

UNIVERSITY OF WUPPERTAL  
BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

EUROPÄISCHE WIRTSCHAFT UND  
INTERNATIONALE MAKROÖKONOMIK



Thomas Gries / Paul J. J. Welfens

**Testen als Ansatz zur Kontrolle der Corona-Epidemie und zur  
Vermeidung von Lockdowns**

EIIW Diskussionsbeitrag 290  
EIIW Discussion Paper 290



*Europäische Wirtschaft und Internationale Wirtschaftsbeziehungen  
European Economy and International Economic Relations*

ISSN 1430-5445

EIIW Discussion Papers are registered with RePEc-Econ Papers and in ECONIS

Thomas Gries / Paul J. J. Welfens

**Testen als Ansatz zur Kontrolle der Corona-Epidemie und zur  
Vermeidung von Lockdowns**

January 11<sup>th</sup> 2021



*Herausgeber/Editor: Prof. Dr. Paul J.J. Welfens, Jean Monnet Chair in European Economic Integration*

EUROPÄISCHES INSTITUT FÜR INTERNATIONALE WIRTSCHAFTSBEZIEHUNGEN (EIIW)/  
EUROPEAN INSTITUTE FOR INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS  
Bergische Universität Wuppertal, Campus Freudenberg, Rainer-Gruenter-Straße 21,  
D-42119 Wuppertal, Germany  
Tel.: (0)202 – 439 13 71  
Fax: (0)202 – 439 13 77  
E-mail: [welfens@eiiw.uni-wuppertal.de](mailto:welfens@eiiw.uni-wuppertal.de)  
[www.eiiw.eu](http://www.eiiw.eu)

**JEL classification:** H12, H51, I10, I18

**Key words:** Corona-Tests, Epidemie, Lockdowns, Kosten Pandemie-Reaktion, Weltwirtschaft

## **Zusammenfassung:**

Impfungen, Lockdowns und Teststrategien sind drei potenzielle Elemente einer effektiven Gesundheitspolitik gegen Coronaviren und insbesondere Covid-19. Die folgende Analyse betrachtet - innerhalb eines einfachen Modells - die potenziell entscheidende Rolle eines Corona-Testansatzes in Kombination mit einem Quarantäneansatz, was hier als Ersatz für breit angelegte Lockdown-Maßnahmen gezeigt wird. Die Kosten für Lockdown-Maßnahmen sind recht hoch, so dass - über den Fortschritt in Bezug auf ein breites Impfprogramm hinaus - auch eine rationale Teststrategie sorgfältig in Betracht gezogen werden sollte. Das Testen muss auf der Basis einer adäquaten Testinfrastruktur organisiert werden, die weitgehend in Firmen, Schulen, Universitäten und öffentlichen Verwaltungen umgesetzt werden könnte. Was die Kosten einer systematischen, breit angelegten Covid-19-Teststrategie anbelangt, so könnten diese in der Nähe von 0,5 Prozent des Nationaleinkommens liegen, wenn es keine Impfungen gibt. Der hier vorgeschlagene Test- und Quarantäne-Ansatz - mit Tests für symptomatische wie auch asymptomatische Personen - basiert auf einer Zufallsstichprobe und würde ziemlich breite und häufige Tests erfordern; möglicherweise ein Test pro Person alle 7-10 Tage. Gleichzeitig sollte man bedenken, dass die Kosten für weitere Lockdowns/Shutdowns von einem Monat Dauer sehr hoch sein könnten, so dass eine Standard-Kosten-Nutzen-Analyse den hier vorgeschlagenen Testansatz unterstützt. Außerdem könnte ein optimaler Politik-Mix entworfen werden, bei dem sowohl Impfungen als auch Tests eine entscheidende Rolle spielen. Ab Ende Januar 2021 wären keine weiteren Lockdowns in Deutschland und anderen OECD-Ländern notwendig, wenn eine breite Testinfrastruktur relativ schnell aufgebaut wird. Dies wiederum wird den wirtschaftlichen Optimismus stärken und dazu beitragen, das Wirtschaftswachstum in Europa, den USA und Asien auf solide Weise anzukurbeln. Die grundlegende Logik des hier für Industrieländer aufgezeigten Testansatzes könnte auch in Entwicklungsländern angewendet werden. Der präsentierte Ansatz ist komplementär zur IMF-Analyse von Cherif/Hasanov.

**Danksagungen:** Wir bedanken uns für die wissenschaftliche und redaktionelle Unterstützung durch David Hanrahan, Alina Wilke, Tian Xiong und Julia Bahlmann (EIIW). Die Autoren sind allein für den Beitrag verantwortlich.

**Prof. Dr. Thomas Gries**, Center for International Economics at Paderborn University, Chair for International Growth and Business Cycle Theory, Warburger Str. 100, 33098 Paderborn, Germany.

[thomas.gries@uni-paderborn.de](mailto:thomas.gries@uni-paderborn.de) [www.wiwi.uni-paderborn.de/dep4/gries/](http://www.wiwi.uni-paderborn.de/dep4/gries/)



**Prof. Dr. Paul J.J. Welfens**, President of the European Institute for International Economic Relations (EIIW) at the University of Wuppertal, Schumpeter School of Business & Economics: Jean Monnet Professor for European Economic Integration; Chair for Macroeconomics, Rainer-Gruenter-Str. 21, D-42119 Wuppertal, Alfred Grosser Professorship 2007/08, Sciences Po, Paris; Research Fellow, IZA, Bonn; Non-Resident Senior Fellow at AICGS/Johns Hopkins University, Washington DC.

Prof. Welfens has testified before the US Senate, the German Parliament, the BNetzA, the European Parliament, the European Central Bank, the IMF, the Interaction Council and the UN. Managing co-editor of *International Economics and Economic Policy*.



[welfens@eiiw.uni-wuppertal.de](mailto:welfens@eiiw.uni-wuppertal.de), [www.eiiw.eu](http://www.eiiw.eu)

*EIIW 2020 = 25 years of award-winning research*

## **Testen als Ansatz zur Kontrolle der Corona-Epidemie und zur Vermeidung von Lockdowns** (vorläufig)

EIIW Diskussionsbeitrag 290  
EIIW Discussion Paper 290

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	VI
Tabellenverzeichnis .....	VII
1. Einführung.....	1
2. Alternative Maßnahmen zur Kontrolle der Corona-Epidemie-Dynamik.....	4
3. Corona-Infektionsdynamik und eine Test- und Quarantänestrategie.....	9
4. Politische Schlussfolgerungen.....	20
Anhang .....	24
Literaturhinweise.....	28

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesamtimpfungen pro Hundert, ausgewählte Länder; Stand: 10. Januar 2021 (NEUE ABB bitte) .....	8
Abbildung 2: Neuinfektionen und Infektionsdynamik für verschiedene Werte von R.....	10
Abbildung 3: Beispiel für ein Infektionsszenario.....	13
Abbildung 4: Szenario für eine Teststrategie .....	17
Abbildung 5(a): Kosten der verschiedenen Instrumente - Kosten des Lockdowns im Vergleich zur Test- & Quarantänestrategie in Milliarden Euro .....	18
Abbildung 5(b): Kosten der verschiedenen Instrumente, Kosten des Lockdowns versus der Test- & Quarantänestrategie in Prozent des Bruttoinlandsproduktes .....	19
Abbildung 6: COVID-19 Story Tip: Universelle Tests in Pflegeeinrichtungen können helfen, COVID-19-Infektionen und Todesfälle in Langzeitpflegeeinrichtungen zu reduzieren 14.07.2020 – Vergleich für eine Strategie mit allgemeiner Testung auf COVID-Infektionen in Pflegeeinrichtungen im US-Bundesstaat Maryland (gelb= positiv und symptomatisch, orange = positive und asymptomatisch =31,5% der Testfälle, blau= negativ) gegenüber einem nur auf Symptom-Fälle fokussierten Test (30,2% der Infizierten ermittelt, 69,8% der Fälle nur ermittelt mit allgemeinem Testansatz) .....	27

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Covid-19-Todesfälle und Covid-19-Infektionen (absolut) sowie Covid-19-Sterbequoten und Covid-19-Infektionsquoten in OECD-Ländern plus China; Tabelle absteigend sortiert nach der Sterbequote in Spalte (1), 2020 .....	2
Tabelle 2: Geschätzte Kosten für Covid-19-Lockdowns (Frühjahr 2020); KKP bedeutet Kaufkraftparitäten-Zahl; BIP steht für Bruttoinlandsprodukt .....	5
Tabelle 3: Gesamttests (kumuliert für 2020) für COVID-19 pro 1.000 Einwohner in 37 OECD-Ländern basierend auf den letzten verfügbaren Daten zum 31. Dezember 2020; Hinweis: nicht alle Länder verwendeten den gleichen Stichtag im Dezember .....	7
Tabelle 4: Anzahl der getesteten Personen in Deutschland nach Altersgruppen und positiven Ergebnissen.....	8
Tabelle 5: Bevölkerung von Deutschland und Aufteilung nach Altersgruppen .....	14
Tabelle 6: Parameter und Ergebnisse der vorgeschlagenen T&Q-Strategie .....	16
Tabelle 7: Gesamttests für COVID-19 pro 1.000 Personen in 37 OECD-Ländern .....	24
Tabelle 8: 7-Tage-Inzidenz von Covid-19-Infektionen (nach Kalenderwoche (K.W.) und Altersgruppen; 0-4 bis 90+) .....	25

# 1. Einführung

Anfang 2021 sind in den meisten OECD-Ländern Impfprogramme zur Bekämpfung der Ausbreitung von Covid-19-Infektionen angelaufen, so dass die Corona-Dynamik und die Zahl der Infizierten sich zu verlangsamen beginnen sollte, allerdings ist die Anzahl der verfügbaren Dosen der entsprechenden Impfungen in vielen Ländern noch recht bescheiden. Ende 2020 hat sich die Situation in vielen Ländern so dramatisch zugespitzt, dass Ende Dezember 2020/Anfang Januar 2021 in zahlreichen Ländern neue Lockdowns beschlossen wurden. Die Impfprogramme beginnen also im Kontext einer insgesamt noch recht angespannten nationalen Seuchensituation in den medizinischen Systemen mehrerer OECD-Länder. Was die Covid-19-Todesraten und Covid-19-Infektionen betrifft, haben mehrere Arbeiten (siehe z. B. Bretschger/Grieg/Welfens/Xiong, 2020) wichtige empirische Aspekte untersucht, die zeigen, dass sich einige der Haupttreiber der Todesraten in OECD-Ländern von denen in Entwicklungsländern unterscheiden. In Bezug auf die Infektionsdynamik zeigt sich auch, dass geografische Aspekte - die teilweise die Intensität der Kontakte betreffen - eine Rolle spielen (Chen et al., 2020). Der Wirtschaftsausblick des IWF vom Oktober 2020 hat deutlich gemacht, dass die Corona-Weltrezession zu hohen nationalen und globalen volkswirtschaftlichen Kosten im Jahr 2020 geführt hat (IWF, 2020).

Die folgende Tabelle 1 zeigt einige grundlegende Statistiken zu den Covid-19-Todesraten und Covid-19-Infektionsraten sowie die absoluten Gesamttodeszahlen und Gesamt-Infektionszahlen in den OECD-Ländern plus China bis zum Ende des 31. Dezember 2020. Es ist ziemlich überraschend, dass China - mit einer Bevölkerung von ca. 1,4 Milliarden - als mutmaßlicher Ausgangspunkt der Pandemie nur etwa 5.000 Gesamttodesfälle durch die Krankheit verzeichnet hat, was der gleichen Größenordnung entspricht wie Griechenland mit fast 11 Millionen Einwohnern.

Die schlechtesten Ergebnisse in Bezug auf die Covid-19-Todesfälle in der Gruppe der OECD-Länder plus China waren Belgien, Slowenien, Italien, Spanien, das Vereinigte Königreich, Tschechien, die USA, Frankreich, Ungarn und Mexiko; während die zehn besten Ergebnisse Dänemark, Estland, Finnland, Island, Norwegen, Australien, Japan, die Republik Korea, Neuseeland und China waren. Die Todesfallquote in Belgien war zehnmal so hoch wie in Finnland und viermal so hoch wie in Deutschland; die Varianz innerhalb der Europäischen Union (EU28 bzw. EU27: EU ohne UK) war somit im Jahr 2020 beträchtlich.

Bei einer relativ geringen Inzidenz - dem Verhältnis von Infizierten pro 100.000 Menschen innerhalb einer Woche - sind die Gesundheitsbehörden in der Lage, die Kontakte der positiv Getesteten zu verfolgen. In Deutschland wurde die kritische Inzidenz zu Beginn der Corona-Krise im März und April 2020 von der Regierung auf 50 geschätzt, aber diese Zahl wurde bis Ende 2020 nicht erhöht: Das Fehlen einer modernen, stark digitalisierten Gesundheitsverwaltung führt offenbar zu einer bescheidenen Rückverfolgungskapazität der Gesundheitsbehörden in Deutschland. Man sollte hinzufügen, dass die Situation in vielen EU-Ländern ähnlich ist, wobei viele nationale Gesundheitsbehörden vor ähnlichen Herausforderungen stehen wie in Deutschland. Dies steht in krassem Gegensatz zu Taiwan, Südkorea und Japan, wo digitale Suchtechnologien eine entscheidende Rolle gespielt haben und dazu beigetragen haben, dass im Verlauf der Pandemie eine relativ gute Leistung der

Epidemiopolitik erzielt wurde, nämlich niedrige Infektionsraten und niedrige Todesraten im Vergleich zu westlichen Volkswirtschaften.

Hohe Infektionsraten haben eindeutig die Angebotsseite der Wirtschaft durch einen negativen Arbeitsinput-Effekt untergraben. Aber es gab auch psychologische Effekte, die zu negativen Makroeffekten auf der Nachfrageseite führten, die das Wirtschaftswachstum und die Schaffung von Arbeitsplätzen in 2020 unterminierten. Die ersten - ziemlich umfassenden – Lockdowns (Staat erzwingt, dass Bevölkerung Zuhause bleibt; bei gewissen Aktivitätsausnahmen) in Italien, Spanien, dem Vereinigten Königreich, Frankreich und Deutschland sowie den USA brachten eine starke Kontraktion der Produktion mit sich, wie in Tabelle 2 gezeigt wird.

**Tabelle 1: Covid-19-Todesfälle und Covid-19-Infektionen (absolut) sowie Covid-19-Sterbequoten und Covid-19-Infektionsquoten in OECD-Ländern plus China; Tabelle absteigend sortiert nach der Sterbequote in Spalte (1), 2020**

Rang	Land	(1) Gesamt: Todesfälle pro Mio	(2) Gesamt: Infektions- Fälle_pro_Mio	(3) Total_Todesfälle	(4) Gesamt: Infektionsfälle
1	Belgien	1684.96	55782.35	19528	646496
2	Slowenien	1297.30	58757.09	2697	122152
3	Italien	1226.54	34851.18	74159	2107166
4	Spanien	1087.31	41242.09	50837	1928265
5	VK	1084.49	36770.92	73622	2496231
6	Tschechien	1081.34	67108.25	11580	718661
7	Vereinigte Staaten	1044.51	60326.06	345737	19968087
8	Frankreich	992.12	41022.25	64759	2677666
9	Ungarn	987.23	33385.33	9537	322514
10	Mexiko	975.76	11060.76	125807	1426094
11	Schweiz	883.34	52260.65	7645	452296
12	Chile	868.79	31856.37	16608	608973
13	Schweden	864.12	43307.98	8727	437379
14	Kolumbien	849.26	32285.41	43213	1642775
15	Luxemburg	790.76	74148.21	495	46415
16	Polen	754.47	34213.85	28554	1294878
17	Österreich	690.84	40062.07	6222	360815
18	Portugal	677.28	40569.76	6906	413678
19	Niederlande	672.61	47177.59	11525	808382
20	Litauen	535.58	51639.96	1458	140579
21	Griechenland	464.16	13321.43	4838	138850
22	Irland	453.04	18587.04	2237	91779
23	Kanada	414.18	15484.25	15632	584409
24	Deutschland	403.31	21012.62	33791	1760520
25	Slowakei	391.60	32885.48	2138	179543
26	Israel	384.15	48900.70	3325	423262
27	Lettland	336.65	21685.91	635	40904
28	Türkei	247.58	26187.77	20881	2208652
29	Dänemark	224.09	28333.95	1298	164116
30	Estland	172.63	21100.02	229	27990
31	Finnland	101.25	6516.66	561	36107
32	Island	84.98	16861.54	29	5754
33	Norwegen	80.42	9143.11	436	49567
34	Australien	35.65	1114.71	909	28425
35	Japan	26.03	1864.47	3292	235811
36	Südkorea	17.89	1204.80	917	61769
37	Neuseeland	5.18	448.34	25	2162
38	China	3.32	66.67	4782	95963

Quelle: Eigene Darstellung der Daten von Our World In Data (OWID)

Im Hinblick auf die Pandemie gibt es drei Hauptmaßnahmen zur Kontrolle der Infektionsdynamik:

- Abriegelungen/Lockdown der Bevölkerung - die den Nachteil haben, dass solche Maßnahmen die Produktion beeinträchtigen und auch den Konsum und *erst recht die* Investitionen sowie das Produktionswachstum und die Beschäftigung dämpfen; und Grundrechte werden eingeschränkt.
- Selektive Quarantänemaßnahmen - die im Jahr 2020 typischerweise im Zusammenhang mit Reisenden angewendet wurden, die von internationalen Besuchen zurückkehrten und/oder nach spezifischen Tests auf das Virus. Auch in Pflegeheimen und Krankenhäusern in OECD-Ländern waren Tests im Jahr 2020 ein bekannter Ansatz. Eine Quarantäne kann für Personen verhängt werden, von denen angenommen wird, dass sie ein hohes Risiko für die Verbreitung der Infektion darstellen - Personen mit einem positiven Testergebnis werden routinemäßig für mehrere Tage in Quarantäne geschickt. Die effektive Verhängung einer Quarantäne (z. B. Personen, die streng zu Hause bleiben sollen) ist kein einfaches Mittel, solange es keine elektronischen Geräte gibt, wie z.B. effektive Epidemie-Tools zur Verfolgung auf der Basis von Mobiltelefon-technologie, die Quarantäneentscheidungen und die Überwachung für eine begrenzte Zeit erleichtern. Bis zu einem gewissen Grad könnte der soziale Gruppendruck der Gleichaltrigen technische Überwachungsgeräte ersetzen: Lehrer und Schüler einer bestimmten Schule werden innerhalb ihrer jeweiligen Peer-Group keinen negativen Reputationsschaden erleiden wollen und so ist zu erwarten, dass die meisten von ihnen die Quarantäneauflagen als Folge eines positiven Tests befolgen werden. Auch von Menschen, die innerhalb einer bestimmten Firma zusammenarbeiten, könnte man erwarten, dass sie soziale Normen als Abschreckung gegen "Betrug" im Bereich von gesundheitspolitischen Maßnahmen, die von öffentlichem Interesse sind, betrachten.
- Corona-Impfungen von Menschen ab einem bestimmten Alter - typischerweise ab 16 Jahren - stellen einen neuen Ansatz zur Kontrolle der Pandemie dar; angesichts der Knappheit an Impfstoffen in Europa und weltweit könnte es bis Ende 2021 (oder gar bis Anfang 2022) dauern, bis die meisten Länder der Welt eine Herdenimmunität erreicht haben.

Unser besonderes Interesse legt einen Schwerpunkt auf die Rolle des Testens, was von der Regierung erfordert, a) eine physische Testinfrastruktur zu entwickeln und b) selektive und regelmäßige Tests zu organisieren und durchzuführen, damit die Geschwindigkeit der Ausbreitung des Coronavirus auf effektive Weise kontrolliert werden kann. Der hier entwickelte Testvorschlag entspricht teilweise dem Ansatz, der von Cherif und Hasanov (2020) in einem Arbeitspapier des IWF vorgeschlagen wurde. Unsere Analyse fügt der Debatte Simulationen und besondere epidemie- und wirtschaftspolitische Perspektiven hinzu. Man kann auch betonen, dass der hier entwickelte Testing & Quarantäne-Ansatz (T&Q) deutlich zeigt, dass ein Lockdown mit einem adäquaten Testregime vollständig vermieden werden kann, was allerdings erfordert, dass die Regierung stark in eine nationale (und möglicherweise internationale) Testinfrastruktur investiert. Darüber hinaus ist zu betonen, dass der vorgestellte Ansatz im Hinblick auf die Bekämpfung der Epidemie, die Erzielung von Kosteneinsparungen

für die Gesellschaft, die Stimulierung der wirtschaftlichen Erholung und die Aufrechterhaltung individueller Freiheiten wirkungsvoll ist.

Die folgende Analyse betrachtet in Abschnitt 2 einige grundlegende Aspekte der Kontrolle von Corona-Epidemien auf nationaler und internationaler Ebene. In Abschnitt 3 werden grundlegende Modellierungen von Teststrategien und Kostenüberlegungen vorgestellt, während in Abschnitt 4 die wichtigsten politischen Schlussfolgerungen diskutiert werden.

## **2. Alternative Maßnahmen zur Kontrolle der Corona-Epidemie-Dynamik**

Neben den Impfungen gibt es die beiden wichtigsten Anti-Epidemie-Maßnahmen, nämlich Lockdowns/Shutdowns einerseits und Testen & Quarantäne (T&Q) andererseits, von denen erwartet wird, dass sie die Kontaktintensität zwischen den Menschen reduzieren und damit die Ausbreitung des Virus erheblich verlangsamen. Lockdowns schränken die Mobilität aller Personen erheblich ein, was eine verringerte Kontaktintensität zur Folge hat. Im Gegensatz dazu führt ein T&Q-Ansatz nur zu Einschränkungen bei einer eher kleinen Anzahl von Individuen und generiert somit positive Wohlfahrtseffekte. Ein breiter T&Q-Ansatz bedeutet, dass alle Altersgruppen in der Gesellschaft mit einer bestimmten Häufigkeit getestet werden und abhängig von den "üblichen individuellen Kontaktmustern in der jeweiligen Altersgruppe" würde ein positiver Test für eine Person bedeuten, dass diese Person und ihre Hauptkontaktpersonen alle für eine bestimmte Zeit in Quarantäne gehen.

Was die Optionen zur Kontrolle der Coronavirus-Epidemiedynamik betrifft, so kann man zunächst betonen, dass Lockdowns/Shutdowns ziemlich teure Maßnahmen sind, die die Geschwindigkeit der Ausbreitung von Covid-19-Infektionen unter Kontrolle bringen sollen. Die Kosten des ersten Lockdowns/Shutdowns im Frühjahr 2020 beliefen sich auf etwa 9,2 Mrd. \$ (in KKP-Zahlen; rund 8 Mrd. €) pro Tag in Deutschland, 4,8 Mrd. \$ in Großbritannien und 17,2 Mrd. \$ in den USA. Bezogen auf eine Person liegen die entsprechenden Werte bei 58 \$ (knapp 50 €) pro Kopf und Tag in Deutschland, 7,4 \$ pro Kopf und Tag in Großbritannien und 11 \$ pro Kopf und Tag in den USA - diese Ergebnisse basieren auf den Zahlen in Tabelle 2. Abhängig von der Dauer der jeweiligen nationalen oder regionalen Lockdowns ergeben sich gewisse negative Auswirkungen auf das erwartete Produktionswachstum (zu den Änderungen der IWF-BIP-Prognose siehe Tabelle 2 mit einer Bandbreite der BIP-Auswirkungen von -3,4 Prozent für die Republik Korea bis -9,7 Prozent in Italien bzw. -9,9 Prozent in Neuseeland). Die Definitionen dessen, was einen Lockdown ausmacht, unterscheiden sich offenbar in den einzelnen OECD-Ländern (ebenso wie die Schätzungen der damit verbundenen wirtschaftlichen Kosten bzw. der Verluste beim Bruttoinlandsprodukt (BIP)). Die Bedingungen haben mit Blick auf die USA im Frühjahr 2020 sicherlich auch in den einzelnen US-Bundesstaaten variiert. Aber es besteht eine breite Übereinstimmung darüber, dass viele westliche Länder in der Tat Lockdown- und Shutdown-Maßnahmen (im weitesten Sinne) in der ersten Hälfte des Jahres 2020 angewendet haben. Laut Balmford et al. (2020), die vorschlagen, dass 15 Prozent des BIP-Rückgangs im Frühjahr 2020 als Kosten einem Lockdown zugeschrieben werden können, lagen die geschätzten Kosten solcher Abriegelungen pro Tag für ausgewählte Länder im Bereich von 0,045 Prozent der Wirtschaftskraft in

Dänemark (obere Abbildung) bis 0,011 Prozent des BIP für die Provinz Hubei in China und 0,013 Prozent des BIP für die USA. Für Dänemark bedeutet das gut 1% des Bruttoinlandsproduktes als Verlust nach 30 Tagen; in Deutschland entspräche dies 34 Milliarden €.

Es ist möglich, dass die wirtschaftlichen Kosten des zweiten Lockdowns - die in vielen Ländern im Spätherbst 2020 erfolgte - etwas geringer waren, da sich Einzelpersonen und Unternehmen aufgrund der Erfahrungen der ersten Abriegelung anpassen konnten. Die Produktionskosten von Lockdowns und Shutdowns (Herunterfahren betrieblicher Produktion) können durch angemessene liquiditätsunterstützende Maßnahmen seitens der Regierung - sowie durch andere ergänzende Maßnahmen - gemildert werden, wie Pfeiffer, Roeger und in 't Veld (2020) erörtern. Zu den Kosten von Lockdowns siehe auch Gros (2020) und Layard et al. (2020).

Bemerkenswert ist, dass der kürzeste Shutdown unter den in der folgenden Tabelle, Tabelle 2, dargestellten Ländern Dänemark ist, gefolgt von der Republik Korea und Neuseeland. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, ist Dänemark - sieht man einmal von dem eher kleinen Land Luxemburg ab - das führende OECD-Land, wenn es um Corona-Tests im Jahr 2020 geht

**Tabelle 2: Geschätzte Kosten für Covid-19-Lockdowns (Frühjahr 2020); KKP bedeutet Kaufkraftparitäten-Zahl; BIP steht für Bruttoinlandsprodukt**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Land	BIP (Mrd. \$, KKP)	$\Delta$ IMF-BIP-Prognose (%)	$\Delta$ BIP-Prognose (Mrd. \$, KKP)	Tatsächliche Dauer der Lockdowns (Tage)	$\Delta$ BIP pro Tag (Mrd. \$, KKP)	Geschätzte Kosten d. Lockdowns pro Tag (Mrd. \$, PPP)*	Geschätzte Kosten eines Lockdowns pro Tag (Mio. \$, PPP)*	Geschätzte Kosten des Lockdowns pro Tag (% BIP)*
<b>DK</b>	300	-8.4	-25.20	28	-0.900	0.135	135	0.045
<b>NZ</b>	200	-9.9	-19.80	35	-0.566	0.085	84.86	0.042
<b>DE</b>	4,160	-8.2	-341.12	37	-9.219	1.383	1382.92	0.033
<b>BE</b>	540	-8.2	-44.28	47	-0.942	0.141	141.32	0.026
<b>IT</b>	2,250	-9.7	-218.25	57	-3.829	0.574	574.34	0.026
<b>UK</b>	2,980	-8.0	-238.40	49	-4.865	0.730	729.80	0.024
<b>KR</b>	2,310	-3.4	-78.54	29	-2.708	0.406	406.24	0.018
<b>US</b>	20,290	-8.0	-1623.20	94	-17.268	2.590	2590.21	0.013
<b>CN (Hubei)</b>	1,290	-4.6	-59.34	62	-0.9571	0.144	143.56	0.011

Quelle: Basierend auf Daten aus Online Appendix 9, Supplementary Material, von Balmford et al. (2020) und eigenen Berechnungen (Spalten 5-8).

*Hinweis: Balmford et al. (2020) führen das Argument an, dass die Kosten eines Lockdowns auf 0,15 der gesamtwirtschaftlichen Kosten geschätzt werden können - die geschätzten Kosten, die einem Lockdown zugeschrieben werden, werden daher hier als  $\Delta$ BIP pro Tag x 0,15 geschätzt, um zu den geschätzten täglichen Kosten des Lockdowns in Milliarden, Millionen und als Prozentsatz des BIP zu gelangen; im Fall Deutschlands verteilen sich die Lockdown-Tage im Frühjahr 2020 über zwei verschiedene Monate*

Was die Tests betrifft, so liegen nicht nur Zahlen für die OECD-Länder vor, sondern auch spezifische Zahlen über die Anzahl der getesteten Personen (kumulativ) nach Altersgruppen, wie in Tabelle 4 für Deutschland exemplarisch gezeigt wird. Was die Inzidenzstatistiken nach Alter in Deutschland betrifft, so ist es ganz offensichtlich, dass die Inzidenzzahlen (die Anzahl der gemeldeten Infektionen pro 100.000 pro Woche) in der Altersgruppe ab 80 Jahren viel höher sind als in den Altersgruppen darunter. Eine mögliche Implikation für die Politik könnte darin bestehen, dieser älteren Altersgruppe (80+) digitale Kommunikationsgeräte kostenlos zur Verfügung zu stellen; dies wäre insbesondere dann sinnvoll, wenn das ganze System vollautomatisch abläuft und die Ergebnisse digital an eine spezielle "betrachte medizinische Überwachungsgruppe" gemeldet werden. Diese institutionelle Konstruktion sollte die Bedingung enthalten, dass die automatische digitale Meldung bis Mitte 2021 ausläuft, was ein sicheres Datum zu sein scheint, wenn alle Menschen in der relevanten Altersgruppe, d. h. der Gruppe 80+, geimpft sind und die Bedrohung durch die Ausbreitung des Coronavirus generell zurückgegangen ist.

**Tabelle 3: Gesamttests (kumuliert für 2020) für COVID-19 pro 1.000 Einwohner in 37 OECD-Ländern basierend auf den letzten verfügbaren Daten zum 31. Dezember 2020; Hinweis: nicht alle Länder verwendeten den gleichen Stichtag im Dezember**

Rang	Land	Total_Tests_pro_Tausend
1	Luxemburg	2661.80
2	Dänemark	1815.27
3	Israel	933.14
4	Vereinigtes Königreich	766.85
5	Vereinigte Staaten	749.20
6	Island	711.01
7	Litauen	608.77
8	Belgien	603.37
9	Norwegen	523.23
10	Portugal	522.07
11	Irland	490.58
12	Estland	486.97
13	Lettland	471.51
14	Spanien	467.55
15	Finnland	450.33
16	Australien	448.19
17	Italien	445.34
18	Österreich	428.29
19	Deutschland	415.37
20	Schweiz	381.49
21	Kanada	372.04
22	Tschechische Republik	359.33
23	Slowenien	348.97
24	Chile	343.69
25	Niederlande	298.63
26	Türkei	295.84
27	Neuseeland	293.31
28	Griechenland	271.06
29	Slowakei	267.02
30	Ungarn	234.13
31	Polen	186.16
32	Kolumbien	120.61
33	Südkorea	81.03
34	Japan	35.90
35	Mexiko	25.37
36	Frankreich	.
37	Schweden	.

Quelle: Eigene Darstellung der Daten von Our World In Data (OWID)

**Tabelle 4: Anzahl der getesteten Personen in Deutschland nach Altersgruppen und positiven Ergebnissen**

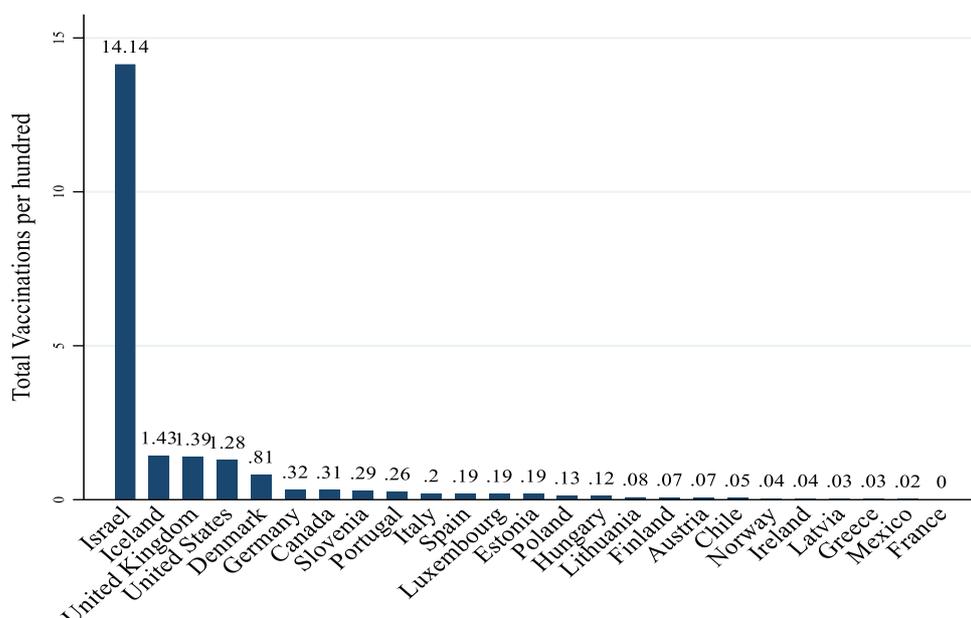
Altersgruppe	Gesamt	Gesamtzahl der positiven Tests	Positive Tests in %	Altersgruppe Anteil in %
0-4	164,172	8,168	5.00	3.2
5-14	346,834	27,461	7.9	6.7
15-34	1,485,416	142,958	9.6	28.7
35-39	1,897,455	198,357	10.5	36.6
60-79	853,872	89,503	10.5	16.5
>=80	432,601	61,694	14.3	8.4
<b>Gesamt</b>	<b>5,180,350</b>	<b>528,141</b>	<b>10.2</b>	<b>100.00</b>

Quelle: Robert Koch-Institut; Laborbasierte Surveillance von SARS-CoV-2, Wochenbericht von 06.01.2021, 2020-W42-2020-W53, Daten vom 05.01.2021

[https://ars.rki.de/Docs/SARS\\_CoV2/Wochenberichte/20210106\\_wochenbericht.pdf](https://ars.rki.de/Docs/SARS_CoV2/Wochenberichte/20210106_wochenbericht.pdf)

Die Impfung wird in vielen Ländern zu einer immer wichtigeren Option zur Bekämpfung der Coronavirus-Pandemie. Israel, Island, das Vereinigte Königreich, Dänemark, Deutschland, Kanada, Slowenien, Portugal, Spanien und Luxemburg waren die zehn führenden Länder in Bezug auf die Impfintensität zum 3./4. Januar 2021 (die Abbildung 1 zeigt die Situation am 10. Januar 2021).

**Abbildung 1: Gesamtimpfungen pro Hundert, ausgewählte Länder; Stand: 10. Januar 2021**



Quelle: Eigene Darstellung der Daten von Our World in Data (OWID)

### 3. Corona-Infektionsdynamik und eine Test- und Quarantänestrategie

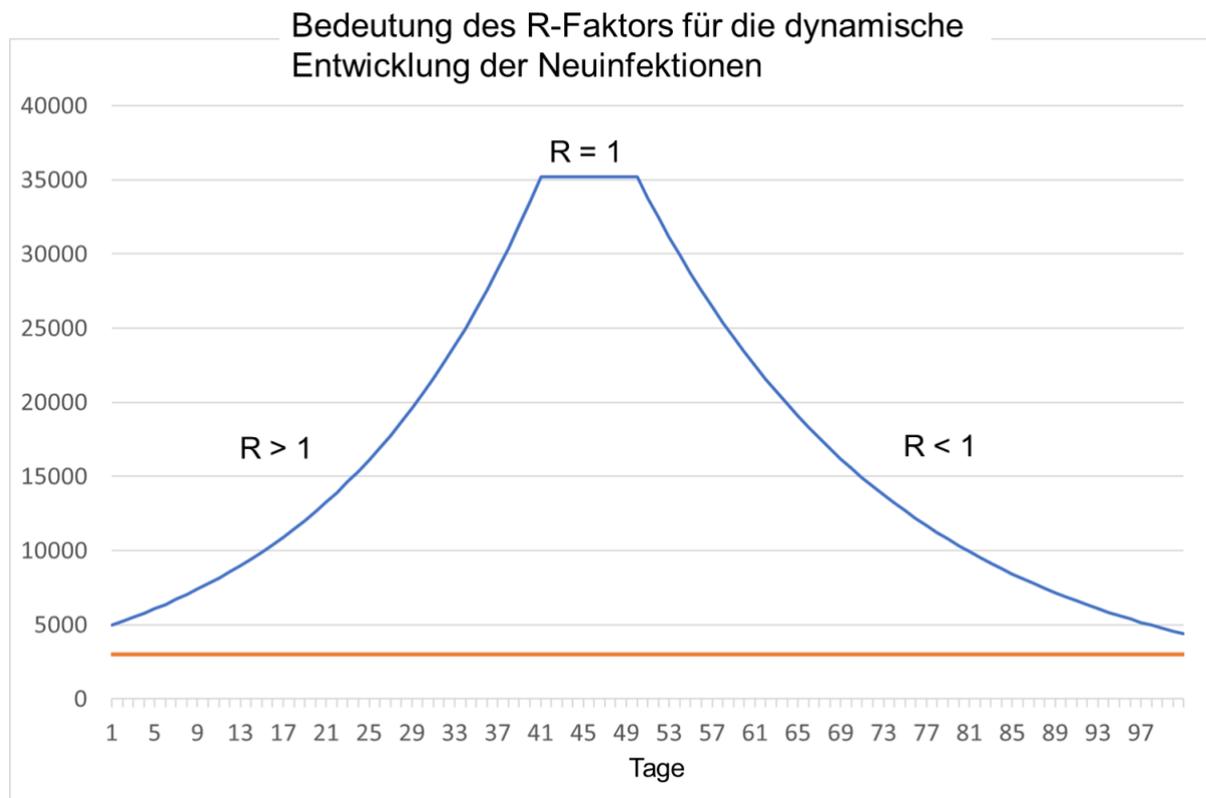
Das nachfolgende einfache und grundlegende Modell illustriert die Möglichkeiten einer robusten Teststrategie mit systematischen Testungen. Um einen leichten Zugang zu den wichtigsten Argumentationen zu ermöglichen, sind alle Darstellungen stark vereinfacht und stilisiert. Die Modellierung enthält nur wenige Parameter. Dies reicht jedoch aus, um die wesentlichen Aspekte zu verdeutlichen, die bei der Frage nach der Einführung einer nationalen Teststrategie zu berücksichtigen sind. Bislang wurden Tests auf das neuartige Coronavirus in den meisten OECD-Ländern nur in einem regionalen oder lokalen Kontext oder sogar in einzelnen Einrichtungen wie Pflegeheimen und Krankenhäusern durchgeführt. Eine breiter angelegte, d. h. nationale, regelmäßige und systematische Teststrategie könnte die Epidemie in den einzelnen Ländern unter Kontrolle bringen. Sie hätte gegenüber anderen Instrumenten sowohl in medizinischer Hinsicht als auch unter wirtschaftlichen Aspekten erhebliche Vorteile.

Die Infektionsdynamik soll mit dem bekannten Basismodell der Krankheitsdispersion beschrieben werden. In diesem Grundmodell ist die Anzahl der Neuinfektionen pro Tag  $\Delta I$ . Da  $I$  die Anzahl der aktuell infizierten Personen bezeichnet, wird die Anzahl der Neuinfektionen durch zwei wesentliche Faktoren bestimmt: (i) die Anzahl der Kontakte pro Infizierten  $c$  und (ii) die Übertragungswahrscheinlichkeit der Krankheit  $p$ . Für unser Basismodell gilt daher  $\Delta I = p c I$ , die für die Dynamik entscheidende Reproduktionsrate  $R$  ist dann

$$(1) R = \Delta I / I = p c$$

Der  $R$ -Wert ist entscheidend, weil er bestimmt, ob sich die Krankheit weiter in der Bevölkerung ausbreitet, wenn  $R > 1$ ; oder ob die Ausbreitung der Krankheit sich verringert, wenn  $R < 1$ . Im Beispiel von Abbildung 2 verdoppelt sich die Anzahl der Neuinfektionen alle zwei Wochen für  $R > 1$ . Für  $R = 1$ , bleibt die Rate der Neuinfektionen zu den aktuell infizierten auf einem konstanten Wert. Für  $R < 1$  nimmt die Zahl der Neuinfektionen kontinuierlich ab bis die Epidemie schließlich beendet ist.

**Abbildung 2: Neuinfektionen und Infektionsdynamik für verschiedene Werte von R**



Quelle: Eigene Darstellung

Konventionelle Maßnahmen, die den Prozess der Ausbreitung von Epidemien kontrollieren sollen, konzentrieren sich auf die eben eingeführten beiden zentralen Parameter, nämlich *Kontakte* [Parameter  $c$ ] und die *Wahrscheinlichkeit der Übertragung* [Parameter  $p$ ]. Soziale Kontaktrestriktionen oder sogar ein Lockdown sind der Versuch, Kontakte zu minimieren, während Masken und sogenannte soziale Distanzregeln versuchen, die Ansteckungswahrscheinlichkeit eines Kontaktes zu reduzieren. Während soziale Distanzregeln und Masken relativ billige Maßnahmen sind, ist ein Lockdown die teuerste Maßnahme für eine Volkswirtschaft. Daher ist es sinnvoll, nach anderen Maßnahmen zu suchen, die ähnliche oder sogar bessere Effekte bei geringeren Kosten bieten. Wir schlagen daher eine intelligente Test- und Quarantänestrategie (T&Q) als wirksame Maßnahme zu geringeren Kosten vor. Eine systematische Test- und Quarantänestrategie bedeutet nicht nur relativ geringe wirtschaftliche Kosten sondern auch relativ geringe Einschränkungen von individuellen Grundrechte (als nicht monetärer Kostenfaktor). Bei der hier vorgeschlagenen T&Q-Strategie wird systematisch ein bestimmter Anteil aller Bevölkerungsgruppen getestet - unabhängig davon, ob sie Symptome einer Covid-19-Infektion haben oder nicht.

Das einfachste Beispiel zur Veranschaulichung der Funktionsweise einer T&Q-Strategie kann durch eine Erweiterung der Grundgleichung (1) beschrieben werden. Wir bezeichnen  $t$  als den Anteil der getesteten Bevölkerung. Wenn eine aktuell infizierte Person eine Anzahl weiterer Personen in Höhe von  $pc$  ansteckt und gleichzeitig ein Anteil  $t$  der Bevölkerung getestet wird, wird der gleiche Anteil  $t$  der gerade neu infizierten Personen  $pc$  ebenfalls getestet. Somit wird dieser Anteil der gerade infizierten Personen ein positives Testergebnis haben und kann als Quelle der Ausbreitung der Krankheit identifiziert werden. Wenn nun dieser positiv getestete

Anteil  $t$  sofort in Quarantäne geht, kann er nicht zu neuen Infektionen beitragen, so dass die Gesamtzahl der Neuinfektionen um diesen Anteil abnimmt. Die Reproduktionsrate für diese einfache T&Q-Strategie kann damit nun beschrieben werden als

$$(2) R = (1 - t) p \cdot c$$

Diese Gleichung zeigt, dass die Reproduktionsrate durch eine einfache T&Q-Strategie reduziert werden kann, die hier durch den Anteil der Personen  $t$  beschrieben wird, die positiv getestet *und* in Quarantäne geschickt werden. Ein einfaches Beispiel kann dies illustrieren. Nehmen wir an, die Übertragungswahrscheinlichkeit des Virus beträgt  $p = 4$  Prozent, und nehmen wir an, dass die durchschnittliche Anzahl der Kontakte einer infizierten Person während des Zeitraums, in dem diese Person infektiös ist insgesamt im Durchschnitt  $c = 30$  Personen beträgt. Nehmen wir weiter an, dass die Regierung, wie hier vorgeschlagen, eine breite Teststrategie einführt, nach der 20 Prozent der Bevölkerung ( $t = 0.2$ ) getestet werden, also auch 20 Prozent der neu infizierten Personen durch einen Test schnell identifiziert werden können. Somit werden diese 20 Prozent der neu infizierten Personen durch Quarantänemaßnahmen schnell isoliert und können nicht zur weiteren Ausbreitung der Krankheit beitragen. Da sich der Anteil  $t = 20$  Prozent der Neuinfizierten in Quarantäne befindet, reduziert sich die Gesamtzahl der Neuinfektionen um diese  $t = 20$  Prozent und wir erhalten für dieses Beispiel eine Reproduktionsrate von weniger als 1

$$(3) R = (1 - 0.2) \cdot 0.04 \cdot 30 = 0.96 .$$

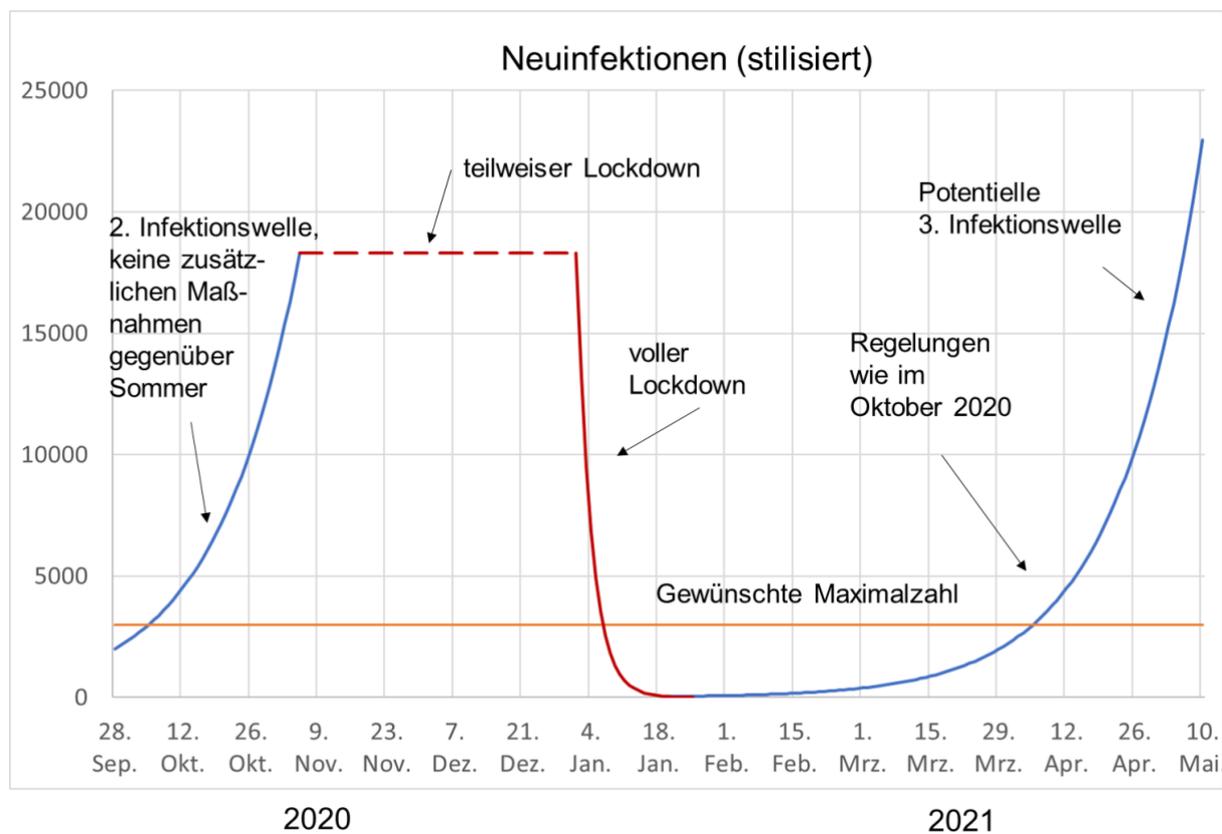
Ohne die T&Q-Strategie beträgt die Reproduktionsrate  $R = 0,04 \cdot 30 = 1,2$ , also  $R > 1$ . Mit einer T&Q-Strategie und einer Reproduktionsrate von  $R < 1$  wird der Prozess der Ausbreitung von Infektionen schnell reduziert, wie wir in Abbildung 2 sehen können. Damit  $t = 20$  Prozent der Anteil der Neuinfizierten sofort getestet, isoliert und in Quarantäne gestellt wird, kann dieser Anteil der Neuinfizierten nicht zu einer weiteren Ausbreitung der Krankheit beitragen. Die Reproduktionsrate wechselt von einem expansiven Prozess ( $R=1,2 > 1$ ) zu einem Prozess mit sinkender Zahl der Infizierten ( $R = 0,96 < 1$ ). Somit ist eine breit angelegte T&Q-Strategie ein weiteres wirksames Instrument zur Kontrolle der Pandemie. Die zentrale Frage ist: Wie teuer ist diese Strategie im Vergleich zu anderen Bekämpfungsstrategien, z. B. dem Lockdown, der grundsätzlich den sozialen Kontakt reduziert (Kontakthäufigkeit). Um die Kosten niedrig zu halten, müssen wir eine clevere Teststrategie entwickeln. Diese Strategie müsste die Reproduktionsrate auf ein Niveau an Neuinfektionen führen, das eine „Austrocknung“ des epidemischen Geschehens ermöglicht ( $R < 1$ ), aber möglichst geringe Testkosten erzeugt. Hierfür sind unterschiedliche praktische Umsetzungsvorschläge denkbar. Für eine einfache Illustration wollen wir hier jedoch ein relativ simples Beispiel einer möglichen T&Q-Strategie durchspielen. Dieses Beispiel soll trotz seiner Einfachheit eine klare Idee für eine mögliche Strategien vermitteln.

Mit dem folgenden einfachen stilisierten Szenario (mit Bezug auf Deutschland als Beispiel) wollen wir veranschaulichen, (i) wie eine solche T&Q-Strategie funktionieren würde und (ii) wie viel sie kosten würde. Abbildung 3 beschreibt eine Zeitspanne von etwa einem halben Jahr

von Oktober 2020 bis Mai 2021. Wir nehmen die entdeckten Infektionen als Indikator für die Infektionsdynamik im Oktober. Die stilisierte Darstellung der Infektionsdynamik ist also der tatsächlich Infektionsdynamik in diesem Monat in Deutschland nachempfunden. Während dieser ersten Periode wachsen die Zahlen exponentiell, bis dieses Wachstum durch den sogenannten "Lockdown lite", der im November implementiert wurde, gestoppt wird. Dieser exponentielle Prozess wird in Abbildung 3 durch die blaue Linie angedeutet. In dieser Zeit gelten nur die Abstands- und Distanzregeln aus dem Sommer. Die gestrichelte rote Linie beschreibt die Ausbreitung während des "Lockdown lite". In diesem stilisierten Beispiel betrachten wir nicht die verschiedenen Interaktionseffekte zwischen dem „Voll-Lockdown“ seit Mitte Dezember und der Lockerung der Beschränkungen über die Weihnachtsfeiertage. Wir vereinfachen und nehmen an, dass die effektive Lockdowns Anfang Januar 2021 beginnt. Mit diesem „Voll-Lockdown“ werden die Kontakte drastisch eingeschränkt, so dass in unserer Simulation die Neuinfektionen Anfang Februar auf das gewünschte Niveau gesunken sind. Dies ist jedoch noch nicht das Ende des Prozesses. Mit dem Ende des Voll-Lockdown kehrt das Wachstum der Infektionszahlen zurück. Wenn wir vereinfachend annehmen, dass wir zu den Regulierungsbedingungen von Oktober 2020 zurückkehren, setzt auch die dazugehörige Dynamik wieder ein. Das Ergebnis ist in dieser Simulation eine dritte Welle bereits Ende April 2021. Die blaue Kurve zeigt den beginnenden Verlauf dieser dritten Welle. Selbst wenn es eine Impfung gibt, wird diese nicht schnell für die Mehrheit der Bevölkerung verfügbar sein und kann somit noch nicht helfen. Darüber hinaus können aggressivere Varianten und Mutationen des Virus die Infektionsdynamik verschärfen, so dass eine schnellere Ausbreitung sogar noch wahrscheinlicher wird.

Ohne ein weiteres Instrument zur Kontrolle der Pandemie in Deutschland würde diese dritte Welle - und der erforderliche dritte Lockdown - zu den gleichen massiven Problemen führen wie im November und Dezember 2020. Die „Kosten“ sind enorm, in Form von Todesopfern, Einschränkungen der individuellen Grundrechte, Einkommen, Insolvenzen und Arbeitslosigkeit etc. Damit ist unsere Intention, eine breite Diskussion über eine alternative politische Maßnahme anzuregen. Daher schlagen wir in diesem Beitrag eine T&Q-Strategie als kluge Kombination von systematischen Test- und Quarantäneregeln vor.

**Abbildung 3: Beispiel für ein Infektionsszenario**



Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle zur Kalibrierung des Modells und zur Parameterermittlung der Infektionsdynamik: WHO; Johns Hopkins University (2021)

### ***T&Q-Strategie***

Der Grundgedanke einer Test- und Quarantänestrategie ist folgender: Anstatt alle Menschen in einem Lockdown zu isolieren, werden bei einer systematischen Teststrategie nur die Personen erkannt und isoliert, die bereits infiziert sind oder mit hoher Wahrscheinlichkeit infiziert sein könnten (da sie enge Kontakte zu einer infizierten Person hatten). Damit ist die T&Q-Strategie eine Strategie zur systematischen Erkennung und Unterbrechung der Verbreitungswege. Die Quarantäne weniger führt zum Schutz aller.

Wie bereits dargestellt, wollen wir in diesem Papier nicht eine komplexe Analyse zu einer komplexen und bis ins Detail ausgefeilten T&Q-Strategie vorstellen, aber wir können eine Modellrechnung bieten, die veranschaulicht, wie diese Strategie funktionieren würde. Aus dieser Modellrechnung bekommen wir starke Hinweise, dass es sich lohnt, diese Strategie als eine wichtige Alternative zum teuersten Instrument, nämlich dem Lockdown, in Betracht zu ziehen. Der Zweck ist also nicht eine möglichst Präzise Rechnung zu präsentieren, sondern mit einer einfachen Simulation die Elemente zu beschreiben, die bei der Entwicklung einer solchen Teststrategie eine wichtige Rolle spielen sollten. Für das obige Beispiel in Gleichung (3) konnten wir bereits zeigen, dass ein Bevölkerungsanteil von  $t = 20$  Prozent der Bevölkerung

die Epidemie austrocknen würde. Während es sich bei diesem Beispiel um ein einfaches statistisches Modell mit Gesamtdurchschnittszahlen handelt, würde die Effizienz einer Strategie bereits dadurch steigen, dass wir verschiedene Gruppen und deren Beiträge zur Ausbreitung der Krankheit berücksichtigen. Die Berücksichtigung bestimmter Gruppen mit unterschiedlicher Ausbreitungswahrscheinlichkeit kann die erforderlichen Testkapazitäten massiv reduzieren und die Kosten senken. Gruppen, die mehr Kontakte haben und damit eine höhere Wahrscheinlichkeit, die Krankheit zu verbreiten, sollten häufiger getestet werden als andere. Hier gibt es sicher sehr differenzierte Möglichkeiten solche Gruppen mit hoher Kontakthäufigkeit und Ansteckungswahrscheinlichkeit zu identifizieren. Menschen in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen, Schulen und Universitäten, Bedienungen in Restaurant, Kassierer/innen in Supermärkten etc. gehören zu diesen Gruppen.

In unserem Beispiel nehmen wir wieder zur Vereinfachung verschiedene Altersgruppen. Wir gehen davon aus, dass diese Altersgruppen unterschiedliche Kontakthäufigkeiten haben. Tabelle 5 beschreibt die verschiedenen Altersgruppen für Deutschland, ihren Anteil an der Gesamtbevölkerung und ihre absoluten Zahlen.

**Tabelle 5: Bevölkerung von Deutschland und Aufteilung nach Altersgruppen**

	<b>Gesamt</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	<b>60-79 Jahre</b>	<b>30-59 Jahre</b>	<b>20-29 Jahre</b>	<b>0-19 Jahre</b>
Anteil in %	100.0%	6.0%	21.6%	41.9%	12.0%	18.4%
Millionen Einwohner	82.5	5.0	17.8	34.6	9.9	15.2
R-Faktor pro Tag*	1.06	0.50	0.75	1.23	1.23	1.20

Hinweis: \*Der R-Faktor pro Tag basiert in seiner Zusammensetzung auf Annahme. Die daraus entstehende Infektionsdynamik reflektiert jedoch die tatsächliche Dynamik im Oktober 2020 in Deutschland (siehe auch Abb. 3). Quelle zur Bevölkerung: Statistische Bundesamt für das Jahr 2016 . Eigene Darstellung,

Verschiedene Altersgruppen haben unterschiedliche Lebensverhältnisse, die sowohl die Kontakthäufigkeit als auch die Übertragungswahrscheinlichkeit der Krankheit beeinflussen. So sind z. B. Jugendliche in der Schule und treffen sich regelmäßig im Unterricht, beim Sport oder anderen Hobbyaktivitäten. Ihre Kontakthäufigkeit ist recht hoch und in der Schule besteht kaum Möglichkeiten ausreichenden Distanz zu wahren. So kann eine hohe Anzahl von Kontakten mit einer hohen Übertragungswahrscheinlichkeit zu einem relativ hohen R-Faktor führen. Die Gruppe der Berufstätigen, oft Familien, hat Kontakte am Arbeitsplatz und trifft sich auch häufig zu Freizeitaktivitäten, Geselligkeit und Hobbys. Für diese Gruppe haben wir ebenfalls eine relativ hohe Kontaktfrequenz, aber sehr wahrscheinlich auch mehr Distanz bei den Kontakten. In dieser Weise können plausible Annahmen zu den relativen Übertragungsfaktoren jeder einzelnen Gruppe vorgenommen werden. Im Ergebnis hat jede Gruppe einen gruppenspezifischen Beitrag zur Gesamtverbreitung des Virus und damit zum R-Faktor. Mit

einigen plausiblen Schätzungen von  $p$  und  $c$  schätzen wir die gruppenspezifischen  $R_i$ -Faktoren pro Tag wie in Zeile drei in Tabelle 5 beschrieben. Der Gesamt-R-Faktor pro Tag wird als  $R=1,06$  berechnet. Dieser stimmt mit dem Wachstum der Neuinfektionen in der wenig regulierten Oktober-Periode (kein Lockdown) überein.

Als Folge der gruppenspezifischen Beiträge zur Ausbreitung der Infektion benötigen wir eine gruppenspezifische Teststrategie. Gruppen mit einer großen Anzahl von Kontakten und einer großen Übertragungswahrscheinlichkeit müssen häufiger getestet werden als Gruppen mit relativ wenigen Kontakten. So haben z. B. Schüler und Lehrer Kontakt zu vielen anderen Schülern und Lehrern, so dass es aufgrund der räumlichen Enge und der geringen Schutzmaßnahmen nicht einfach ist, die Übertragungswahrscheinlichkeit zu reduzieren. Diese Gruppe hat wahrscheinlich einen hohen gruppenspezifischen  $R_i$  und trägt stark zum Gesamt-R bei. Wird diese Gruppe jedoch systematisch mit hoher Frequenz getestet, kann der effektive  $R_i$  dieser Gruppe sehr niedrig werden, so dass auch der Gesamt-R Faktor massiv reduziert wird.

Wenn eine Person getestet wird und sich als infiziert erweist, setzt die Quarantäne-Politik ein. Wenn zum Beispiel ein Schüler positiv getestet wird, kann die gesamte Schulklasse in Quarantäne geschickt werden. Das heißt, die Kontaktpersonen, die der ursprünglich infizierten Person am nächsten stehen, werden höchstwahrscheinlich ebenfalls infiziert sein. Wenn sie in Quarantäne gehen, werden diese Kontaktpersonen in Quarantäne die Krankheit nicht weiterverbreiten. Die Öffentlichkeit wird geschützt. Wenn diese Gruppe groß ist - wie in einer Schule - hat der Test eine hohe Effektivität. Denn, für jede Gruppe kann die Anzahl der systematischen Kontakte relativ leicht ermittelt. Allerdings wird es auch einen Anteil von Personen geben, der sich nicht richtig verhält, - also die Quarantäneregeln nicht akzeptiert oder richtig befolgen. Um all diese Argumente zu berücksichtigen, erweitern wir ein wenig das Grundmodell von Gleichung (2) und führen den Parameter  $q$  für die Effektivität der Quarantänemaßnahme ein. Zusätzlich zu all diesen Elementen beziehen wir in diesen Parameter  $q$  auch die Bereitschaft, sich testen zu lassen, und die Testzuverlässigkeit (Wahrscheinlichkeit eines falsch-negativen Ergebnisses) ein, so dass der Faktor  $q_i \cdot t_i$  die Test- & Quarantänewirksamkeit beschreibt,

$$(4) R_i = (1 - q_i \cdot t_i) p_i \cdot c_i$$

Um das Gesamtergebnis der Teststrategie für die Gesamtreproduktionsrate  $R$  zu ermitteln brauchen wir nur noch für jede Gruppe den spezifischen  $R_i$  Faktoren mit ihren Bevölkerungsanteile gewichten und alle gewichteten  $R_i$  zum Gesamtfaktor aufaddieren

$$(5) R = \sum_{i=1}^n w_i \cdot R_i, \quad \text{wobei } w_i \text{ das Gewicht der jeweiligen Bevölkerungsgruppen ist.}$$

Für unser Beispielszenario wird in Tabelle 6 die Teststrategie definiert. Die Tabelle beschreibt die Häufigkeiten der Tests für jede Altersgruppe und die implizierte Wirksamkeit der T&Q Strategie (Faktor  $q_i \cdot t_i$ ) als Ergebnis von Annahmen über die Testzuverlässigkeit, Testbereitschaft und den Umfang der spezifischen Quarantänemaßnahme.

**Tabelle 6: Parameter und Ergebnisse der vorgeschlagenen T&Q-Strategie**

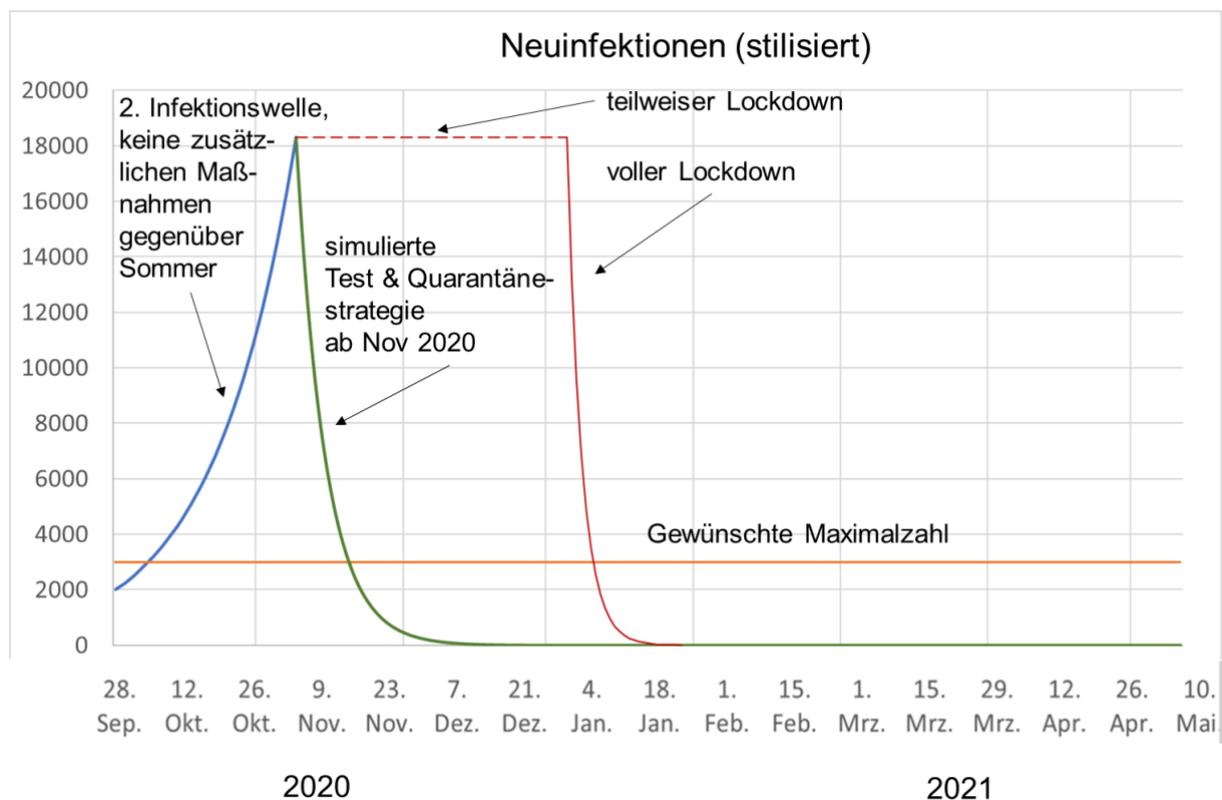
	<b>Gesamt</b>	<b>Alter &gt; 80 J</b>	<b>60-79 J</b>	<b>30-59 J</b>	<b>20-29 J</b>	<b>0-19 J</b>
Tests pro Person und Woche		0,25	0,25	1	0,5	1
Test-Zuverlässigkeit		85%	85%	85%	85%	85%
Bereitschaft getestet zu werden		65%	65%	65%	65%	65%
Anteil der Kontaktgruppen, die in Quarantäne gehen		80%	20%	10%	5%	10%
Anzahl der Personen, die als Folge eines positiven Tests in Quarantäne gehen		8	5	5,5	1,75	3
Wirksamkeit T&Q Strategie ( $q_i \cdot t_i$ )		0,16	0,10	0,28	0,07	0,24
R-mit Teststrategie	0,84	0,34	0,68	0,89	1,14	0,92
Millionen Tests pro Tag	8,63	0,18	0,64	4,94	0,71	2,17

Hinweis: Reichweite des Tests: zusätzliche Personen die durch den T&Q

Quelle: Eigene Darstellung

Das Ergebnis für dieses Beispiel einer T&Q-Strategie ist als grüne Linie in Abbildung 4 eingezeichnet. Um einen interessanten Vergleichsfall zu haben, nehmen wir an, dass diese Teststrategie bereits im Herbst (November zum Zeitpunkt des „Lockdown lite“) begonnen hätte. Laut der Grafik hätte diese Teststrategie mit einem systematischen und gruppenspezifischen Testansatz die Neuinfektionen innerhalb eines Monats auf ein Niveau weit unter dem gewünschten Maximalwert gesenkt, der durch die orangefarbene Linie angezeigt wird. Dieses Beispiel zeigt also, dass eine systematische Teststrategie effektiv sein kann. Mehr noch, diese einfache, in Tabelle 6 vorgeschlagene Strategie erlaubt es, die erforderlichen Tests auf eine Anzahl von weniger als neun Millionen Tests pro Tag zu reduzieren. Mit einer kontinuierlichen Testung würde die Zahl der Neuinfektionen kontinuierlich auf einem sehr niedrigen Niveau gehalten, eine dritte Welle würde nicht auftreten.

**Abbildung 4: Szenario für eine Teststrategie**



Quelle: Eigene Darstellung

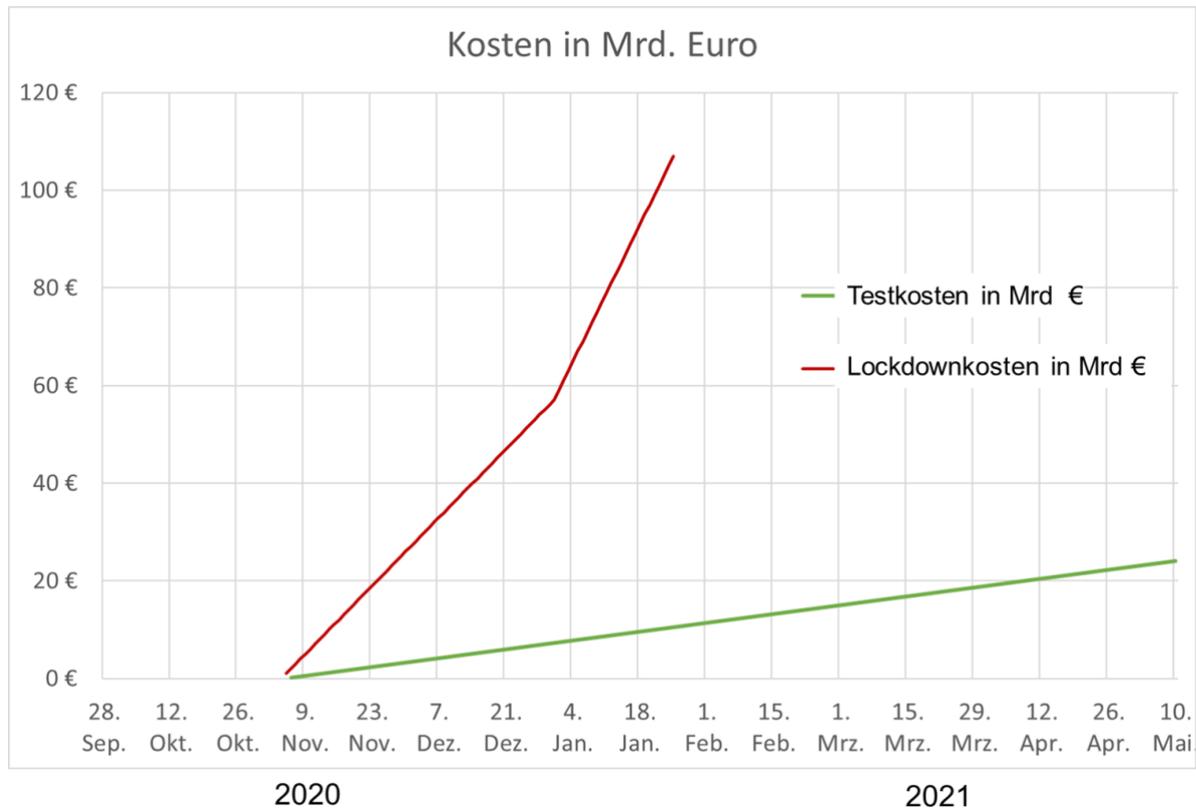
### ***Kostenaspekte***

Ein Argument, das bisweilen gegen eine systematische T&Q-Strategie angeführt wird, sind die scheinbar hohen Kosten der Testungen. Daher sollen diese Testkosten nun für unseren vorgeschlagenen Ansatz ermittelt werden, um sie den geschätzten Lockdown-Kosten gegenüberzustellen.

Die geschätzten Kosten des ersten Lockdowns sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Der heute am häufigsten genannte Wert für Deutschland ist eine Schätzung des Sachverständigenrates von -5,5 Prozent des BIP für 2020 (Sachverständigenrat (2020), S.40). Dies ist jedoch der Gesamtverlust über das gesamte Jahr. Wenn wir direkter den Verlust des BIP für das 2. Quartal 2020 im Vergleich zum 2. Quartal 2019 betrachten, erhalten wir einen Quartalsverlust von zehn Prozent. Dies entspricht einem Gesamtbetrag von rund 86 Milliarden Euro<sup>1</sup>. Wenn wir diesen Verlust auf die ca. 30 Tage der Lockdowns in diesem 2. Quartal umrechnen, erhalten wir einen Verlust von ca. 2,8 Milliarden pro Tag. In unserer Berechnung für den Herbst sind wir jedoch konservativer und schätzen 1 Milliarde Euro pro Tag für den Teillockdown und 2 Milliarden Euro für den vollen Lockdown. Die roten Linien zeigen die Ergebnisse in Abbildung 5, sowohl in absoluten Zahlen als auch in Prozent des BIP.

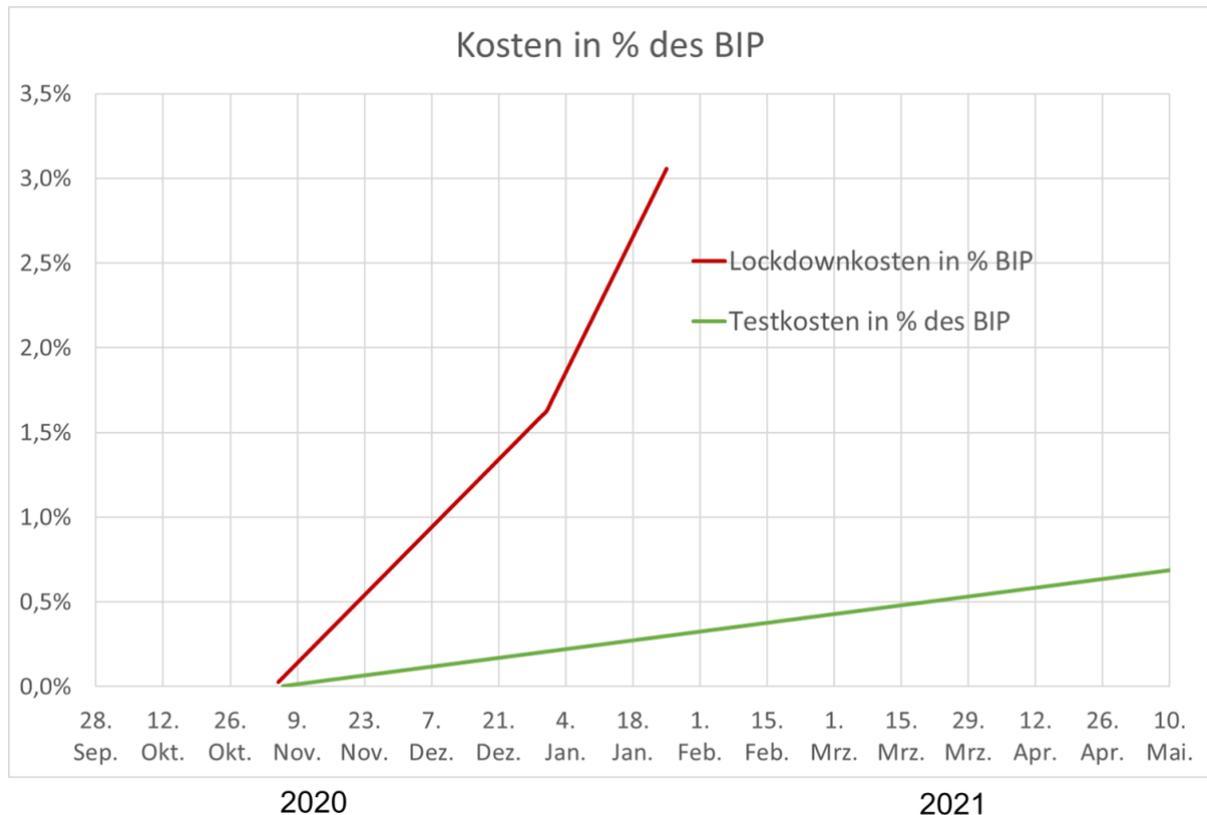
<sup>1</sup> Statistische Bundesamt 2020, Destatis, Business Cycle Indicators, Quaterly GDP.

**Abbildung 5(a): Kosten der verschiedenen Instrumente - Kosten des Lockdowns im Vergleich zur Test- & Quarantänestrategie in Milliarden Euro**



Quelle: Eigene Darstellung

**Abbildung 5(b): Kosten der verschiedenen Instrumente, Kosten des Lockdowns versus der Test- & Quarantänestrategie in Prozent des Bruttoinlandsproduktes**



Quelle: Eigene Darstellung

Als nächstes müssen wir die Kosten für die Teststrategie berechnen. Seit Herbst 2020 sind Schnelltests für weniger als 5 € erhältlich. Allerdings wird auch ein Netzwerk mit entsprechender Infrastruktur benötigt, um die Tests durchzuführen und auszuwerten. Gehen wir davon aus, dass die Infrastrukturkosten pro Test das Dreifache der Kosten für den Test selbst betragen könnte (was vermutlich zu hoch ist) würde ein Test im Durchschnitt 15 € kosten. Wie entwickeln sich nun die Gesamtkosten, wenn wir unsere Teststrategie verfolgen? Abbildung 5 gibt die Antwort, sowohl in absoluten Werten (Abbildung 5a) als auch in Prozent des BIP (Abbildung 5b). Die grünen Linien geben die Kosten an, die durch die Testkosten entstehen. Solange in der dargestellten Intensität mit knapp 9 Millionen Tests pro Tag getestet wird steigen auch die Kosten langsam aber kontinuierlich an. Der Anstieg ist jedoch äußerst moderat, so dass die Gesamtkosten auch auf Dauer deutlich unter den Lockdown-Kosten bleiben. Würde mit dieser Intensität weiter ein Jahr lang getestet, lägen die Gesamtkosten in einer Größenordnung von ca. 2 Prozent des BIP. Auch das ist noch deutlich unter den Kosten eines Lockdown. Gleichzeitig sind die Vorteile klar erkennbar. Die meisten privaten und geschäftlichen Aktivitäten können wieder relativ normal weitergeführt werden können, solange einfache Distanzierungsregeln noch durchgesetzt werden (wir haben keine Änderung der sozialen Distanzierungsregeln im Vergleich zum Sommer 2020 angenommen).

Hinzu kommt, dass Fortschritte bei den Impfungen den Parameter  $p$  in Gleichung 1 effektiv reduzieren, aber für einige den Parameter  $c$  erhöhen könnten, da Personen, die noch keine

Impfung erhalten haben, weniger besorgt über das Infektionsrisiko sein könnten. Mittelfristig kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Faktor  $pc$  mit Fortschritten in Bezug auf das Impfprogramm für die Allgemeinbevölkerung sinkt, was wiederum zu einem geringeren Bedarf an Tests beiträgt und somit auch die Gesamtkosten der T&Q-Strategie senken hilft. Die Kosten der T&Q-Strategie werden im Laufe der Zeit ebenfalls sinken, sobald die Infektionsrate stark zurückgegangen ist, was wiederum bei einer eher bescheidenen Testabdeckung - und damit geringeren Kosten im Verhältnis zum BIP - ermöglicht,  $R$  unter 1 zu halten. Eine allgemeine Ausbreitung der Infektion würde weiter vermieden. Wenn es Mutationen des neuen Coronavirus gibt, die es infektiöser machen, wird der Parameter  $p$  erhöht, was bedeuten würde, dass ein höherer Testparameter  $t$  angewendet werden sollte. Man sollte auch beachten, dass die in unserer Szenariotabelle verwendeten Parameter für verschiedene OECD-Länder und andere Länder der Weltwirtschaft unterschiedlich sein könnten. Die starken Implikationen unseres grundlegenden Ansatzes bleiben jedoch gültig. Der hier vorgeschlagene Ansatz ist also ein robuster und anpassbarer Ansatz für verschiedene Bedingungen. Er liefert politischen Entscheidungsträgern eine tragfähige Vorstellung über die Wirkung und Kosten dieser T&Q-Strategie, solange die Fortschritte bei den Impfprogrammen weltweit noch nicht in allen Ländern Herdenimmunität erreicht haben.

#### **4. Politische Schlussfolgerungen**

Diese Analyse zeigt, dass eine sinnvoll ausgearbeitete Test- und Quarantänestrategie klar dazu beitragen kann, die Notwendigkeit weiterer breiter Lockdowns gänzlich zu vermeiden. Auch wenn Hot-Spot-Regionen immer noch mit lokalen Lockdowns konfrontiert sein könnten, wären weitere nationale Lockdowns vermeidbar, wenn die politischen Entscheidungsträger den hier entwickelten Ansatz aufnehmen und schnell zu einer realistischen Strategie entwickeln. Die Schaffung einer ausreichenden Anzahl von Testeinheiten ist eine wichtige Voraussetzung für die Etablierung einer breiten nationalen Teststrategie. Die Politik hätte bereits im Frühjahr 2020 große Verträge - oft mit bestimmten Optionen (um eine gewisse Flexibilität für die Bewältigung der sich ändernden Situation zu haben) - und angemessene Anreize für eine umfassende Testinfrastruktur in den OECD-Ländern anbieten können, hat dies aber offensichtlich nicht getan; mit Ausnahme von Schulen, Krankenhäusern und Pflegeheimen. Was die Beschäftigten und Patienten in Pflege- und Betreuungsheimen betrifft, so wurden typischerweise nur diejenigen mit Symptomen getestet, während diejenigen mit asymptomatischen Infektionen ohne jeden "Signaltest" blieben, so dass einige Super-Spreader sogar aus dem entscheidenden Pflegesektor gekommen sind (dies geschah z.B. in Tübingen, Deutschland, vor einer neuen allgemeinen Teststrategie für Pflegeheime im Sommer 2020; zu Testergebnis-Zahlen für Pflegeheim-Test-Fällen mit Symptom- und allgemeiner Testung in Krankenhäusern in Maryland siehe Anhang – natürlich übersieht eine nur auf Testung von Personen mit COVID19-Personen ausgerichtete Strategie die nichtsymptomatischen Infizierten, die dann zum Teil als kontaktaktive „Superinfizierer“ den Virus stark verbreiten). Im Gegensatz dazu betont der hier vorgestellte Ansatz den Vorteil von Stichprobentests und setzt darauf, dass häufig sowohl Menschen mit Symptomen als auch ohne Symptome getestet werden - und es ist bekannt, dass viele mit dem Coronavirus infizierte Menschen tatsächlich keine Symptome zeigen.

Dieses politikorientierte Papier ist komplementär zum IWF-Papier von Cherif/Hasanov (2020), aber unser Ansatz steht in deutlichem Gegensatz zum dominierenden Ansatz in der EU, wie er vom Europäischen Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten (ECDC) vertreten wird. Das ECDC schrieb im September 2020, dass Menschen mit Symptomen "so schnell wie möglich nach Auftreten der Symptome getestet werden sollten...Einrichtungen des Gesundheits- und Sozialwesens erfordern intensive Tests, wenn es dokumentierte Übertragungen in der Gemeinschaft gibt. Regelmäßige und umfassende Tests des gesamten Personals und der Bewohner/Patienten werden empfohlen, um eine nosokomiale Übertragung zu verhindern." (ECDC, 2020, S. 1). Dies ist eine analytisch fehlerhafte Empfehlung, da sie die generell entscheidende Option übersieht, in einen breiten Testansatz auch solche infizierten Personen einzubeziehen, die keine Symptome zeigen und die zumindest in einem Stichprobenansatz in konsequenter Weise einbezogen werden könnten, wie es hier vorgeschlagen wird. Der hier vorgestellte Ansatz schließt eine vollständige Testung in Pflegeheimen natürlich nicht aus. Begrenzte Tests, die sich nur auf Personen mit Symptomen beschränken, waren in der sehr frühen Phase der Pandemie angemessen, als die Kapazitäten der Testlabore und die Testsätze extrem knapp waren. Es ist enttäuschend, dass die vom ECDC am 15. September 2020 vorgeschlagenen Teststrategien im Vergleich zu den frühen Stadien der Coronavirus-Pandemie Anfang 2020 nicht modifiziert worden sind.

Es liegt auf der Hand, dass einige unter Quarantäne stehende Personen die Quarantäne nicht immer akzeptieren und einige Personen versuchen werden, sie zu umgehen, so dass es angemessen wäre, erhebliche Geldstrafen für Verstöße gegen die Quarantäne zu verhängen. Ein nationaler Testansatz erfordert den Aufbau einer kostspieligen Testinfrastruktur, die jedoch in vielen Fällen auf funktionalen Verbindungen zu bestehenden Institutionen beruhen könnte: z.B. zu größeren Firmen, Schulen, Universitäten oder Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung. Ein solcher Ansatz reduziert die Kosten des Testens auf sinnvolle Weise. Jede Stadt muss über eine Corona-Teststation verfügen, und die Verfügbarkeit spezieller Quarantänehotels, in denen besondere Gruppen von Personen mit einem positiven Testergebnis untergebracht werden könnten (z. B. Reisende, Familien in sehr kleinen Wohnungen usw.), sollte ebenfalls als Teil des lokalen Instrumentariums in Betracht gezogen werden.

Die Erhöhung der Produktion von Tests sollte in OECD-Ländern, Schwellenländern oder Entwicklungsländern kein großes Hindernis darstellen. Die Kosten der mittlerweile recht etablierten Standard-Corona-Tests sind im Jahr 2020 deutlich gesunken. Schnelltests werden von vielen Anbietern bereits heute bereitgestellt. Es gibt auch schnelle mobile Corona-PCR-Tests (z. B. von der Spindiag GmbH, einem deutschen Start-up, dessen Geräte innerhalb von 40 Minuten Testergebnisse liefern; die Geräte wurden bereits in einer großen Klinik in Stuttgart eingesetzt). Der Einwurf, dass diese Schnelltest nicht zuverlässig genug sind, ist für die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Strategie ebenfalls nicht problematisch. Da es sich um eine statistische Teststrategie handelt, kann eine geringe Zuverlässigkeit der Test mit einer höheren Testrate ausgeglichen werden. Dies ist auch in unserer Simulation berücksichtigt worden.

Man kann leicht vorhersehen, dass viele Politiker zögern werden, eine Test & Quarantäne-Strategie zu unterstützen, da a) dies ein neuer Vorschlag innerhalb der breiteren Corona-Perspektive ist und b) da die expliziten budgetwirksamen Ausgaben des T&Q-Ansatzes in der ersten Hälfte des Jahres durch seine Umsetzung schnell ansteigen. Eine Kosten-Nutzen-Abwägung spricht jedoch eindeutig für die vorgeschlagene T&Q-Strategie (in Ergänzung zum Impfprogramm). Die Beibehaltung der derzeitigen Strategie des zyklischen Lockdowns in den

meisten OECD-Ländern bedeutet - verglichen mit dem breiten T&Q-Ansatz - einen mindestens dreimal so hohen sofortigen gesamtwirtschaftlichen Verlust an Volkseinkommen. Darüber hinaus werden die Grundrechtseinschränkungen, die langfristigen negativen Effekte auf die Bildungschancen und die drohenden Insolvenzwellen durch T&Q vermieden.

Aus dieser Perspektive ist es wichtig, eine breitere öffentliche Debatte anzustoßen, die wirklich deutlich macht, wie wichtig T&Q (verbunden mit Fortschritten bei den Impfungen) für die Bevölkerung und die Wirtschaft ist. Diese neue Strategie kann viele Leben retten und Millionen von Infektionen vermeiden und gleichzeitig einen großen Beitrag zur Verstärkung des wirtschaftlichen Aufschwungs leisten. Der hier vorgeschlagene Ansatz kann in den OECD-Ländern, aber auch in allen anderen Ländern der Weltwirtschaft angewendet werden. Bei einem EU-Budget von 750 Milliarden Euro für die Corona-Bekämpfung sollte es für Deutschland und andere EU-Länder kein Problem sein, die vorgeschlagene Test- und Quarantänestrategie schnell umzusetzen. Eine verbesserte Corona-Warn-App sollte auch Teil des umfassenderen politischen Modernisierungspakets zur Bekämpfung der Pandemie sein. Insbesondere für junge Erwachsene sollte ein besonderer Anreiz geboten werden, die Corona-Warn-App aktiv zu nutzen. Die Bekämpfung der Epidemie durch eine breit angelegte Test- und Quarantänestrategie ist die mildeste Form der politischen Intervention, wenn man die medizinischen Vorteile, die wirtschaftlichen Kosten und Nutzen sowie die Erhaltung der Freiheit des Einzelnen berücksichtigt. Es ist definitiv keine Zeit zu verlieren, um den Kurs der Epidemienpolitik in den OECD-Ländern und vielen anderen Ländern zu ändern.

Die Verfolgung einer angemessenen Test- und Quarantänestrategie bedeutet, dass Lockdowns vermieden werden können und die Coronavirus-Epidemie dennoch unter Kontrolle gehalten werden kann. Die hier vorgestellten Vorschläge sollten natürlich nicht so interpretiert werden, dass Behörden und Forscher weltweit in ihren Bemühungen nachlassen sollten, schnell mehr Impfstoffe zu produzieren und weltweit zu verteilen.

Die politische Ökonomie der Reform der Seuchenpolitik ist komplex, und wenn eine internationale Institution wie die Europäische Kommission - oder nationale Regierungen in den EU-Mitgliedsstaaten - erst einmal die quasi-offizielle Linie einer wissenschaftlichen Organisation wie des Europäischen Zentrums für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten aufgegriffen haben, ist es schwierig, den von einer solchen Institution vorgeschlagenen Ansatz zu verändern. Mit der theoretischen IMF-Studie von Cherif/Hasanov (2020) und dem maßnahmenpolitischen Simulationsbeispiel dieser vorliegenden Studie über die Funktionsweise, Effektivität und Kosten einer T&Q-Strategie wird rasch ein interdisziplinärer wissenschaftlicher Diskurs sowie eine neue politische Debatte notwendig. Es sollte nicht schwierig sein, wenn man im Durchschnitt etwa einmal wöchentlich – als Nichtgeimpfter – zum Corona-Test gebeten wird, was wenig kompliziert im Ablauf ist und zuverlässig einen dritten Lockdown verhindern kann. In allen Städten mindestens ein Testzentrum zu errichten, ist eine Express-Aufgabe für den Staat; in Schulen und Betrieben sowie in der öffentlichen Verwaltung sollte eine rasche Einrichtung von Test-Stellen ebenfalls zügig möglich sein, wofür hinreichende öffentliche Investitionsmittel bereitzustellen sind. Die Einrichtung einer großen Zahl weiterer Corona-Testlabors ist unerlässlich, wobei hierbei auch an die Einrichtung teilweise subventionierter neuer Testlabors zu denken ist. Impfhochlauf und die Test- & Quarantäne-Strategie sind ein langfristiger Ansatz, der ab Frühjahr 2020 in allen EU-Ländern ein normales Leben, eben ohne Lockdown, ermöglichen kann. Dass man einige Monate noch Abstandsregeln und Maske tragen weiterführen sollte, versteht sich.

In dieser Debatte kann die vorgeschlagene T&Q-Strategie diskutiert bzw. evaluiert und in Details weiterentwickelt werden. Als Ergebnis dieser Debatte sollten die bisher Maßnahmen nicht nur gründlich modifiziert, sondern endlich auch durch eine systematische T&Q Strategie wirksam ergänzt werden. Diese Analyse bietet hierzu einen relevanten Impuls – es gilt in Industrie- und Entwicklungsländern keine Zeit bei der notwendigen gründlichen Reform der Testpolitik zu verlieren.

## Anhang

**Tabelle 7: Gesamttests für COVID-19 pro 1.000 Personen in 37 OECD-Ländern**

Total Testzahl pro_tausend	31.03	30.04	31.05	30.06	31.07	31.08	30.09	31.10	30.11	31.12*
Luxemburg	26.24	69.74	123.88	306.23	779.47	1043.30	1354.45	1751.36	2222.25	2661.80
Dänemark	5.17	43.45	108.78	183.83	266.07	428.62	670.97	916.44	1281.22	1813.22
Israel	8.99	44.03	66.44	115.69	205.06	285.37	432.20	561.49	696.24	933.14
UK	2.29	13.59	51.72	92.40	150.78	228.42	330.97	464.67	603.80	766.85
US	4.55	21.62	57.85	112.72	196.29	273.35	354.53	461.07	600.24	749.20
Island	57.07	143.87	179.04	192.92	210.78	263.97	380.61	545.11	626.99	706.29
Litauen	3.27	45.12	107.01	150.46	177.02	216.44	264.38	347.53	465.63	602.66
Belgien	5.97	35.14	77.71	109.95	147.45	199.45	284.43	433.13	511.83	600.79
Portugal	7.85	42.07	83.94	118.99	161.68	203.61	260.14	342.21	453.17	522.07
Norwegen	15.29	30.05	46.39	65.84	90.22	156.27	235.85	315.87	422.98	520.06
Irland	6.24	34.36	69.79	87.04	128.20	170.12	239.21	331.08	397.89	480.94
Estland	11.15	44.14	71.74	93.79	105.35	133.47	198.40	257.38	364.30	480.09
Spanien		28.90								467.55
Lettland	7.85	30.69	57.83	79.97	105.24	133.45	169.66	240.83	331.11	464.96
Finnland	4.25	18.99	35.17	46.40	69.14	132.30	203.90	281.69	360.81	450.10
Australien		22.10	57.04	96.31		243.71	299.51		392.01	441.60
Italien	8.39	32.74	64.15	89.15	112.69	142.98	187.46	261.07	362.96	439.92
Österreich		28.47	49.80	68.04	98.87	131.10	179.65	247.91	344.01	426.02
Schweiz	16.02	31.87	46.18	68.97	92.32	118.83	159.91	233.33	309.48	381.49
Kanada	6.39	21.37	44.14	73.40	107.32	145.84	194.90	251.76	304.05	372.04
Deutschland			52.10							372.04
Tschechien	5.23	23.71	41.43	51.93	65.35	85.43	129.95	218.17	288.44	356.08
Slowenien	10.06	24.68	36.58	47.49	61.60	74.99	107.77	173.88	249.01	345.63
Chile	1.44	9.05	30.07	57.64	84.53	126.83	173.38	224.98	278.58	337.07
Niederlande			21.19							298.63
N. Seeland	5.20	29.31	57.32	82.21	95.93	156.84	197.83	228.33	264.51	291.54
Türkei	1.10	12.26	24.18	40.10	56.92	84.64	123.08	166.02	220.45	290.55
Griechenland	1.61	7.21	17.32	30.01		91.08	125.45	170.52	227.72	268.93
Slowakei	1.67	16.68	31.66	38.80	48.44	61.85	85.54	145.02	198.30	264.76
Ungarn	1.44	7.53	19.23	28.44	35.09	44.30	74.06	110.24	170.57	230.53
Polen		8.11	22.10	35.84	51.04	68.69	84.49	119.87	158.99	183.41
Kolumbien				14.89	30.80	51.41	65.52	82.22	99.48	119.24
S. Korea	7.68		17.31	24.44	30.14	36.67	44.91	50.69	58.47	78.87
Japan	0.25	1.16	2.13	3.09	5.57	10.45	14.94	19.29	25.40	35.48
Mexiko	0.23	0.84	2.32	4.70	7.85	10.70	13.47	16.63	20.09	25.33

Quelle: Eigene Darstellung der Daten von Our World in Data (OWID)

<https://github.com/owid/covid-19-data/blob/master/public/data/owid-covid-codebook.csv>

Hinweis: Die Zahlen sind diejenigen, die am letzten Tag jedes Monats ab März 2020 (oder dem letzten verfügbaren Datum - der Stichtag im Dezember variierte von Land zu Land) erfasst wurden.

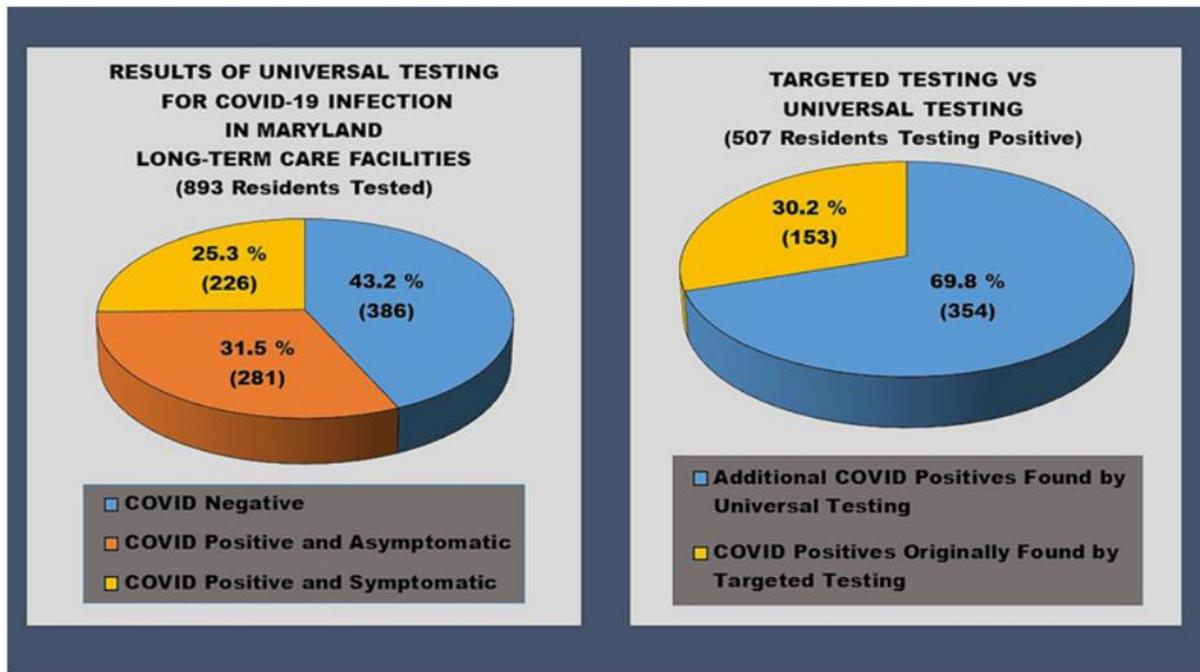
**Tabelle 8: 7-Tage-Inzidenz von Covid-19-Infektionen (nach Kalenderwoche (K.W.) und Altersgruppen; 0-4 bis 90+)**

K.W.	Gesamt	90+	85 - 89	80 - 84	75 - 79	70 - 74	65 - 69	60 - 64	55 - 59	50 - 54	45 - 49	40 - 44	35 - 39	30 - 34	25 - 29	20 - 24	15 - 19	10-14	5-9	0 - 4
10	1.07	0.12	0.38	0.33	0.59	0.3	0.51	1.12	1.1	1.98	1.92	1.75	1.23	1.26	1.48	1.52	1.07	0.57	0.27	0.2
11	7.74	1.46	2.43	2.49	2.89	3.95	4.88	7.63	11.15	14.6	14.13	11.61	10.32	9.72	10.8	7.01	4.59	2.78	1.53	0.91
12	26.97	12.03	13.94	14.21	14.73	16.93	18.32	28.29	38.58	46.11	39.75	36.73	33.18	37.32	39.47	31.4	13.73	6.83	4.53	3.61
13	40.92	51.39	47.19	39.01	36.32	36.09	33.96	44.69	53.37	59.63	55.43	47.46	45.13	48.02	53.09	49.34	23.86	10.24	6.68	6.46
14	43.4	142.4	92.4	59.68	46.07	38.54	34.82	49.29	54.44	55.17	51.58	47.04	41.71	44.02	48.97	48.72	27.42	11.59	7.83	6.92
15	32.69	151.39	90.74	52.21	33.87	28.61	22.97	31.85	38.74	38.97	36.41	34.1	31.25	31.86	38.13	37.58	21.78	8.16	6.33	5.93
16	20.88	102.91	59.21	35.91	22	17.2	13.62	19.23	23.27	23.2	22.26	20.84	18.59	21.87	25.56	26.73	14.5	6.37	4.37	4.06
17	14.89	70.71	43.74	24.98	15.17	11.54	10.41	11.93	15.73	14.75	14.94	14.24	14.43	16.54	19.63	20.9	10.21	5.08	4.11	4.64
18	8.95	34.51	20.97	13.66	9.05	7.54	5.47	7.19	8.91	8.99	8.87	9.27	8.79	10.24	13.42	12.91	6.68	3.67	3.19	3.33
19	7.49	25.27	16.82	9.08	7.07	5.63	4.28	5.84	7.55	7.75	8.46	8.25	7.94	8.9	10.21	11.02	6.55	3.38	2.82	3.46
20	5.69	17.13	11.51	7.47	4.46	3.48	2.96	4.23	5.28	5.53	6.28	7.21	6.64	7.17	7.65	8.98	4.59	3.16	2.98	2.9
21	4.35	12.51	8.12	4.61	2.68	2.53	2.55	3.1	3.93	3.73	4.82	4.91	5.22	5.88	6.9	6.81	3.91	2.92	2.17	3.08
22	3.86	8.75	5.5	3.43	2.12	2.18	2.22	2.99	3.52	3.56	4.04	4.34	4.56	4.88	6.25	6.27	4.11	3.21	3.03	2.22
23	2.84	5.1	3.26	2.31	1.5	1.28	1.23	1.91	2.09	2.24	3.09	3.56	2.95	3.75	4.39	4.97	4.11	2.78	2.68	2.73
24	2.82	5.83	3.26	1.91	1.14	1.09	1.05	1.61	2	2.19	2.73	3.22	3.69	4.06	4.79	5.38	2.82	3.21	3.3	2.8
25	4.92	4.5	2.88	1.88	1.68	1.58	1.44	2.14	2.73	4.68	7.11	9.15	7.09	7.33	7.72	8.12	6.14	5.19	4.72	4.04
26	3.86	3.16	2.17	1.55	1.47	1.09	1.34	1.91	3.01	3.96	5.25	5.54	5.69	6.02	6.4	5.56	4.29	3.94	3.73	3.43
27	3.24	2.92	1.79	1.46	1.03	1.03	1.28	1.95	2.32	2.77	4.19	4.36	4.27	4.71	6.23	5.6	3.53	2.81	3.33	3.56
28	2.92	1.82	1.28	1.09	1.03	1.52	1.28	1.65	1.72	2.56	3.43	3.87	3.88	4.73	4.47	5.14	3.76	2.78	3.09	3.69
29	3.64	3.28	1.53	1.18	1.14	1.63	1.46	1.95	2.63	3.11	4.4	5.15	4.75	5.4	6.09	6.55	4.85	4.05	3.7	3.53
30	4.74	2.19	2.3	1.52	1.47	1.69	1.75	2.71	3.59	4.38	6.35	6.56	6.83	6.97	8.08	8.18	6.3	5.16	4.05	4.06
31	5.8	4.74	2.62	2.7	1.83	2.45	1.75	2.71	4.25	5.23	7.32	8.72	7.24	7.72	10.03	11.31	9.24	6.78	5.31	3.81
32	7.29	3.4	2.56	2.09	1.44	2.48	2.49	3.61	4.57	6.21	8.65	9.94	9.72	9.37	12	16.19	13.78	9.83	7.65	4.8
33	9.57	3.04	3.58	2.46	1.83	2.15	2.26	3.42	4.84	7.06	10.88	13.04	12.19	12.74	16.51	25.34	18.84	14.72	10.9	6.97
34	11.53	2.19	1.47	1.94	1.73	2.61	2.47	4.2	6.38	8.32	13.1	14.59	14.39	17.21	23.49	33.57	22.24	15.53	10.2	7.17

35	10.6	3.64	2.05	1.52	1.78	2.53	2.7	4.3	5.24	8.03	11.49	13.42	13.52	15.52	24.08	28.8	21.12	13.04	9.44	5.63
36	10.36	2.92	1.6	1.85	1.93	2.94	2.61	4.36	5.79	8.27	11.61	13.2	12.23	17.07	22.8	27.08	19.5	11.61	8.53	5.81
37	11.74	5.35	5.37	3.98	3.74	4.14	4.61	5.98	8.21	9.97	13.2	13.99	13.16	17.01	24.3	27.97	21.1	13.45	8.67	5.81
38	14.76	8.99	6.59	5.92	4.64	7.05	5.95	8.73	11.3	13.37	16.59	17.13	17.02	21.91	29.19	32.9	26.25	13.93	9.5	7.32
39	15.7	11.42	7.8	6.41	5.96	7.24	6.26	9.54	12.82	14.83	17.03	17.52	18.98	23.71	28.28	34.35	26.53	15.83	10.4	7.65
40	19.14	14.46	10.42	9.59	7.89	9.53	9.3	12.02	16.42	17.93	22.7	21.25	21.7	27.71	34.37	37.6	33.66	19.15	11.5	8.18
41	31.45	22.6	19.5	14.3	13.03	16.09	14.12	22.49	27.68	33.75	38.61	38.07	34.52	43.02	53.01	60.54	52.62	30.76	16.8	13.23
42	50.58	52.37	36.32	25.95	23.37	25.37	26.45	37.52	44.5	53.22	59.17	59.24	58.74	70.25	88.21	94.91	75.24	44.61	26.1	22.37
43	89.97	107.53	72.64	55.67	41.89	48.8	46.68	70.05	85.43	95.51	110.08	107.94	101.85	122	144.03	163.74	123.1	74.02	49.2	36.96
44	133.66	177.88	113.82	86.3	68.26	78.44	73.04	106	132.8	145.51	158.87	160.07	152.74	174.1	203.47	226.3	182.4	110.32	74.9	56.72
45	151.23	208.49	145.93	104.2	78.6	86.36	87.24	121.2	150.6	163.05	179.51	180.34	169.21	190.5	219.57	254.84	213.2	128.76	90.1	61.27
46	153.72	280.79	180.78	115.2	84.77	89.49	82.61	122.1	152.8	163.71	175.9	182.68	173.47	190.5	210.56	239.41	220.5	144.26	97.1	61.29
47	154.55	372.28	215.24	132.3	87.35	91.29	85.35	129.3	152	161.29	183.13	188.1	173.73	183.8	195.71	221.81	208	142.94	105	60.23
48	148.32	425.74	261.54	145.3	90.08	86.99	84.87	123.6	146.1	153.81	171.35	178.77	164.64	170.1	176.85	193.99	189.2	139.54	102	59.07
49	154.27	503.13	292.94	164.7	102.03	94.53	84.93	135.4	153.3	156.97	174.75	179.49	172.39	171.8	179.57	199.2	195.7	138.84	98.4	58.59
50	187.52	655.25	377.28	213.4	128.24	118.83	105.8	166.2	192.6	196.57	209.51	220.82	206.68	208.8	211.92	233.38	223.6	152.42	114	68.01
51	208.59	709.8	436.82	247.8	152.28	139.93	128.77	193	220.3	220.57	233.57	241.86	228.75	234.7	237.19	261.09	213.7	140.89	114	78.91
52	163.5	619.65	362.83	219.2	127.44	117.53	111.81	157.4	177.9	173.76	179.39	188.94	175.36	179.2	182.5	193.17	144.9	89.12	79.5	53.97

Quelle: Eigene Darstellung der Daten des Robert-Koch-Instituts

**Abbildung 6: COVID-19 Story Tip: Universelle Tests in Pflegeeinrichtungen können helfen, COVID-19-Infektionen und Todesfälle in Langzeitpflegeeinrichtungen zu reduzieren 14.07.2020 – Vergleich für eine Strategie mit allgemeiner Testung auf COVID-Infektionen in Pflegeeinrichtungen im US-Bundesstaat Maryland (gelb= positiv und symptomatisch, orange = positive und asymptomatisch =31,5% der Testfälle, blau= negativ) gegenüber einem nur auf Symptom-Fälle fokussierten Test (30,2% der Infizierten ermittelt, 69,8% der Fälle nur ermittelt mit allgemeinem Testansatz)**



Quelle: Johns Hopkins University News Release (2020)

<https://www.hopkinsmedicine.org/news/newsroom/news-releases/covid-19-story-tip-universal-testing-may-help-reduce-covid-19-infections-deaths-in-long-term-care-facilities>

„Eine Studie der Johns Hopkins Research aus dem Jahr 2020 zeigt, dass es für Langzeitpflegeeinrichtungen entscheidend ist, alle Bewohner auf eine COVID-19-Infektion zu testen, anstatt nur diejenigen zu untersuchen, die Symptome zeigen. Durch breit angelegte oder universelle Tests können sowohl symptomatische als auch asymptomatische Fälle in einer Population identifiziert werden, die beide eine Gefahr für die Ausbreitung der Krankheit darstellen. Daher wäre ein Programm mit breit angelegten, randomisierten Tests erfolgreicher bei der Identifizierung von Trägern der Infektion, insbesondere von asymptomatischen Patienten, die die Infektion möglicherweise verbreiten; siehe auch Bigelow et al. (2020).“

## Literaturhinweise

- Balmford, B., Annan, J.D., Hargreaves, J.C. et al. (2020), Cross-Country Comparisons of Covid-19: Policy, Politics and the Price of Life, *Environmental and Resource Economics*, 76, 525–551 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00466-5>
- Bigelow, B.F.; Tang, O.; Barshick, B.; et al. (2020), Outcomes of Universal COVID-19 Testing Following Detection of Incident Cases in 11 Long-term Care Facilities, *JAMA Internal Medicine*, 181(1):127–129. <https://doi:10.1001/jamainternmed.2020.3738>
- Bretschger, L.; Grieg, E.; Welfens, P.J.J.; Xiong, T. (2020), COVID-19 infections and fatalities developments: empirical evidence for OECD countries and newly industrialized economies, *International Economics and Economic Policy*, 17, 801–847 <https://doi.org/10.1007/s10368-020-00487-x>
- Chen Y, Jiao J, Bai S, Lindquist J (2020), Modeling the spatial factors of COVID-19 in New York City, SSRN.COM preprint research paper (Elsevier), last accessed 5 June 2020
- Cherif, R.; Hasanov, F. (2020), A TIP Against the COVID-19 Pandemic, IMF Working Paper WP/20/114, International Monetary Fund: Washington DC
- ECDC (2019), COVID-19 testing strategies and objectives, September 15, 2020, Brussels
- Gros, D. (2020), The great lockdown: was it worth it?, CEPS Policy Insights, No. 11/2020, May 2020
- IMF (2020), World Economic Outlook, October 2020: A Long and Difficult Ascent, International Monetary Fund: Washington DC
- Layard, A. et al. (2020), When to Release the Lockdown? A Wellbeing Framework for Analysing Costs and Benefits, IZA Discussion Paper No. 13186, April 2020
- Pfeifer, P.; Roeger, W.; in 't Veld, J. (2020), The COVID19-Pandemic in the EU: Macroeconomic Transmission and Economic Policy Response, in B. W. di Mauro & C. Wyplosz (Eds.) 'Covid Economics, Vetted and Real-Time Papers', 30, CEPR Press: London
- Sachverständigenrat (2020), Corona-Krise gemeinsam bewältigen, Resilienz und Wachstum stärken, Jahresgutachten des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, November. 2020
- Statistisches Bundesamt 2021, Destatis, Data Base Genesis-Online

WHO; Johns Hopkins University (2021), published by statista, downloaded at Januar 4<sup>th</sup> 2021. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1100739/umfrage/entwicklung-der-taeglichen-fallzahl-des-coronavirus-in-deutschland>

## EIIW Diskussionsbeiträge

## EIIW Discussion Papers



ISSN 1430-5445:

Die Zusammenfassungen der Beiträge finden Sie im Internet unter:

The abstracts of the publications can be found in the internet under:

<https://eiiw.wiwi.uni-wuppertal.de/>

- No. 173 **Welfens P.J.J.; Perret K.J.:** Structural Change, Specialization and Growth in EU 25, January 2010
- No. 174 **Welfens P.J.J.; Perret K.J.; Erdem D.:** Global Economic Sustainability Indicator: Analysis and Policy Options for the Copenhagen Process, February 2010
- No. 175 **Welfens, P.J.J.:** Rating, Kapitalmarktsignale und Risikomanagement: Reformansätze nach der Transatlantischen Bankenkrise, Februar 2010
- No. 176 **Mahmutovic, Z.:** Patendatenbank: Implementierung und Nutzung, Juli 2010
- No. 177 **Welfens, P.J.J.:** Toward a New Concept of Universal Services: The Role of Digital Mobile Services and Network Neutrality, November 2010
- No. 178 **Perret J.K.:** A Core-Periphery Pattern in Russia – Twin Peaks or a Rat´s Tail, December 2010
- No. 179 **Welfens P.J.J.:** New Open Economy Policy Perspectives: Modified Golden Rule and Hybrid Welfare, December 2010
- No. 180 **Welfens P.J.J.:** European and Global Reform Requirements for Overcoming the Banking Crisis, December 2010
- No. 181 **Szanyi, M.:** Industrial Clusters: Concepts and Empirical Evidence from East-Central Europe, December 2010
- No. 182 **Szalavetz, A.:** The Hungarian automotive sector – a comparative CEE perspective with special emphasis on structural change, December 2010

- No. 183 **Welfens, P.J.J.; Perret, K.J.; Erdem, D.:** The Hungarian ICT sector – a comparative CEE perspective with special emphasis on structural change, December 2010
- No. 184 **Lengyel, B.:** Regional clustering tendencies of the Hungarian automotive and ICT industries in the first half of the 2000's, December 2010
- No. 185 **Schröder, C.:** Regionale und unternehmensspezifische Faktoren einer hohen Wachstumsdynamik von IKT Unternehmen in Deutschland; Dezember 2010
- No. 186 **Emons, O.:** Innovation and Specialization Dynamics in the European Automotive Sector: Comparative Analysis of Cooperation & Application Network, October 2010
- No. 187 **Welfens, P.J.J.:** The Twin Crisis: From the Transatlantic Banking Crisis to the Euro Crisis? January 2011
- No. 188 **Welfens, P.J.J.:** Green ICT Dynamics: Key Issues and Findings for Germany, March 2012
- No. 189 **Erdem, D.:** Foreign Direct Investments, Energy Efficiency and Innovation Dynamics, July 2011
- No. 190 **Welfens, P.J.J.:** Atomstromkosten und -risiken: Haftpflichtfragen und Optionen rationaler Wirtschaftspolitik, Mai 2011
- No. 191 **Welfens, P.J.J.:** Towards a Euro Fiscal Union: Reinforced Fiscal and Macroeconomic Coordination and Surveillance is Not Enough, January 2012
- No. 192 **Irawan, T.:** ICT and economic development: Conclusion from IO Analysis for Selected ASEAN Member States, November 2013
- No. 193 **Welfens, P.J.J.; Perret, J.:** Information & Communication Technology and True Real GDP: Economic Analysis and Findings for Selected Countries, February 2014
- No. 194 **Schröder, C.:** Dynamics of ICT Cooperation Networks in Selected German ICT Clusters, August 2013
- No. 195 **Welfens, P.J.J.; Jungmittag, A.:** Telecommunications Dynamics, Output and Employment, September 2013
- No. 196 **Feiguine, G.; Solojova, J.:** ICT Investment and Internationalization of the Russian Economy, September 2013
- No. 197 **Kubielas, S.; Olender-Skorek, M.:** ICT Modernization in Central and Eastern Europe, May 2014 Trade and Foreign Direct Investment New Theoretical Approach and Empirical Findings for US Exports & European Exports
- No. 198 **Feiguine, G.; Solovjova, J.:** Significance of Foreign Direct Investment for the Development of Russian ICT sector, May 2014

- No. 199 **Feiguine, G.; Solovjova, J.:** ICT Modernization and Globalization: Russian Perspectives, February 2012
- No. 200 **Syraya, O.:** Mobile Telecommunications and Digital Innovations, May 2014
- No. 201 **Tan, A.:** Harnessing the Power of ICT and Innovation Case Study Singapore, March 2014
- No. 202 **Udalov, V.:** Political-Economic Aspects of Renewable Energy: Voting on the Level of Renewable Energy Support, November 2014
- No. 203 **Welfens, P.J.J.:** Overcoming the EU Crisis and Prospects for a Political Union, March 2014
- No. 204 **Welfens, P.J.J.; Irawan, T.:** Trade and Foreign Direct Investment: New Theoretical Approach and Empirical Findings for US Exports and European Exports, November 2014
- No. 205 **Welfens, P.J.J.:** Competition in Telecommunications and Internet Services: Problems with Asymmetric Regulations, December 2014
- No. 206 **Welfens, P.J.J.:** Innovation, Inequality and a Golden Rule for Growth in an Economy with Cobb-Douglas Function and an R&D Sector
- No. 207 **Jens K. Perret.:** Comments on the Impact of Knowledge on Economic Growth across the Regions of the Russian Federation
- No. 208 **Welfens, P.J.J.; Irawan T.:** European Innovations Dynamics and US Economic Impact: Theory and Empirical Analysis, June 2015
- No. 209 **Welfens, P.J.J.:** Transatlantisches Freihandelsabkommen EU-USA: Befunde zu den TTIP-Vorteilen und Anmerkungen zur TTIP-Debatte, Juni 2015
- No. 210 **Welfens, P.J.J.:** Overcoming the Euro Crisis and Prospects for a Political Union, July 2015
- No. 211 **Welfens, P.J.J.:** Schumpeterian Macroeconomic Production Function for Open Economies: A New Endogenous Knowledge and Output Analysis, January 2016
- No. 212 **Jungmittag, A.; Welfens, P.J.J.:** Beyond EU-US Trade Dynamics: TTIP Effects Related to Foreign Direct Investment and Innovation, February 2016
- No. 213 **Welfens, P.J.J.:** Misleading TTIP analysis in the 6th/7th May 2016 issue of DER SPIEGEL, May 2016
- No. 214 **Welfens, P.J.J.:** TTIP-Fehlanalyse im SPIEGEL Heft 6. Mai 2016, Mai 2016
- No. 215 **Welfens, P.J.J.; Irawan, T.; Perret, J.K.:** True Investment-GDP Ratio in a World Economy with Investment in Information & Communication Technology, June 2016
- No. 216 **Welfens, P.J.J.:** EU-Osterweiterung: Anpassungsprozesse, Binnenmarktdynamik und Euro-Perspektiven, August 2016

- No. 217 **Perret, J.K.:** A Spatial Knowledge Production Function Approach for the Regions of the Russian Federation, June 2016
- No. 218 **Korus, A.:** Currency Overvaluation and R&D Spending, September 2016
- No. 219 **Welfens, P.J.J.:** Cameron's Information Disaster in the Referendum of 2016: An Exit from Brexit? September 2016
- No. 220 **Welfens, P.J.J.:** Qualitätswettbewerb, Produktinnovationen und Schumpetersche Prozesse in internationalen Märkten, October 2016
- No. 221 **Jungmittag, A.:** Techno-Globalisierung, October 2016
- No. 222 **Dachs, B.:** Techno-Globalisierung als Motor des Aufholprozesses im österreichischen Innovationssystem, October 2016
- No. 223 **Perret, J.K.:** Strukturwandel in der Europäischen Union am Beispiel ausgewählter Leitmärkte mit besonderem Bezug auf die Innovationstätigkeit der Mitgliedsländer, October 2016
- No. 224 **Irawan, T.; Welfens, P.J.J.:** ICT Dynamics and Regional Trade Bias in Asia: Theory and Empirical Aspects, October 2016
- No. 225 **Korus, A.:** Erneuerbare Energien und Leitmärkte in der EU und Deutschland, October 2016
- No. 226 **Dachs, B.; Budde, B.:** Fallstudie Nachhaltiges Bauen und Lead Markets in Österreich, October 2016
- No. 227 **Welfens, P.J.J.:** eHealth: Grundlagen der Digitalen Gesundheitswirtschaft und Leitmarktperspektiven, October 2016
- No. 228 **Korus, A.:** Innovationsorientierte öffentliche Beschaffung und Leitmärkte: Politische Initiativen in der EU, October 2016
- No. 230 **Nan, Yu:** Innovation of renewable energy generation technologies at a regional level in China: A study based on patent data analysis, December 2016
- No. 231 **Welfens, P.J.J.; Debes, C.:** Globale Nachhaltigkeit 2017: Ergebnisse zum EIIW-vita Nachhaltigkeitsindikator, März 2018
- No. 232 **Welfens, P.J.J.:** Negative Welfare Effects from Enhanced International M&As in the Post-BREXIT-Referendum UK, April 2017
- No. 233 **Udalov, V.; Welfens, P.J.J.:** Digital and Competing Information Sources: Impact on Environmental Concern und Prospects for Cooperation, April 2017
- No. 234 **Welfens, P.J.J.:** The True Cost of BREXIT for the UK: A Research Note, October 2017
- No. 235 **Welfens, P.J.J.; Hanrahan, D.:** BREXIT: Key Analytical Issues and Insights from Revised Economic Forecasts, January 2018

- No. 236 **Welfens, P.J.J.:** Techno-Globalisierung, Leitmärkte und Strukturwandel in wirtschaftspolitischer Sicht, August 2017
- No. 238 **Welfens, P.J.J.:** Foreign Financial Deregulation under Flexible and Fixed Exchange Rates, June 2017
- No. 239 **Welfens, P.J.J.; Kadiric, S.:** Neuere Finanzmarktaspekte von Bankenkrise, QE-Politik und EU-Bankenaufsicht, July 2017
- No. 240 **Welfens, P.J.J.; Hanrahan, D.:** The BREXIT Dynamics: British and EU27 Challenges after the EU Referendum, May 2017
- No. 241 **Welfens, P.J.J.; Baier, F.:** BREXIT and FDI: Key Issues and New Empirical Findings, January 2018
- No. 242 **Welfens, P.J.J.:** International Risk Management in BREXIT and Policy Options, March 2018
- No. 243 **Korus, A.; Celebi, K.:** The Impact of Brexit on the British Pound/Euro Exchange rate The Impact of Brexit on the British Pound/Euro Exchange rate, April 2018
- No. 244 **Welfens, P.J.J.; Yushkova, E.:** IKT-Sektor in China und Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland, April 2018
- No. 245 **Udalov, V.:** Analysis of Individual Renewable Energy Support: An Enhanced Model, June 2018
- No. 246 **Welfens, P.J.J.:** Lack of International Risk Management in BREXIT? July 18 2018
- No. 247 **Xiong, T.; Welfens, P.J.J.:** The Effects of Foreign Direct Investment on Regional Innovation Capacity in China, June 2018
- No. 248 **Welfens, P.J.J.:** New Marshall-Lerner Conditions for an Economy with Outward and Two-Way Foreign Direct Investment, July 2018, Updated February 2019
- No. 249 **Welfens, P.J.J.; Xiong, T.:** BREXIT Perspectives: Financial Market Dynamics, Welfare Aspects and Problems from Slower Growth, September 2018
- No. 250 **Welfens, P.J.J.; Udalov, V.:** International Inequality Dynamics: Issues and Evidence of a Redistribution Kuznets Curve, September 2018
- No. 251 **Kadiric, S.; Korus, A.:** The Effects of Brexit on Corporate Yield Spreads: Evidence from UK and Eurozone Corporate Bond Markets, September 2018
- No. 252 **Welfens, P.J.J.:** Import Tariffs, Foreign Direct Investment and Innovation: A New View on Growth and Protectionism, December 2018
- No. 253 **Welfens, P.J.J.:** Explaining Trumpism as a Structural US Problem: New Insights and Transatlantic Plus Global Economic Perspectives, October 2018

- No. 254 **Baier, F.J.; Welfens, P.J.J.:** The UK's Banking FDI Flows and Total British FDI: A Dynamic BREXIT Analysis, November 2018
- No. 255 **Welfens, P.J.J.; Yu, N.; Hanrahan, D.; Schmuelling, B; Fechtner, H.:** Electrical Bus Mobility in the EU and China: Technological, Ecological and Economic Policy Perspectives, December 2018
- No. 256 **Welfens, P.J.J.; Baier, F.; Kadiric, S.; Korus, A.; Xiong, T.:** EU28 Capital Market Perspectives of a Hard BREXIT: Theory, Empirical Findings and Policy Options, March 2019
- No. 257 **Welfens, P.J.J.:** Council of Economic Advisers: Biased Per Capita Consumption Comparison of the US with Europe, March 2019 (forthcoming)
- No. 258 **Welfens, P.J.J.:** Wirtschaftspolitik-Fehlorientierung des Westens nach 1989: Bankenkrise, Globalisierungs-Ordnungsdefizit und Desintegrationsdruck, April 2019
- No. 259 **Welfens, P.J.J.:** CO2-Steuer, Zertifikate-Handel und Innovationsförderung als Klimapolitik-Instrumente, June 2019
- No. 260 **Welfens, P.J.J.:** BREXIT- Wirtschaftsperspektiven für Deutschland und NRW: Mittel- und langfristige Effekte & Politikoptionen, June 2019
- No. 261 **Baier, F.J.:** Foreign Direct Investment and Tax: OECD Gravity Modelling in a World with International Financial Institutions, August 2019
- No. 262 **Welfens, P.J.J.:** Rationale Klimapolitik für das Erreichen des Ziels Klimaneutralität: NRW-Deutschland-EU-G20Plus, Oktober 2019
- No. 263 **Welfens, P.J.J.:** After Eastern German State Elections 2019: Germany Facing Serious Politico-Economic Problems, September 2019
- No. 264 **Jungmittag, A.; Welfens, Paul J.J.:** EU-US Trade Post-Trump Perspectives: TTIP Aspects Related to Foreign Direct Investment and Innovation, November 2019
- No. 265 **Welfens, P.J.J.:** Financial Markets and Oil Prices in a Schumpeterian Context of CO2-Allowance Markets, December 2019
- No. 266 **Welfens, P.J.J.; Xiong, T.:** US MNCs' Reinvested Earnings and Investment in EU Countries: New Thoughts on Feldstein-Horioka, December 2019, *forthcoming*
- No. 267 **Welfens, P.J.J.; Celebi, K.:** CO2 Allowance Price Dynamics and Stock Markets in EU Countries: Empirical Findings and Global CO2-Perspectives, January 2020
- No. 268 **Celebi, K.:** Quo Vadis, Britain? – Implications of the Brexit Process on the UK's Real Economy, January 2020
- No. 269 **Welfens, P.J.J.:** The Optimum Import Tariff in the Presence of Outward Foreign Direct Investment, January 2020

- No. 270 **Welfens, P.J.J.:** Macroeconomic Aspects of the Coronavirus Epidemic: Eurozone, EU, US and Chinese Perspectives, March 2020
- No. 271 **Kadicic, S.:** The Determinants of Sovereign Risk Premiums in the UK and the European Government Bond Market: The Impact of Brexit, March 2020
- No. 272 **Welfens, P.J.J.:** Macroeconomic and Health Care Aspects of the Coronavirus Epidemic: EU, US and Global Perspectives, April 2020
- No. 273 **Welfens, P.J.J.:** Corona World Recession and Health System Crisis: Shocks Not Understood So Far, May 2020
- No. 274 **Bretschger, L.; Grieg, E.; Welfens, P.J.J.; Xiong, T.:** Corona Fatality Development, Medical Indicators and the Environment: Empirical Evidence for OECD Countries, June 2020
- No. 275 **Welfens, P.J.J.:** Doubts on the Role of Disturbance Variance in New Keynesian Models and Suggested Refinements, October 2020
- No. 277 **Bretschger, L.; Grieg, E.; Welfens, P.J.J.; Xiong, T.:** COVID-19 Infections and Fatalities Developments: Empirical Evidence for OECD Countries and Newly Industrialized Economies, September 2020
- No. 279 **Welfens, P.J.J.:** Product Innovations, Process Innovations and Foreign Direct Investment: New Theoretical Aspects and Empirical Findings, December 2020
- No. 280 **Zander, T.:** Does corruption matter for FDI flows in the OECD? A gravity analysis, October 2020
- No. 281 **Celebi, K.; Welfens, P.J.J.:** The Economic Impact of Trump: Conclusions from an Impact Evaluation Analysis, October 2020
- No. 283 **Welfens, P.J.J.:** Optimal Inward Foreign Direct Investment Share within an International M&A Setting, November 2020
- No. 285 **Hanrahan, D.:** Tax Challenges of the Digitalized Economy, December 14<sup>th</sup> 2020
- No. 286 **Welfens, P.J.J.:** Corona-Impfpolitik-Perspektiven: Grundlagen, Probleme und Strategieoptionen, December 19<sup>th</sup> 2020 (Vorabversion)
- No. 287 **Welfens, P.J.J.; Wilke, A.:** Urban Wind Energy Production in European Cities: New Opportunities, December 21<sup>st</sup> 2020
- No. 288 **Welfens, P.J.J.:** The Background of Trumpism and its Main Economic Effects, December 30<sup>th</sup> 2020
- No. 289 **Gries, T.; Welfens, P.J.J.:** Testing as an Approach to Control the Corona Epidemic Dynamics and Avoid Lockdowns, January 11<sup>th</sup> 2021

No. 290 **Gries, T.; Welfens, P.J.J.:** Testen als Ansatz zur Kontrolle der Corona-Epidemie und zur Vermeidung von Lockdowns, January 11<sup>th</sup> 2021

## **Weitere Beiträge von Interesse:**

### **Titels of related interest:**

- Paul J.J. Welfens** (2019), Klimaschutzpolitik - Das Ende der Komfortzone: Neue wirtschaftliche und internationale Perspektiven zur Klimadebatte, Springer Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (2019), The Global Trump - Structural US Populism and Economic Conflicts with Europe and Asia, Palgrave Macmillan London
- Paul J.J. Welfens** (2018), Brexit aus Versehen: Europäische Union zwischen Desintegration und neuer EU, 2.A, Springer Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Samir Kadiric** (2018), Bankenaufsicht, Unkonventionelle Geldpolitik und Bankenregulierung, DeGruyter Oldenbourg
- Paul J.J. Welfens** (2017), An Accidental BREXIT: New EU and Transatlantic Economic Perspectives, Palgrave Macmillan London
- Paul J.J. Welfens** (2017), Macro Innovation Dynamics and the Golden Age, New Insights into Schumpeterian Dynamics, Inequality and Economic Growth, Springer Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (Nov. 2016), Brexit aus Versehen: Europäische Union zwischen Desintegration und neuer EU, Springer Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Jens K. Perret; Tony Irawan; Evgeniya Yushkova** (2015), Towards Global Sustainability, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; A. Korus; T. Irawan** (2014), Transatlantisches Handels- und Investitionsabkommen: Handels-, Wachstums- und industrielle Beschäftigungsdynamik in Deutschland, den USA und Europa, Lucius & Lucius Stuttgart
- Paul J.J. Welfens** (2013), Grundlagen der Wirtschaftspolitik, 5. Auflage, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (2013), Social Security and Economic Globalization, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (2012), Clusters in Automotive and Information & Communication Technology, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (2011), Innovations in Macroeconomics, 3<sup>rd</sup> revised and enlarged edition, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (2011), Zukunftsfähige Wirtschaftspolitik für Deutschland und Europa, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Cillian Ryan, eds.** (2011), Financial Market Integration and Growth, Springer Berlin Heidelberg
- Raimund Bleischwitz; Paul J.J. Welfens; Zhong Xiang Zhang** (2011), International Economics of Resource Efficiency, Physica-Verlag Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; John T. Addison** (2009), Innovation, Employment and Growth Policy Issues in the EU and the US, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Suthiphand Chirathivat; Franz Knipping** (2009), EU – ASEAN, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens; Ellen Walther-Klaus** (2008), Digital Excellence, Springer Berlin Heidelberg

**Huub Meijers; Bernhard Dachs; Paul J.J. Welfens** (2008), Internationalisation of European ICT Activities, Springer Berlin Heidelberg

**Richard Tilly; Paul J.J. Welfens; Michael Heise** (2007), 50 Years of EU Economic Dynamics, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens; Mathias Weske** (2007), Digital Economic Dynamics, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens; Franz Knipping; Suthiphand Chirathivat** (2006), Integration in Asia and Europe, Springer Berlin Heidelberg

**Edward M. Graham; Nina Oding; Paul J.J. Welfens** (2005), Internationalization and Economic Policy Reforms in Transition Countries, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens; Anna Wziatek-Kubiak** (2005), Structural Change and Exchange Rate Dynamics, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens; Peter Zoche; Andre Jungmittag; Bernd Beckert; Martina Joisten** (2005), Internetwirtschaft 2010, Physica-Verlag Heidelberg

**Evgeny Gavrilenkov; Paul J.J. Welfens; Ralf Wiegert** (2004), Economic Opening Up and Growth in Russia, Springer Berlin Heidelberg

**John T. Addison; Paul J.J. Welfens** (2003), Labor Markets and Social Security, Springer Berlin Heidelberg

**Timothy Lane; Nina Oding; Paul J.J. Welfens** (2003), Real and Financial Economic Dynamics in Russia and Eastern Europe, Springer Berlin Heidelberg

**Claude E. Barfield; Günter S. Heiduk; Paul J.J. Welfens** (2003), Internet, Economic Growth and Globalization, Springer Berlin Heidelberg

**Thomas Gries; Andre Jungmittag; Paul J.J. Welfens** (2003), Neue Wachstums- und Innovationspolitik in Deutschland und Europa, Physica-Verlag Heidelberg

**Hermann-Josef Bunte; Paul J.J. Welfens** (2002), Wettbewerbsdynamik und Marktabgrenzung auf Telekommunikationsmärkten, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens; Ralf Wiegert** (2002), Transformationskrise und neue Wirtschaftsreformen in Russland, Physica-Verlag Heidelberg

**Paul J.J. Welfens; Andre Jungmittag** (2002), Internet, Telekomliberalisierung und Wirtschaftswachstum, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens** (2002), Interneteconomics.net, Springer Berlin Heidelberg

**David B. Audretsch; Paul J.J. Welfens** (2002), The New Economy and Economic Growth in Europe and the US, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens** (2001), European Monetary Union and Exchange Rate Dynamics, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens** (2001), Internationalization of the Economy and Environmental Policy Options, Springer Berlin Heidelberg

- Paul J.J. Welfens** (2001), *Stabilizing and Integrating the Balkans*, Springer Berlin Heidelberg
- Richard Tilly; Paul J.J. Welfens** (2000), *Economic Globalization, International Organizations and Crisis Management*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Evgeny Gavrilenkov** (2000), *Restructuring, Stabilizing and Modernizing the New Russia*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Klaus Gloede; Hans Gerhard Strohe; Dieter Wagner** (1999), *Systemtransformation in Deutschland und Rußland*, Physica-Verlag Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Cornelius Graack** (1999), *Technologieorientierte Unternehmensgründungen und Mittelstandspolitik in Europa*, Physica-Verlag Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; George Yarrow; Ruslan Grinberg; Cornelius Graack** (1999), *Towards Competition in Network Industries*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (1999), *Globalization of the Economy, Unemployment and Innovation*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (1999), *EU Eastern Enlargement and the Russian Transformation Crisis*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; S. Jungbluth; H. Meyer; John T. Addison; David B. Audretsch; Thomas Gries; Hariolf Grupp** (1999), *Globalization, Economic Growth and Innovation Dynamics*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; David B. Audretsch; John T. Addison; Hariolf Grupp** (1998), *Technological Competition, Employment and Innovation Policies in OECD Countries*, Springer Berlin Heidelberg
- John T. Addison; Paul J.J. Welfens** (1998), *Labor Markets and Social Security*, Springer Berlin Heidelberg
- Axel Börsch-Supan; Jürgen von Hagen; Paul J.J. Welfens** (1997), *Wirtschaftspolitik und Weltwirtschaft*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; George Yarrow** (1997), *Telecommunications and Energy in Systemic Transformation*, Springer Berlin Heidelberg
- Jürgen v. Hagen; Paul J.J. Welfens; Axel Börsch-Supan** (1997), *Springers Handbuch der Volkswirtschaftslehre 2*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Holger C. Wolf** (1997), *Banking, International Capital Flows and Growth in Europe*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (1997), *European Monetary Union*, Springer Berlin Heidelberg
- Richard Tilly; Paul J.J. Welfens** (1996), *European Economic Integration as a Challenge to Industry and Government*, Springer Berlin Heidelberg
- Jürgen v. Hagen; Axel Börsch-Supan; Paul J.J. Welfens** (1996), *Springers Handbuch der Volkswirtschaftslehre 1*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (1996), *Economic Aspects of German Unification*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens; Cornelius Graack** (1996), *Telekommunikationswirtschaft*, Springer Berlin Heidelberg
- Paul J.J. Welfens** (1996), *European Monetary Integration*, Springer Berlin Heidelberg

**Michael W. Klein; Paul J.J. Welfens** (1992), *Multinationals in the New Europe and Global Trade*, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens** (1992), *Economic Aspects of German Unification*, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens** (1992), *Market-oriented Systemic Transformations in Eastern Europe*, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens** (1990), *Internationalisierung von Wirtschaft und Wirtschaftspolitik*, Springer Berlin Heidelberg

**Paul J.J. Welfens; Leszek Balcerowicz** (1988), *Innovationsdynamik im Systemvergleich*, Physica-Verlag Heidelberg