

Präv Gesundheitsf
<https://doi.org/10.1007/s11553-020-00775-z>
 Eingegangen: 25. März 2020
 Angenommen: 26. März 2020

© Springer-Verlag GmbH Germany, part of
 Springer Nature 2020



Josef Weigl

Gesundheitsamt Plön, Schleswig-Holstein, Plön, Deutschland

Herausforderungen in der Seuchenkontrolle und der jetzigen Pandemie durch verzerrte Verteilungen

Einleitung

Die derzeitige Pandemie mit dem SARS-Coronavirus-2 illustriert, wie schwer es sein kann, einen Ausbruch zu begrenzen. Deutschland befindet sich soeben am Beginn der Phase 3 – „mitigation“ – mit rasch zunehmender „community transmission“. Neben der Schlagkraft der einzelnen Gesundheitssysteme und insbesondere ihrer medizinischen Exekutive, sprich Gesundheitsämter und Öffentliches Gesundheitswesen [19], spielen die Zeitfenster von mehreren Erregerereigenschaften hier eine Schlüsselrolle. Viele Verteilungen dieser Erregerereigenschaften sind aber nicht normal verteilt, sondern verzerrt; meist nach rechts oder stark nach rechts. Für die Inkubationszeit ist das mindestens seit der Nachkriegszeit bekannt [17], für andere Parameter spätestens durch die grundlegenden Schriften, vor allem der London School of Hygiene and Tropical Medicine, Paul Fine [8], und des Imperial College, London, Roy Anderson und Mitarbeiter. In Deutschland war seiner Zeit Prof. Klaus Dietz (2008 emeritiert), vormals Direktor des Instituts für medizinische Biometrie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, einer der Vorreiter moderner und differenzierter Grundkonzepte der Infektionsepidemiologie.

Ich möchte diese Arbeit den Eltern unserer jungen, in der Pandemie so mutigen, kroatischen Ärztin widmen, deren Haus im Epizentrum des soeben stattgehabten Erdbebens in der Nähe von Zagreb schwer beschädigt wurde. Leider kommen die Plagen nicht alleine, wie diese weitere Hiobsbotschaft zeigt.

In dieser Arbeit soll dargelegt werden, wie diese verzerrten Verteilungen zu offenen Flanken in der Seuchenkontrolle, dem Infektionsschutz und dem Patientenmanagement führen und wie damit umzugehen ist.

Methoden

Mittels Analyse der zentralen Parameter der Seuchenkontrolle, insbesondere der Kontrollmaßnahmen und des Patientenmanagements, werden die Folgen im Zusammenhang mit dem derzeitigen pandemischen Ausbruch des SARS-CoV-2 untersucht. Aus der Analyse ergeben sich die Größe der offenen Flanken für die derzeitigen und noch anstehenden Maßnahmen und die Konsequenzen für Handlungsoptionen. Bei noch limitierter Datenlage zum derzeitigen Geschehen werden zusätzlich Analysen aus dem SARS-Ausbruch 2002/2003 und grundsätzliche Arbeiten aus der Infektionsepidemiologie herangezogen. Die Grundparameter R_0 und T_g , der Basisreproduktionskoeffizient und die Generationszeit bzw. das Serienintervall, sind über die Infektionserreger insgesamt ebenso rechts verzerrt. Das R_0 reicht von pandemischen Influenzaerregern wie dem H1N1pdm2009 mit 1,6 bis hin zu Masern mit bis zu 18 [9]. Ebenso kann die T_g von 3 Tagen für Influenza bis zu 50 Tagen bei der Hepatitis A reichen [3]. Da die R_0 und die T_g aber für einen gegebenen Erreger sehr viel enger gefasst sind und meist nur durch die jeweilig verfügbare Datenbasis und/oder der Methodik zur Berechnung von R_0 und T_g voneinander abweichen

mit meist engem Konfidenzintervall, sollen R_0 und T_g hier nicht weiter betrachtet werden, sondern nur die Parameter (und deren Streuung), die unmittelbar für die Interventionsmaßnahmen maßgeblich sind.

Ergebnis

Alle entscheidenden Parameter sind Zeitvariablen (■ Tab. 1). Der Set-point in der Betrachtung ist grundsätzlich der Zeitpunkt der Ansteckung bzw. der Übertragung.

Präpatenzzeit (PPZ)

Die sogenannte Präpatenzzeit ist aus der Parasitologie entlehnt und bedeutet den Zeitraum zwischen Beginn der Virusausscheidung und dem Beginn der Symptome, nach dem Autor die sogenannte PPZ1, die theoretische PPZ [11, 20]. Für Interventionsmaßnahmen ist aber eher die nach dem Autor sogenannte PPZ2, die effektive PPZ, der Zeitraum zwischen Beginn der Erregerausscheidung und der Intervention, sprich Isolation (oder Behandlung), maßgeblich. Der Wirkungsgrad der Isolation (ϵ) kann maximal 100 % betragen, wenn der Patient vor dem Einsetzen der Erregerausscheidung bereits abgesondert, bzw. isoliert wird [10].

Die PPZ ist die einzige Variable, die in dieser Betrachtung links verzerrt ist, denn die Virusausscheidung wird umso wahrscheinlicher, je näher das Ende der Inkubationszeit kommt. Die PPZ wird vermutlich umso länger, je länger

Tab. 1 Übersicht über die zentralen Parameter der Seuchenkontrolle und des Patientenmanagements bei SARS-CoV-2/COVID-19

Verzerrter Parameter	Verzerrungsrichtung	Auswirkungen auf	Konsequenzen für Infektionsschutz & Management	Risiko & Risikoreduktion
Präpatenzzeit (PPZ)	Links	θ, ϵ	Je länger die PPZ, umso größer θ	Scheitern der Eindämmung
Inkubationszeit (IZ)	Rechts	Quarantäne Dauer	Falls zu eng festgelegt → Escape Belastung für die Bevölkerung	Scheitern der Eindämmung Compliance der Bevölkerung
Ausscheidungs-dauer (VA)	Rechts	Isolierung Dauer	VA zu kurz bemessen → Übertragungen Negativtestung als De-Isolierungs-voraussetzung	Scheitern der Eindämmung/Mitigation Fokussierung und Risikoreduktion durch Brisanzgrad
Zeit bis Krankenhauseinweisung (time to admission)	Rechts	Übertragung auf Angehörige Klinischer Zustand	Quarantäne der Angehörigen Überwachen des Patienten durch Hausarzt	Compliance in Quarantäne und Fürsorge/Monitorierung Arbeitslast und Kapazitäten in den Krankenhäusern; Komplikationsraten

θ die Fraktion der Angesteckten vor Beginn der Symptome beim Ansteckenden/Überträger, ϵ die Wirksamkeit der Isolationsmaßnahmen

die Inkubationszeit im Einzelfall dauert. Wie gesagt, die Betrachtung hier ist auf das SARS-CoV-2 abgestellt. SARS-CoV-1 und andere Erreger können davon sehr wohl abweichen. Die maximale Ausprägung der PPZ ist ein völlig asymptomatischer Ausscheider, der dann zu sogenannten Superspandereignissen führen kann. Aber auch oligosymptomatische Patienten, die von der Infektion wenig bis gar nicht beeinflusst werden, können den selben Effekt haben, und das insbesondere in einer Jahreszeit, in der andere akute respiratorische Infektionen (ARI) durch eine Vielzahl von ARI-Erregern hoch prävalent sind, wie eben in der Winter- und Frühjahrssaison [21]. Beide Ausprägungen, asymptomatische und oligosymptomatische, unterlaufen die PPZ2 und die möglichen Interventionsmaßnahmen. Der Prozentsatz an Infizierten in der PPZ bezeichnet der Parameter θ [10]. Unter den artifizialen Bedingungen eines Kreuzfahrtschiffes, der Diamond Princess, betrug der Anteil Asymptomatischer 17,9%, wie soeben publiziert wurde [14]. Wie viele davon in der PPZ anderer Mitreisender angesteckt wurden und wie groß θ ist, ist aber noch unklar. Zusammen mit $\theta \times R_0$ führt das sehr leicht zu einem Wert über 1 und somit der Verbreitung des Virus [10, 18]. Die Phänomene in Italien könnten aber Indiz für ein sehr viel höheres θ sein. Die Größe von θ ist umgekehrt proportional zu ϵ .

Inkubationszeit (IZ)

Die IZ ist rechts verzerrt. Die Obergrenze des 95%-Konfidenzintervall der medianen IZ bei SARS-CoV-2 beträgt 5,8 Tage [13]. Die IZ(14d), die IZ von 14 Tagen, gilt als die derzeit für Interventionsmaßnahmen festgelegte IZ. Bei der Festlegung auf 14 Tage verbleibt ein Restrisiko von 1% durch eine längere IZ von bis zu ca. 28 Tagen. Die kumulative Kurve für die IZ hat einen klassischen S-förmigen Verlauf (log-normal). Die Festlegung der IZ hat aber direkte Auswirkungen auf die Dauer der anzuordnenden Quarantäne. Falls die IZ zu eng gefasst wird, kommt es zu einem Escape in direkten prozentualen Ausmaß und dadurch zu einem sukzessiven Scheitern der Eindämmungsbemühungen. Umgekehrt kommt es durch die Dauer der Quarantäne zur Belastung für das Individuum bzw. die Bevölkerung. Die Belastung wäre bei einer Festlegung auf die maximal beobachtete IZ noch viel höher, bis hin zur Unzumutbarkeit. Die kumulative Verteilungsfunktion der IZ, wie soeben von Lauer et al. [13] publiziert, ist äußerst hilfreich für differenziertere Betrachtungen.

Virusausscheidung (VA)

Die VA ist ebenfalls rechtsverzerrt und hat von allen Parametern die verzerrteste Verteilung, denn eine VA von bis zu über 50 Tagen aus den Atemwegen und noch länger über den Gastrointestinaltrakt, sprich Stuhl, ist möglich [6]. Dies hat unmittelbar Auswirkungen auf

die Länge der anzuordnenden Isolationsmaßnahmen. Hier wird ganz sicher eine Differenzierung in Sachen Tätigkeit und Tätigkeitsort notwendig werden, solange das aus den Atemwegen ausgeschiedene Virus aktiv bzw. potent ist. Hier sind praktikable Lösungen in Anbetracht der hohen Infektionsrate zu finden. Andererseits muss aber in diese Erwägung miteinbezogen werden, wieviel Aufwand damit verbunden ist, einmal Infizierte wieder zu de-isolieren in Anbetracht der verzerrten Verteilung. Die Negativtestung wird in der Häufigkeit durch die Labortestkapazitäten limitiert, sodass auch hier Kompromisse mit dem Fortgang der Pandemie gefunden werden müssen.

Fallmanagement – Zeit bis zur Krankenhausaufnahme

Die erste Woche nach Symptombeginn wird bisher als die Ruhe vor einer möglichen Verschlechterung bzw. Komplikationen betrachtet. Wenn am Ende der ersten Woche keine Zunahme der Symptome beobachtet wird, sollte das ein positiver Prädiktor für einen blanderer Verlauf sein. Umgekehrt gilt es, in der zweiten Krankheitswoche besonders aufmerksam zu sein. Danach beginnt die Phase möglicher Spätkomplikationen wie Zweitinfektionen durch Aufblammen früher akquirierter, bakterieller Erreger oder bezüglich eines insuffizienten Impfstatus wie zum Beispiel gegen Pneumokokken. Somit ist auch die Zeit bis zur Klinikaufnahme rechts verzerrt.

Diskussion

Die Zeit ist grundsätzlich der härteste Parameter der Medizin und der Infektionsepidemiologie im Besonderen, ob die Zeit bis zu einer Intervention, die Zeit bis zum Erkennen einer Symptomatik und Beginn einer Therapie oder die Zeit in Form von Alter, Gestationsalter und Zeit im Krankenhaus oder Zeit seit der Entlassung. Die Zeit ist linear und unidirektional und deshalb ein so harter und gewichtiger Parameter.

Wie gesagt, die Betrachtung hier ist auf das SARS-CoV-2 abgestellt. Die PPZ von SARS-CoV-1 und anderer Erreger können von SARS-CoV-2 sehr wohl abweichen. Gerade das war ja die Chance bei SARS 2003, alleinig mit nicht-pharmazeutischen Interventionen (NPI) den Ausbruch zum Erliegen zu bringen. SARS-CoV-1 und SARS-CoV-2 unterscheiden sich hier sehr deutlich voneinander, so dass diesbezüglich der Name ungünstig erscheint, denn epidemiologisch verhalten sich beide Viren sehr unterschiedlich voneinander. Genau dieser Punkt ließ mich persönlich aber von Anfang an an niedrigen Werten für R_0 bei SARS-CoV-2 zweifeln, denn wie soll so ein potentes Virus in Sachen Übertragung ein niedrigeres R_0 haben als das vor einer stationären Aufnahme nur schwer übertragbare SARS-CoV-1? Dann bliebe als Begründung alleine die Verzerrung von R_0 durch die stattgehabten Superspreadingereignisse bei SARS 2003 wie das sogenannte Amoy Garden Event [15].

Die Festlegung der IZ ist eine Optimierung zwischen Restrisiko oder Escape und der mit der Quarantäne in Zeit und Personenzahl verbundenen Belastung. Die Belastung der Bevölkerung in materiellen [4] und psychischen Belangen [2] ist nicht unerheblich, auch wenn jeder bei einer Pandemie einen „Preis“ zu zahlen hat [12]. Im Vergleich zu Ebola mit einer Standard IZ von 21d liegt die IZ bei SARS-CoV-2 deutlich günstiger und in der Größenordnung der Pocken mit ebenfalls 14 Tagen. Für die Phase 1 (und 2) der Pandemie muss man an der IZ(14d) und damit an der 14-tägigen Quarantäne festhalten. Spätestens aber in der Phase 3 „mitigation“ mit

Präv Gesundheitsf <https://doi.org/10.1007/s11553-020-00775-z>
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020

J. Weigl

Herausforderungen in der Seuchenkontrolle und der jetzigen Pandemie durch verzerrte Verteilungen

Zusammenfassung

Hintergrund. In Deutschland beginnt soeben die Phase 3 – „mitigation“ – der Pandemie durch das SARS-Coronavirus-2. Verzerrte Verteilungen einschlägiger Infektionsparameter und Parameter der Patientenversorgung sind eine Herausforderung, sowohl für die Eindämmung des Geschehens als auch, um das System funktionsstüchtig zu halten.

Methode. Die verzerrten Parameter – Präpatenzzeit (PPZ), Inkubationszeit (IZ), Dauer der Virusausscheidung (VA) und Dauer bis zur Hospitalisierung – werden in ihrer Bedeutung und bezüglich Gegenmaßnahmen analysiert und beurteilt.

Ergebnisse. Bei den verzerrten Verteilungen handelt es sich ausschließlich um Zeitvariablen. Sie sind ein Handicap für die Seuchenkontrolle bzw. das Management des Patienten. Die Optimierung zwischen der Verkleinerung der residualen, offenen Flanken und dem Aufwand, diese zu schließen, ist schwierig. Die Stakeholder dabei sind die Gesundheitsämter, die Labore, die Versorgungsstrukturen und schließlich

die Bürger, durch die Zumutungen durch nicht-pharmazeutische Interventionen einschließlich Quarantäne und Isolation. Die Quarantänedauer und die Dauer einer Isolierung sollten für medizinisches Personal und Mitarbeiter in der kritischen Infrastruktur mittels (Re-) Testung dringend verkürzt werden. Kalkulierte Restrisiken müssen in einer Phase 3 einer Pandemie eingegangen werden, um das System am Laufen zu halten. **Schlussfolgerungen.** Die verzerrten Verteilungen sind eine besondere Herausforderung für den Infektionsschutz. Im Falle der Quarantänedauer und dem Zeitpunkt einer De-Isolierung sollten sie in der Phase 3 der Pandemie differenziert, je nach Betroffenen, betrachtet werden. Kumulative Verteilungsfunktionen sind dafür sehr hilfreich.

Schlüsselwörter

Fallmanagement · Hospitalisierung · Inkubationszeit · Präpatenzzeit · Verteilungsfunktion · Virusausscheidung

Challenges in infectious disease control and the current pandemic by skewed distributions

Abstract

Background. The pandemic phase 3—mitigation—by the SARS-Coronavirus-2 is currently taking on speed in Germany. Skewed distributions of key epidemiological parameters of the virus and patient care are a challenge for the control of the outbreak as well as keeping the system functional.

Methods. The skewed parameters—prepatency period, incubation period, duration of viral shedding and time to admission to hospital—are analyzed in regard to their impact and possible countermeasures.

Results. The skewed distributions are exclusively time related variables. They are a handicap for outbreak control as well patient management. Optimization between residual open flanks and the efforts to close them is difficult. The main stakeholders are the local health departments, the diagnostic laboratories, the health care infrastructure and finally the citizens in regard

to the burden due to non-pharmaceutical interventions including quarantine and isolation. The duration of quarantine and isolation should urgently be shortened for health care workers (HCW) as well as people in critical infrastructure by ready (re-) testing. Calculated risks have to be taken within a phase 3 of a pandemic to keep a system going.

Conclusions. The skewed distributions are a special challenge for infectious disease control. In the case of ending quarantine and isolation in phase 3 of the pandemic, they should be judged specifically in regard to the client/patient. Cumulative distribution functions are very helpful in this regard.

Keywords

Case management · Distribution function · Hospitalization · Incubation period · Prepatency period · Viral shedding

zunehmenden Infektionen bei Krankenhausbediensteten (HCW) und Mitarbeitern in den sogenannten kritischen Infrastrukturen (KRITIS) muss der Sachverhalt differenzierter betrachtet werden. Dazu gehören auch die Verwaltung, Politik, medizinisches Personal (HCW) und Sicherheitskräfte. HCW in Quarantäne nach Rückreise aus Risikogebieten oder bei ungeschütztem Kontakt zu einem bestätigten Fall sollten bereits nach 8–10 Tagen nachgetestet werden und bei negativem Test wieder zur Tätigkeit zugelassen werden. Die Risikoabschätzung anhand der kumulativen Verteilungsfunktion von Lauer et al. [13] ist für dieses pragmatische Vorgehen die epidemiologische Grundlage. Mit einem Test am Tag 8–10 nach dem letzten Kontakt schaut man mindestens 24–48 h in die Zukunft, denn über die PPZ im Falle eines positiven Testergebnisses ließe sich das Ende der IZ vorwegnehmen. Im Umkehrschluss könnte man damit bei einem negativen Test am Tag 8–10 auf Tag 10–12 extrapolieren und damit das Restrisiko entsprechend der kumulativen Verteilungsfunktion auf ca. 5 bis 2 % (Risiko von 1:20 bis 1:50) begrenzen, im Vergleich zu einem Restrisiko von 1 % (1:100) bei einem Festhalten an den 14 Tagen. Wäre die epidemiologische Lage und die verfügbare Manpower in dem betreffenden Krankenhaus noch etwas günstiger und das Restrisiko von 1:20 (5 %) zu hoch, dann dürften diese Überlegungen erst ab Tag 9 nach dem letzten Kontakt angestellt werden, mit einer Extrapolation auf Tag 11 und damit einem Restrisiko von ca. 2,5 % (1:40), also einer Halbierung im Vergleich zu Tag 8.

In unserem Gesundheitsamt haben wir dazu eigens einen neuen Parameter, den sogenannten Brisanzgrad, eingeführt. Dieser bedeutet, welche Tätigkeit eine Person in Quarantäne oder Isolation ausübt und welche Risiken für andere damit direkt (medizinisches und Pflege-/Personal) und indirekt (KRITIS Personal) verbunden sind. Der Brisanzgrad wird in unseren Monitorsystemen erfasst. Bei Grad 3, dem höchsten Grad, werden genau diese differentiellen Betrachtungen inklusive Nachttestung angestellt. Grad 1 – ohne weitere Maßnahmen und Vorgehen wie vom RKI empfohlen [16],

Grad 2 liegt dazwischen und wird vor Ende der Quarantäne nochmals überprüft, je nach Anzahl der potenziell Betroffenen und der verfügbaren Laborkapazität.

Die jüngste Maßgabe durch das RKI für eine De-isolierung nach 14 Tage ohne Testung muss differenzierter betrachtet werden [16]. Auch für die De-Isolierung findet der Brisanzgrad in unserem Amt Anwendung und HCW bzw. KRITIS Mitarbeiter müssen negativ getestet werden. HCW/KRITIS Mitarbeiter sollten bereits nach 8–10 Tagen nachgetestet werden. Die Negativtestung hat hier den klaren Auftrag, Zeit zu gewinnen und HCW/KRITIS Mitarbeiter möglichst schnell, und dann immun, wieder in die Strukturen einzugliedern. Die Manpower, insbesondere für Intensiv- und Dialysestationen, ist ein zentrales Thema. Ob ein einmal erhobener negativer Befund in 24 h nochmals bestätigt werden soll oder kann, wird sich bei Massenproblemen gegebenenfalls ändern müssen.

Anderson et al. [1, 5] beschrieben für SARS 2003 in Sachen Schnelligkeit bei Krankenhauseinweisung eine deutliche Lernkurve über die Zeit des Ausbruchs. Allerdings ist das Lernen hier bei SARS-CoV-2/COVID-19 das eine, die Krankenhaus- bzw. Bettenkapazität das andere. Um die Ressourcen in Anbetracht der Anflutungsgeschwindigkeit nicht über zu strapazieren, ist es wichtig, den Patienten solange wie möglich im häuslichen Umfeld bzw. in seiner Einrichtung zu halten. Den niedergelassenen Ärzten kommt dabei eine Schlüsselfunktion zu [18]. Wie man in Anbetracht der hohen zu erwartenden Fallzahlen das Monitoring der Fälle außerhalb der Klinik machen will, ist soeben in Diskussion. Zu warnen ist aber jetzt schon vor neu zu etablierenden Systemen und Techniken, die in einer Krise meist nicht funktionieren und deshalb scheitern. Besser wäre es, sich auf das klassische, ärztliche Vorgehen zusammen mit den Angehörigen bzw. den vor Ort tätigen Helfern zu konzentrieren. Diese zu instruieren, auf was es ankommt, wie zum Beispiel die Atemfrequenz oder mehrfach täglich eine kurzzeitige Messung der Sauerstoffsättigung, um gegebenenfalls den Arzt zu rufen, ist sicher zielführender und auch ohne Steuerungsmechanismen machbar. Auf die autonome

Handlungsfähigkeit sollte geachtet werden. Alles andere ist bei Massenproblemen bei gleichzeitiger Vulnerabilität der Ausführenden bzw. der Überwachenden durch Infektion und Krankheit viel zu anfällig.

Das Beispiel der Maßnahmen gegen die Pocken, die schließlich zu deren Eradikation führten, zeigt wieder einmal, wie die hier diskutierten Parameter im Falle der Pocken [7] und wie oben bereits beschrieben auch bei SARS 2003, besonders günstig waren, da die nicht-pharmazeutischen Interventionen (NPI) effizient eingesetzt werden konnten. Bei Pocken gibt es keine PPZ, die IZ ist eng begrenzt auf 12–14 Tage und damit die Tg lange, der Manifestationsindex 100 %, das heißt keine inapparent Infizierten oder Überträger und damit kein Escape, leichte Erkennbarkeit (Pockenpusteln) und Spezifität der Symptome, kein Reservoir, weder bei Tieren noch in der Umwelt usw. Alles beste Voraussetzungen, damit NPI hochwirksam sein konnten. Das ist auch der Grund, warum die Pocken-Eradikation überhaupt möglich war. Nur diese günstigen Voraussetzungen waren für die Pocken so einmalig, dass es sie höchstwahrscheinlich kein zweites Mal in dieser Kombination geben wird, auch nicht bei SARS-CoV-2/COVID-19.

Für SARS-CoV-2 wird für die Immunisierung der Bevölkerung durch das Virus selbst ein „Preis“ zu zahlen sein, vor allem in Anbetracht der Tatsache, dass der Medizin und dem Öffentlichen Gesundheitswesen zurzeit nur „mitigation“-Möglichkeiten inklusive der „Mitigation“ im klinischen Verlauf durch medizinische und intensivmedizinische Maßnahmen und dem Abfangen von Komplikationen zur Verfügung stehen.

Schlussfolgerungen

Die verzerrten Verteilungen sind eine besondere Herausforderung für den Infektionsschutz und die Seuchenkontrolle, insbesondere wenn diese alleinig auf NPI angewiesen sind. Im Falle der Quarantänedauer und dem Zeitpunkt einer De-Isolierung sollten sie differenziert, je nach Betroffenen und abhängig von der Pandemiephase, betrachtet werden. Kumulative Verteilungsfunktionen sind da-

für sehr hilfreich. Die Quarantänedauer und die Dauer einer Isolierung sollten für HCW und Mitarbeiter in KRITIS mittels einer Re-Testung dringend verkürzt werden. Kalkulierte Restrisiken müssen in einer Phase 3 einer Pandemie eingegangen werden, um das System am Laufen zu halten.

Die diskutierten Parameter sind bei SARS-CoV-2 ungünstig, ungeachtet der Schlagkraft des jeweiligen Gesundheitssystems. Die erforderliche Schlagkraft der Gesundheitsämter, die medizinische Exekutive, als Grundvoraussetzung dafür, gegen eine Pandemie gehalten zu können, war lange angemahnt worden, fiel aber bisher auf taube Ohren.

Fazit für die Praxis

- **Verzerrte Verteilungen der Zeitvariablen – Präpatenzzeit, Inkubationszeit, Dauer der Virusausscheidung und Zeit bis zur Krankenhausaufnahme – sind ein Handicap für die Seuchenkontrolle bzw. das Management des Patienten.**
- **Die Optimierung zwischen der Reduktion der offenen Flanken und dem Aufwand, diese zu schließen, bzw. die Zumutungen für den Bürger, ist schwierig.**
- **Die Quarantänedauer und die Dauer einer Isolierung sollten für medizinisches Personal und Mitarbeiter in der sogenannten kritischen Infrastruktur mittels einer Re-Testung dringend verkürzt werden. Kalkulierte Restrisiken müssen in einer Phase 3 einer Pandemie eingegangen werden, um das System am Laufen zu halten.**

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. habil. Josef Weigl, MTropPaed, DTMH, DipEPP
Gesundheitsamt Plön, Schleswig-Holstein
Hamburgerstr. 17/18, 24306 Plön, Deutschland
josef.weigl@kreis-ploen.de

PD Dr. med. habil. Josef Weigl Der Autor ist Facharzt für Öffentliches Gesundheitswesen und Facharzt für Kinderheilkunde mit Schwerpunktbezeichnungen Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin und Zusatzbezeichnung Tropenmedizin; langjährige akademische Tätigkeit in pädiatrischer Infektiologie und Habilitation auf dem Gebiet der Infektionsepidemiologie innerhalb der Pädiatrie. Forschungen zu

Atemwegsinfektionen bei Kindern im Zusammenhang mit dem Forschungsnetzwerk pid-ari.net, ein infektionsepidemiologisches Forschungsnetzwerk gefördert vom BMBF von 1999 bis 2005 innerhalb der Netzwerkforschungsinitiative. Danach Forschung und Entwicklung von Impfstoffen in der Industrie und in der Biotechnologie inklusive pandemischer Impfstoffe. Der Autor leitet heute das Amt für Gesundheit des Kreises Plön in der Holsteinischen Schweiz.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J. Weigl gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Anderson RM, Fraser C, Ghani AC et al (2004) Epidemiology, transmission dynamics and control of SARS: the 2002–2003 epidemic. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 359:1091–1105
2. Brooks SK, Webster RK, Smith LE et al (2020) The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *Lancet* 395:912–920
3. Chin J (2000) Control of communicable diseases manual, 17. Aufl. American Public Health Association, Washington
4. DiGiovanni C, Bowen N, Ginsberg M, Giles G (2005) Quarantine stressing voluntary compliance. *Emerg Infect Dis* 11:1778–1779
5. Donnelly CA, Ghani AC, Leung GM et al (2003) Epidemiological determinants of spread of causal agent of severe acute respiratory syndrome in Hong Kong. *Lancet* 361:1761–1766
6. ECDC (2020) Discharge criteria for confirmed COVID-19 cases—When is it safe to discharge COVID-19 cases from the hospital or end home isolation? <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-Discharge-criteria.pdf>. Zugegriffen: 20. März 2020
7. Fenner F, Henderson DA, Arita I, Jezek Z, Ladnyi ID (1988) Smallpox and its eradication. WHO, Genf, S593–657
8. Fine PEM (2003) The interval between successive cases of an infectious disease. *Am J Epidemiol* 158:1039–1047
9. Fraser C, Donnelly CA, Cauchemez S et al (2009) Pandemic potential of a strain of Influenza A (H1N1): early findings. *Science* 324:1557–1561
10. Fraser C, Riley S, Anderson RM, Ferguson NM (2004) Factors that make an infectious disease outbreak controllable. *Proc Natl Acad Sci U S A* 101:6146–6151
11. Halloran ME (1998) Concepts of infectious disease epidemiology. In: Rothman KJ, Greenland S (Hrsg) *Modern epidemiology*, 2. Aufl. Lippincott-Raven, Philadelphia
12. Hollingsworth TD, Klinkenberg D, Heesterbeek H, Anderson RM (2011) Mitigation strategies for pandemic influenza A: balancing conflicting policy objectives. *PLoS Comput Biol* 7:e1001076D
13. Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, Jones FK et al (2020) The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed

cases: estimation and application. *Ann Intern Med*. <https://doi.org/10.7326/M20-0504>

14. Mizumoto K, Kagaya K, Zarebski A, Chowell G (2020) Estimating the asymptomatic proportion of coronavirus disease 2019 (COVID-19) cases on board the Diamond Princess cruise ship, Yokohama, Japan, 2020. *Euro Surveill* 25(10):2000180. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.10.2000180>
15. Riley S, Fraser C, Donnelly CA et al (2003) Transmission dynamics of the etiological agent of SARS in Hong Kong: impact of public health interventions. *Science* 300:1961–1966
16. Robert Koch-Institut (2020) COVID-19: Kriterien zur Entlassung aus dem Krankenhaus bzw. aus der häuslichen Isolierung. https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Entlassmanagement.html. Zugegriffen: 21. März 2020
17. Sartwell PE (1950) The distribution of incubation periods in infectious disease. *Am J Hyg* 51:310–318
18. Weigl J (2020) Betrachtung der Pandemie Phase 3 – „mitigation“ – vom Endpunkt Hospitalisation her. *Präv Gesundheitsf*. <https://doi.org/10.1007/s11553-020-00771-3>
19. Weigl J (2019) Masern-Elimination – die Notwendigkeit einer Public Health-Governance und einer medizinischen Exekutive. *Präv Gesundheitsf* 14:334–342
20. Weigl J (2018) Fallhäufungen von Skabies an Schulen und Einsatz von Ivermectin. *Gesundheitswesen* 80:360–364
21. Weigl JAI, Puppe W, Meyer CU et al (2007) Ten years active—year round surveillance of up to 19 respiratory pathogens in children. *Eur J Pediatr* 166:957–966