auswirken und zur Sterblichkeit, Morbidität, Verletzungen und Traumata führen. Indirekt kann der Klimawandel die Gesundheit durch den Verlust von Lebensgrundlagen, Land und Eigentum und durch die Interaktion mit Umweltsystemen beeinflussen.

Im Gegensatz zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die physische Gesundheit wurden die Folgen für die mentale (psychische) Gesundheit lange vernachlässigt und werden zum Teil auch heute noch ignoriert. Dies führt zu einer unvollständigen Erfassung der Schäden des Klimawandels und damit einer Unterschätzung seiner Kosten. Allerdings gewinnt die Wahrnehmung der Bedeutung mentaler Gesundheit als wichtige Voraussetzung für das allgemeine Wohlbefinden zunehmend an Bedeutung.

ZUNEHMENDE PSYCHISCHE UND VERHALTENSSTÖRUNGEN VERURSACHEN STEIGENDE GESUNDHEITSAUSGABEN

Laut WHO ist mentale Gesundheit als »Zustand, in dem man in der Lage ist, den Alltagsstress zu bewältigen und sowohl produktiv als auch aktiv an der Gesellschaft teilnimmt« definiert (WHO 2003). Sobald dies nicht mehr gegeben ist, leidet jedoch nicht nur die individuelle Person, sondern aus ökonomischer Perspektive die ganze Gesellschaft. Die Produktivität sinkt; eine Behandlung psychischer Erkrankungen dauert in der Regel mehrere Jahre. Eine Statistik des UK National Health Service aus dem Jahr 1996 zeigt, dass die Kosten für die Behandlung mentaler Krankheiten vergleichsweise höher ausfallen als bspw. für Brustkrebs oder Diabetes (WHO 2003).

Laut Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin waren »psychische und Verhaltensstörungen« im Jahr 2019 die zweithäufigste Ursache für Arbeitsunfähigkeitstage in Deutschland. Sie waren damit für 24,5 Mrd. Euro Ausfall an Bruttowertschöpfung und 14,4 Mrd. Euro Produktionsausfallkosten verantwortlich (BAuA 2021). Im gleichen Jahr ließen sich mehr als 50% der Renten aufgrund verminderter Erwerbstätigkeit auf psychische und Verhaltensstörungen zurückführen. Basierend auf Daten des Statistischen Bundesamtes zu Gesundheitsausgaben haben sich zwischen 1992 und 2019 die Ausgaben für therapeutische Zwecke[1] um 321% auf 30 193 Mio. Euro erhöht (vgl. Abb. 1). Insgesamt hat sich der Anteil von Ausgaben zu therapeutischen Zwecken um 3,22% auf 7,93% an den Gesamtausgaben gesteigert. Die Gesundheitsausgaben je Einwohner stiegen um 150% von 1 981 Euro auf 4 944 Euro. Dabei lagen 2015 die Ausgaben je Einwohner für psychische und Verhaltensstörungen bei 540 Euro (13%). Nur die Ausgaben für Kreislauferkrankungen waren mit 570 Euro (13,7%) je Einwohner pro Jahr höher.

[1] Hierunter fallen insbesondere physio- und psychotherapeutische Leistungen sowie die von Heilpraktikern, Logopäden, Chiropraktikern usw. erbrachten Leistungen. Die im Rahmen der ärztlichen Behandlung erbrachten physikalisch-medizinischen Leistungen werden ebenfalls zu den therapeutischen Leistungen gezählt.

Auffällig ist die unterschiedliche Betroffenheit verschiedener Gruppen durch psychische Erkrankungen. So ist beispielsweise die Wahrscheinlichkeit, dass Frauen an einer psychischen Erkrankung leiden, fast doppelt so hoch wie bei Männern (Yu 2018). Ebenso leiden Menschen mit sozialen oder wirtschaftlichen Benachteiligungen häufiger an psychischen Erkrankungen (Bambra et al. 2010).

PANDEMIE BELASTET ZUSÄTZLICH DAS WOHLBEFINDEN

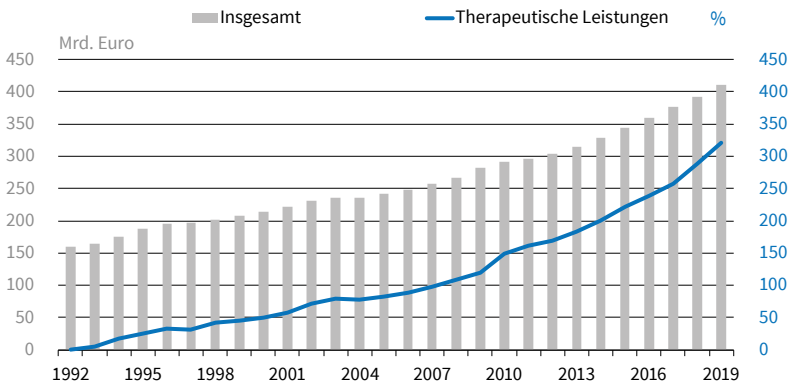
Durch die Covid-19-Pandemie ist die mentale Gesundheit noch weiter in den Fokus gerückt. Liang et al. (2020) sowie Newby et al. (2020) sind zu dem Ergebnis gekommen, dass die mentale Gesundheit stark durch Einschränkungen im Zusammenhang mit der Pandemie beeinträchtigt wurde und mehr Unterstützung im therapeutischen Bereich gebraucht wird. Eine Querschnittsstudie in Deutschland mit 15 037 Personen zeigt ebenfalls eine signifikante Zunahme von Depressionen- und Angstsymptomen, von Stress und einer Verschlechterung des Wohlbefindens seit dem Covid-19-Ausbruch (siehe Bäurle et al. 2020).

Während die Hoffnung besteht, dass die mentalen Belastungen durch die Pandemie in relativ kurzer Zeit geringer werden, werden die Auswirkungen des Klimawandels auch mittel- und langfristig bestehen bleiben und tendenziell eher zunehmen. Unsere Analyse von Google Trends zeigt entsprechend ein wachsendes Interesse an psychischer Gesundheit und Klimawandel sowie steigende Google-Suchanfragen zu Anxiety (Angststörungen) in Deutschland. Darüber hinaus ergibt eine erste, einfache Regressionsanalyse der monatlichen Google-Trends-Daten und der EM-DAT International Disaster Database (vgl. Tab. 1), dass Hitzewellen die Google-Suchanfragen zu Ängsten erheblich erhöhen. Ebenso finden wir als Folge des Klimawandels bei Google Trends gestiegene Anfragen zu »Ängsten« und »Depressionen« (vgl. Abb. 2).

Die Google-Trends-Daten ermöglichen es zwar nicht, kausale Zusammenhänge zwischen Klimawandel und psychischer Gesundheit abzuschätzen. Sie können aber als Indikator dafür gesehen werden, wie wichtig es ist, die Auswirkungen des Klimawandels auf mentale Gesundheit mit detaillierten, hochfrequenten Gesundheitsdaten, Krankenhausaufenthalten und relevanten Umwelt- und Klimadaten zu analysieren. In Anbetracht der unterschiedlichen Betroffenheit verschiedener gesellschaftlicher Gruppen gewinnt dies zudem an Bedeutung, da ein kausaler Zusammenhang zwischen psychischer Gesundheit und Klimawandel

Abb. 1

Gesundheitsausgaben insgesamt (in Mrd. Euro) und Wachstum der Ausgaben für therapeutische Leistungen (in %)

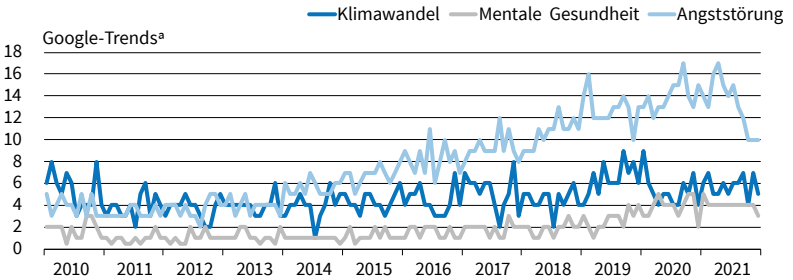


Quelle: Statistisches Bundesamt (2021a).

© ifo Institut

Abb. 2

Entwicklung von Google-Suchanfragen



[a] Google Trends zeigen die relative Popularität einer bestimmten Suche/Abfrage. Google Trends nimmt das Suchvolumen einer bestimmten Suchanfrage (in unserer Analyse haben wir Suchanfragen zu Angststörung, Depression, Klimawandel und mentalen Gesundheit verwendet) und teilt es durch die Gesamtzahl der Suchanfragen, die in dem gegebenen Zeitraum und der geografischen Region durchgeführt wurden. Das sich daraus ergebende Verhältnis wird dann auf einer Skala von 0 – 100 skaliert.

Quelle: Berechnungen der Autorinnen.

© ifo Institut

Tab. 1

Zusammenhang zwischen Klimawandel und psychischer Gesundheit

	Angststörung	Depression	Mentale Gesundheit	Angststörung
Hitzewellen	4,121***			
	(7,06)			
Klimawandel	1,435*	0,315***	1,046***	
		(2,37)	(5,55)	(4,99)
Konstante	7,879***	65,87***	0,412	3,031**
	(23,16)	(22,72)	(1,67)	(3,06)
N	144	144	144	144

Anmerkungen: t-Wert in Klammern, * $p < 0{,}05$, ** $p < 0{,}01$, *** $p < 0{,}001$. Die Analyse basiert auf monatlichen Google-Trends-Daten für Deutschland und Daten der EM-DAT International Disaster Database von Januar 2010 bis Dezember 2021.
Für eine Erläuterung von Google Trends, siehe Abb. 2.
Unsere einfache Regressionsanalyse, bei der der feste Effekt des Jahres berücksichtigt wird, zeigt, dass die Zunahme von Hitzewellen zu einem Anstieg des Google Trends »Angststörung« führt. Ähnliche Effekte (mit unterschiedlichem Ausmaß und statistischer Signifikanz) werden zwischen den Google Trends »Klimawandel« und »Mentale Gesundheit«, »Depression«, »Angststörung« beobachtet.

Quelle: Berechnungen der Autorinnen.

nicht nur zu steigenden Gesundheitskosten führen könnte, sondern auch zu einer Verschärfung bestehender Ungleichheiten.

STUDIEN ZU DEN FOLGEN DES KLIMAWANDELS FÜR DIE MENTALE GESUNDHEIT

Empirische Studien, die sich ausführlich mit Klimawandel und psychischer Gesundheit befassen, sind bisher selten. Studien, die das Thema adressieren, sind hauptsächlich qualitative Übersichtsstudien mit begrenzten empirischen Untersuchungen (Berry et al. 2018). Der geografische Fokus der verfügbaren Studien ist dabei eng und auf kleine, meist ländliche oder indigene Gemeinschaften vor allem in Amerika, Asien und Australien beschränkt.

Ein Grund für noch fehlende Studien in Europa ist möglicherweise die Verfügbarkeit der relevanten Daten und verbreitete Stigmatisierung psychisch erkrankter Menschen. Schomerus et al. (2014) haben in einer länderübergreifenden Studie innerhalb Europas festgestellt, dass das Reden über mentale Erkrankungen in der Gesellschaft wenig akzeptiert ist und dass Stigmatisierung gleichzeitig als Stressfaktor gilt und zu weiterer Isolation führen kann. Neben der anhaltenden Stigmatisierung erschwert allerdings auch der strengere Datenschutz Untersuchungen innerhalb Europas.

Darüber hinaus sind die Kanäle, über die sich der Klimawandel auf psychische Störungen auswirkt, vielfältig: So wird beispielsweise eine Verschlimmerung bestehender psychischer Störungen oder das erstmalige Auftreten von Störungen mit durch den Klimawandel ausgelösten extremen Wetterereignissen in Verbindung gebracht, aber auch das Auftreten neuer Arten von Störungen wie Öko-Anxiety oder Öko-Paralysis, die direkt durch Umwelt- und Klimaveränderungen ausgelöst werden, wird vermutet.

EXTREMWETTEREREIGNISSE UND LUFTVERSCHMUTZUNG FÜHREN ZU ZUWACHS VON PSYCHISCHEN BELASTUNGEN

Bei bisher vorliegenden Studien im Kontext des Klimawandels liegt der Fokus primär auf den Folgen der Luftverschmutzung (bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe werden sowohl Luftschadstoffe als auch Treibhausgase freigesetzt), erhöhter Temperatur und Starkregens bzw. Flutkatastrophen. Basu et al. (2017) und Hansen et al. (2008) zeigen einen korrelierten Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur/Hitzewellen und Krankenhauseinweisungen wegen psychischer Störungen und Verhaltensstörungen, eine höhere Selbstmordrate und einen Anstieg von Körperverletzungen bis hin zum Mord. Eine erhöhte Selbstmordrate und schlechtere mentale Gesundheit finden auch Mullins und White (2018), Burke et al. (2018), Carleton (2017) sowie Hanigan et al. (2012), wobei die letzteren beiden Studien auch Rückwirkungen von geschmälerten Ernteerträgen sowie einen erhöhten Dürreindex einbeziehen. Obradovich et al. (2018) finden durch Naturkatastrophen, wie Hurrikane Katrina, einen Zuwachs an psychischen Belastungen von 4%, die laut Nomura et al. (2019) bereits im Mutterleib an noch ungeborene Kinder weitergegeben werden können. Neben erhöhten Temperaturen zeigen Xue et al. (2021), dass erhöhte Luftverschmutzung einen Zuwachs mentaler Probleme bedingt.

Die genannten Studien fokussieren primär auf direkten Auswirkungen des Klimawandels (Temperaturerhöhung) oder auf Verbreitungswege, über die sich die Verbrennung fossiler Energieträger (Luftverschmutzung) und die Fähigkeit zur Sicherung der Lebensgrundlagen (Dürren, Ernteerträge) auf die mentale Gesundheit auswirken. Andere Aspekte, die im Zuge fortschreitenden Klimawandels an Bedeutung gewinnen, wie beispielsweise klimabedingte Landschaftsveränderungen (Gletscherschmelze, Versteppung, Austrocknung von Flüssen), Infrastrukturzerstörungen (Stromausfälle und Verlust von Stromleitungen, zerstörte Straßen), erhöhte Risiken für Feuer (beispielsweise Waldbrände) und Wasserknappheit finden bisher wenig Beachtung und können interessante Ansatzpunkte für zukünftige Forschung bieten (vgl. zum Beispiel Dillman-Hasso 2021; Cianconi et al. 2020).

Auch die Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen oder der Veränderung von Verhaltensweisen (z.B. in Bezug auf Ernährung- und Mobilität) auf das Wohlbefinden sind bisher kaum erforscht. Zwar wurden in kleinen Experimenten erste Versuche unternommen (Grabow et al., 2018), Zusammenhänge zwischen diesen Aspekten aufzudecken, doch steckt diese Forschung noch in den Kinderschuhen.

Zudem wäre es wichtig, Effekte von Klimawandel und Klimaschutz auf verschiedene gesellschaftliche und speziell vulnerable Gruppen zu untersuchen. Hier gibt es bereits einige Studien im Kontext physischer Gesundheit (bspw. zu den Effekten von Luftverschmutzung auf relativ ärmere Bevölkerungsgruppen). In Anbetracht der unterschiedlichen Betroffenheit verschiedener Gruppen hinsichtlich mentaler Erkrankungen, würde dies ein weiteres spannendes Forschungsfeld eröffnen. Insgesamt wäre hier das Verständnis von akuten, aber auch von Auswirkungen über einen längeren Zeitraum interessant (vgl. Cianconi et al. 2020). Nicht nur geografisch gesehen, sondern auch im Hinblick auf die Stigmatisierung mental erkrankter Menschen wären zudem Studien innerhalb Europas und Afrikas von Bedeutung.

KORRELATION ODER KAUSALITÄT – IST BIG DATA DIE ANTWORT?

In Anbetracht der Komplexität der Beziehungen und das Zusammenspiels mehrerer Faktoren zwischen Klimawandel und psychischer Gesundheit erfordert die Forschung in diesem Bereich einen interdisziplinären Ansatz und die Entwicklung von komplexen Modellen,

die naturwissenschaftliche, epidemiologische, sozioökonomische und politische Forschung verbinden (vgl. Sebestyén et al. 2021).[2]

Um kausale Evidenz für die Wirkung von Behandlungsmaßnahmen zu untersuchen, werden in der Medizin insbesondere randomisierte Kontrollstudien genutzt. Aufgrund ihres Designs gelten die Ergebnisse solcher Studien als stärkste Evidenz von Kausalität und somit als Goldstandard (vgl. Zabor et al. 2020). Randomisierte Kontrollstudien müssen jedoch in der Regel aufgrund ethischer Herausforderungen sorgfältig geprüft und genehmigt (Ethikkommission) werden, sind teuer, benötigen viel Zeit und zusätzliche Annahmen, um die Validität aufrechtzuerhalten. Das ist im Fall von randomisierten Kontrollstudien zum Thema psychische Gesundheit/Klimawandel noch schwieriger, da häufig gefährdete und marginalisierte Bevölkerungsgruppen wie Jugendliche, Menschen mit Behinderungen oder bestehenden Vorerkrankungen, ältere Menschen und Menschen mit niedrigem Einkommen betroffen sind.

Die Digitalisierung und der technische Fortschritt bieten allerdings die Möglichkeit, innerhalb kürzerer Zeit und mit verhältnismäßig weniger Geld eine große Menge an »Real-World«-Daten auszuwerten und somit die Zeit von klinischen Forschungsstudien deutlich zu verkürzen sowie die Kosten von randomisierten Kontrollstudien zu senken (Kim et al. 2018). Des Weiteren kann durch nachträgliche Datenauswertung auch eine Forschung, die aufgrund ethischer Erwägungen nicht direkt durchführbar ist, z.B. an Hochrisikogruppen, betrieben werden.

Große Datenmengen (Big Data) eröffnen neue Möglichkeiten, die komplexen Zusammenhänge zu entschlüsseln und kausale Zusammenhänge zwischen Klimawandel und psychischer Gesundheit herzustellen. Durch eine hohe Aufschlüsselung von Daten und kleine Rasterung können Modellrechnungen präzisiert werden, was jedoch gleichzeitig die Komplexität erhöht (vgl. Balaji 2015). Data-Science-Ansätze, wie bspw. machine learning, helfen hierbei, auf neue Art und Weise verbesserte Optimierungsansätze zu finden sowie Vorhersagen, Diagnostik und deskriptive Analysen von heterogenen Daten durchzuführen. Die zunehmend voranschreitende Digitalisierung bietet die Grundlage zur notwendigen Datenerfassung in großem Umfang und schafft damit Voraussetzungen, um die genannten Analysen durchzuführen. Andererseits eröffnen die Digitalisierung und Big Data – einschließlich Daten aus elektronischen Krankenakten und von verschiedenen tragbaren Geräten, intelligenten Anwendungen, Sensoren und Satelliten – neue Möglichkeiten für die Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die psychische Gesundheit und die Entwicklung von Präventionsmaßnahmen.

[2] In dieser interdisziplinären Betrachtung, auch oft »Systems-of-Systems«-Ansatz genannt, werden verschiedene Bereiche und Institutionen zusammengebracht und diese durch die Nutzung von Synergien sowie den Austausch neuer Forschungsansätze gezielt gefördert (vgl. Fan und Mostafavi 2019).

FAZIT: BIG DATA UND DEEP LEARNING ERMÖGLICHEN DAS VERSTÄNDNIS DER ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN KLIMAWANDEL UND PSYCHISCHER GESUNDHEIT

Obwohl randomisierte Kontrollstudien immer noch die bevorzugte Methode sind, um Kausalität zu finden, ermöglichen Big Data und Deep Learning das Verständnis komplexer Zusammenhänge zwischen Klimawandel und psychischer Gesundheit und können hilfreiche Werkzeuge sein, insbesondere wenn Kontrollstudien kompliziert und nicht kosteneffizient durchführbar sind. In diesem Fall, sind der ökonometrische Ansatz und die Nutzung von Big Data eine ebenso valide Möglichkeit zur Darlegung von kausalen Zusammenhängen, wenn genügend Aufmerksamkeit auf die Art der Analyse sowie die Interpretation gerichtet ist.

LITERATUR

Bäuerle, A., J. Steinbach, A. Schweda, J. Beckord, M. Hetkamp, M., Weismüller, H. Kohler, V. Musche, N. Dörrig, M. Teufel und E.-M. Skoda (2020), »Mental Health Burden of the Covid-19 Outbreak in Germany: Predictors of Mental Health Impairment«, *Journal of Primary Care & Community Health* 11, 2150132720953682.

Balaji, V. (2015), »Climate Computing: The State of Play«, *Computing in Science & Engineering* 17(6), 9–13.

Bambra, C., K E. Joyce, M. A. Bellis, A. Greatley, S. Greengross, S. Hughes, P. Lincoln, T. Lobstein, C. Naylor, R. Salay, M. Wiseman und A. Maryon-Davis (2010), »Reducing Health Inequalities in Priority Public Health Conditions: Using Rapid Review to Develop Proposals for Evidence-Based Policy«, *Journal of Public Health* 32(4), 496–505.

Basu, R., L. Gavin, D. Pearson, K. Ebisu und B. Malig (2017), »Examining the Association Between Apparent Temperature and Mental Health-Related Emergency Room Visits in California«, *American Journal of Epidemiology* 187(4), 726–735.

BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2021), »Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit 2019«, verfügbar unter: https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitswelt-und-Arbeitsschutz-im-Wandel/Arbeitsweltberichterstattung/Kosten-der-AU/pdf/Kosten-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Berry, H. L., T. D. Waite, K. B. Dear, A. G. Capon und V. Murray (2018), »The Case for Systems Thinking about Climate Change and Mental Health«, *Nature Climate Change* 8(4), 282–290.

Bertot, J., U. Gorham, P. Jaeger, L. Sarin und H. Choi (2014), »Big Data, Open Government and E-Government: Issues, Policies and Recommendations«, *Information Polity* 19, 5–16.

Burke, M., F. González, P. Baylis, S. Heft-Neal, C. Baysan, S. Basu und S. Hsiang (2018), »Higher Temperatures Increase Suicide Rates in the United States and Mexico«, *Nature Climate Change* 8, 723–729.

Carleton, T. (2017), »Crop-Damaging Temperatures Increase Suicide Rates in India«, *PNAS* 114(33), 8746–8751.

Chacón-Montalván, E., B. Taylor, M. Cunha, G. Davies, J. Orellana und L. Parry (2021), »Rainfall Variability and Adverse Birth Outcomes in Amazonia«, *Nature Sustainability* 4, 583–594.

Cianconi, P., S. Betrò und L. Janiri (2020), »The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review«, *Frontiers in Psychiatry* 11, 74.

Cunningham, S. (2021), *Causal Inference in Economics,* Yale University Press, New Haven.

Deschenes, O., M. Greenstone und J. Guryan (2009), »Climate Change and Birth Weight«, *American Economic Review* 99(2), 211–217.

Dillman-Hasso, N. (2021), »The Nature Buffer: The Missing Link in Climate Change and Mental Health Research«, *Journal of Environmental Studies and Sciences* 11, 696–701.

Elliott, L., C. Fidler, A. Ditchfield und T. Stissing (2016), »Hypoglycemia Event Rates: A Comparison Between Real-World Data and Randomized Controlled Trial Populations in Insulin-Treated Diabetes«, *Diabetes Therapy* 7, 45–60.

Fan, C. und A. Mostafavi (2019), »Metanetwork Framework for Performance Analysis of Disaster Mangement System-of-Systems«, *IEEE Systems Journal* 14(1), 1265–1276.

Grabow, M., T. Bryan, M. M. Checovich, A. K. Converse, C. Middlecamp, M. Mooney, E. R. Torres, S. G. Younkin und B. Barrett (2018), »Mindfulness and Climate Change Action: A Feasibility Study«, *Sustainability* 10(5), 1508.

Gronlund, C., L. Cameron, C. Shea und M. O'Neill (2019), »Assessing the Magnitude and Uncertainties of the Burden of Selected Diseases Attributable to Extreme Heat and Extreme Precipitation under a Climate Change Scenario in Michigan for the Period 2041–2070«, *Environmental Health* 18, 40.

Hanigan, I., C. Butler, P. Kokic und M. Hutchinson (2012), »Suicide and Drought in New South Wales, Australia, 1970–2007«, *PNAS* 109(35), 13950–13955.

Hansen, A., P. Bi, M. Nitschke, P. Ryan, D. Pisaniello und G. Tucker (2008), »The Effect of Heat Waves on Mental Health in a Temperate Australian City«, *Environmental Health Perspectives* 116(10), 1369–1375.

Kim, H., S. Lee und J. Kim (2018), »Real-world Evidence versus Randomized Controlled Trial: Clinical Research Based on Electronic Medical Records«, *Journal of Korean Medical Science* 33(34), e213.

Liang, L., H. Ren, R. Cao, Y. Hu, Z. Qin, C. Li und S. Mei (2020), »The Effect of Covid-19 on Youth Mental Health«, *Psychiatric Quarterly* 91, 841–852.

Miranda, M., R. Callendar, J. Canales, E. Craft, K. Ensor, M. Grossman, L. Hopkins, J. Johnston, U. Shah und J. Tootoo (2021), »The Texas Food Registry: A Fexible Tool for Environmental and Public Health Practitioners and Researchers«, *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* 31, 823–831.

Mullins, J. und C. White (2018), »Temperature, Climate Change, and Mental Health: Evidence from the Spectrum of Mental Health Outcomes«, *Journal of Health Economics* 68, 102240.

Newby, J., K. O'Moore, S. Tang, H. Christensen und K. Faasse (2020), »Acute Mental Health Responses during the Covid-19 Pandemic in Australia«, *PLOS One* 15(7), e0236562.

Nomura, Y., K. Davey, P. Pehme, J. Finik, V. Glover, W. Zhang, Y. Haung, J. Buthmann, K. Dana, S. Yoshida, K. Tsuchiya, X. Li und J. Ham (2019), »Influence of In-utero Exposure to Maternal Depression and Natural Disaster-Related Stress on Infant Temperament at 6 Months: The Children of Superstorm Sandy«, *Infant Mental Health Journal* 40(2), 204–216.

Obradovich, N., R. Migliorini, M. Paulus und I. Rahwan 2018), »Empirical Evidence of Mental Health Risks Posed by Climate Change«, *PNAS* 115(43), 10953–10958.

Parks, R., J. Bennett, H. Tamura-Wicks, V. Kontis, R. Toumi, G. Danaei und M. Ezzati (2020), »Anomalously Warm Temperatures Are Associated with Increased Injury Deaths«, *Nature Medicine* 26, 65–70.

Schomerus, G., S. Evans-Lacko, N. Rüsch, R. Mojtabai, M. Angermeyer und G. Thornicroft (2014), »Collective Levels of Stigma and National Suicide Rates in 25 European Countries«, *Epidemiology and Psychiatric Sciences* 24, 166–171.

Sebestyén, V., T. Czvetkó und J. Abonyi (2021), »The Applicability of Big Data in Climate Change Research: The Importance of System of Systems Thinking«, *Frontiers in Environmental Science* 9, 619092.

Statistisches Bundesamt (2021a), »Gesundheitsausgaben«, verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitsausgaben/_inhalt.html;jsessionid=F6382FED910A5A88587031B4A8E4BAFB.live732.

Statistisches Bundesamt (2021b), »Krankheitskosten«, verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankheitskosten/_inhalt.html.

United Nations, General Assembly (2015), *Transforming our world: the 2030 Agends for Sustainable Development*, A/RES/70/L/1 (21. Oktober 2015), verfügbar unter: https://undocs.org/en/A/RES/70/1.

World Health Organization (2003), *Investing in Mental Health*, verfügbar unter: https://www.who.int/mental_health/media/investing_mnh.pdf.

Xue, T., T. Zhu, Y. Zheng und Q. Zhang (2019), »Declines in Mental Health Associated with Air Pollution and Temperature Variability in China«, *Nature Communications* 10, 2165.

Yoo, E., Y. Eum und K. Chen (2021), »Effect of Extreme Temperatures on Daily Emergency Room Visits for Mental Disorders«, *Environmental Science and Pollution Research* 28, 39243–39256.

Yu, S. (2018), »Uncovering the Hidden Impacts of Inequality on Mental Health: A Global Study«, Transl Psychiatry 8, 98

Zabor, E. C., A. M. Kaizer und B. P. Hobbs (2020), »Randomized Controlled Trials«, *Chest* 158(1S), 79–87.