

12. November 2020

CSH Policy Brief

Vom exponentiellen Anstieg der Infektionszahlen und der Wichtigkeit genauer Daten

Der rasante Anstieg bei den Corona-Fallzahlen der vergangenen Wochen in Österreich hat deutlich gemacht, dass sich die Virusdynamik zunehmend in unregelmäßigen Schüben beschleunigt, die kurzfristig einem schneller-als-exponentiellen Wachstum gleichkommen. Der vorliegende Policy Brief erklärt die Problematik der unterschiedlichen Wachstumskurven, erklärt damit, warum es ein viel detaillierteres Verständnis des Infektionsgeschehens braucht, und dass eine massiv verbesserte Datenlage unabdingbar ist, wenn wir das Instrument der Kurzzeit-Prognose nicht verlieren wollen.

Hintergrund

Während im Sommer noch mit erhitzten Gemütern diskutiert wurde, ob der Lockdown im März komplett überzogen war oder nicht, wird die letzten Tage mit noch stärker erhitzten Gemütern diskutiert, warum wir nicht schon seit Wochen in einem neuerlichen Lockdown sind. Dabei wird häufig darauf verwiesen, dass die Infektionszahlen schon seit Ende Sommer exponentiell steigen und die derzeitige kritische Lage vorhersehbar gewesen wäre.

In diesem Policy Brief wollen wir zeigen, dass ein einfacher exponentieller Anstieg eine zu starke Vereinfachung des tatsächlichen Infektionsgeschehens darstellt und für eine Prognose nur bedingt hilfreich ist. Um Entscheidungen wie „Lockdown oder nicht?“ informiert treffen zu können, braucht es einerseits ein detailreicheres Verständnis der zugrundeliegenden Dynamik – insbesondere, warum die beobachteten Wachstumsraten so stark schwanken –, andererseits eine massiv verbesserte Datengrundlage von Fallzahlen und Kapazitäten im Gesundheitsbereich. Durch den Verlust einer soliden Datenbasis laufen wir Gefahr, die Möglichkeit der Kurzfristprognose zu verlieren.

Zinseszins-Rechnung und Infektionen

Exponentielles Wachstum liegt vor, wenn eine Größe über die Zeit hinweg mit einem fixen Prozentsatz – der exponentiellen Wachstumsrate – anwächst. Ein Beispiel für ein solches Wachstum ist das Sparbuch: Angenommen, wir legen 100 € auf ein Sparbuch zu einem fixen Zinssatz von 1 % monatlich. Nach einem Monat haben wir dann 101 € auf dem Sparbuch, nach zwei Monaten 102,01 € und so weiter.

Obwohl es sich hier um exponentielles Wachstum handelt, werden wir also durchaus nicht im Handumdrehen zu Millionären. Wie schnell die Sparbuch-Einlage uns reich macht, hängt vielmehr von der Höhe der exponentiellen Wachstumsrate ab. Das trifft auch auf die derzeitige Pandemie zu. Um zu sinnvollen Prognosen zu kommen, müssen wir die exponentielle Wachstumsrate punktgenau kennen.

Es gibt eine einfache visuelle Möglichkeit, um eine Größe auf exponentielles Wachstum zu überprüfen. Dazu trägt man die Größe, etwa die zeitlichen Zuwächse der Einlagen auf unserem Sparbuch, gegen ihren Zeitverlauf auf und skaliert die y-Achse logarithmisch statt wie gewohnt linear.

Auf einer linearen Skala bedeutet Wachstum um eine Einheit, dass sich z. B. unsere Spareinlagen in „regelmäßigen“ Schritten erhöhen. Sind es 10 € pro Einheit, steigt unser Vermögen also schrittweise von 10

auf 20 auf 30 € usw. Auf einer logarithmischen Skala bedeutet ein Wachstum um eine Einheit, dass der Zuwachs um einen Faktor 10 größer wird. Der Anstieg ist also 10, 100, 1.000 ...

Betrachten wir nun die Infektionszahlen: Abbildung 1 zeigt die täglich gemeldeten positiven Testresultate seit Sommer, logarithmisch skaliert. Ein tatsächliches exponentielles Wachstum wäre in so einer Darstellung als schnurgerade Linie erkennbar. Die tatsächliche Kurve der 7-Tages-Inzidenz (also des 7-Tage-Schnitts) ist jedoch offensichtlich keineswegs eine gerade Linie: Über Wochen hinweg gibt es starke Schwankungen, mit Wochen, in denen das Wachstum nahe bei null liegt („Plateaus“), gefolgt von sprunghaften Wachstumsschüben. Nur sehr bedingt lässt sich die tatsächliche Inzidenz in den letzten zwei Monaten durch eine Gerade annähern, die einer reinen Exponentialfunktion entsprechen würde. Details spielen im logarithmischen Maßstab eine große Rolle.

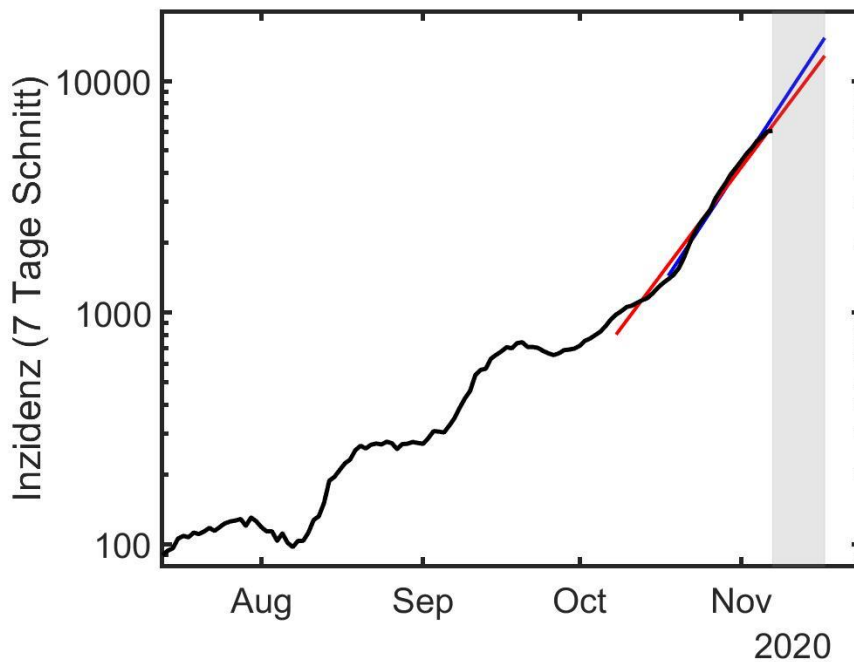


Abbildung 1: Die durchschnittliche Anzahl der über die letzten sieben Tage hinweg täglich neu gemeldeten positiven Testresultate (Inzidenz) wird hier als Zeitserie gezeigt. Die y-Achse ist logarithmisch skaliert. Ein exponentieller Anstieg zeigt sich als gerade Linie. Wir zeigen zwei Versuche, so eine gerade Linie über die Inzidenz als Ausgleichsgerade zu legen: über die letzten 20 Tage in Blau, die letzten 30 Tage in Rot. Der „Prognosezeitraum“ der nächsten 10 Tage wird grau angezeigt.

Welchem Trend sollen wir glauben?

Um die Rolle dieser Wachstumssprünge besser zu verstehen, muss man bedenken, dass wir hier eine logarithmische Skala betrachten. Verdeutlichen wir das an einem Beispiel. In Abbildung 1 zeigen wir zwei plausible gerade Linien (Ausgleichsgeraden), mit denen wir den von vor ein paar Tagen beobachteten exponentiellen Trend näherungsweise beschreiben können. Die blaue Linie zeigt die exponentielle Wachstumsrate, die über die letzten 20 Tage beobachtet wurde. Die rote Linie zeigt die Rate der letzten 30 Tage. Auf den ersten Blick zeigen beide Geraden eine halbwegs akzeptable Näherung. Welcher sollen wir nun glauben? Der Unterschied scheint nicht wirklich groß zu sein... Aber Achtung!

Wie enorm die zu erwartenden Fallzahlen von kleinen Schwankungen in der Wachstumsrate abhängen, sieht man, wenn man die rote und blaue Linie in tatsächliche Zahlen übersetzt, also zurück in eine lineare Skala, in der wir normalerweise denken. Der Unterschied in den exponentiellen Wachstumsraten zwischen Blau und Rot beträgt lediglich 1 % (7,9 % Wachstum für die blaue Linie, 6,9 % für die rote). Der Unterschied in den erwarteten

täglichen Neuinfektionen (positive Testresultate) liegt nach zehn Tagen bereits bei 2.500 Fällen, die Infektions-Gesamtzahl divergiert um mehr als 15.000 Fälle.

Schwankende Wachstumsraten

Die Wachstumsrate ist also *die* zentrale Zahl in der Exponentialfunktion. Für sinnvolle Aussagen muss sie möglichst genau bestimmt werden. In der Praxis kann das schwierig sein.

Abbildung 2 zeigt die historischen Schwankungen der Wachstumsrate in Österreich. Betrachten wir die Prozentveränderungen der Inzidenz der letzten sieben Tage, schwankten diese zwischen -10% und 25% . Die größten Sprünge in den Wachstumsraten sehen wir Mitte August, Mitte September und Ende Oktober. Durch die insgesamt niedrigen Fallzahlen bei den ersten Sprüngen im August und September wurden diese zwar registriert, aber kaum mit Forderungen nach neuerlichen Lockdowns verbunden.

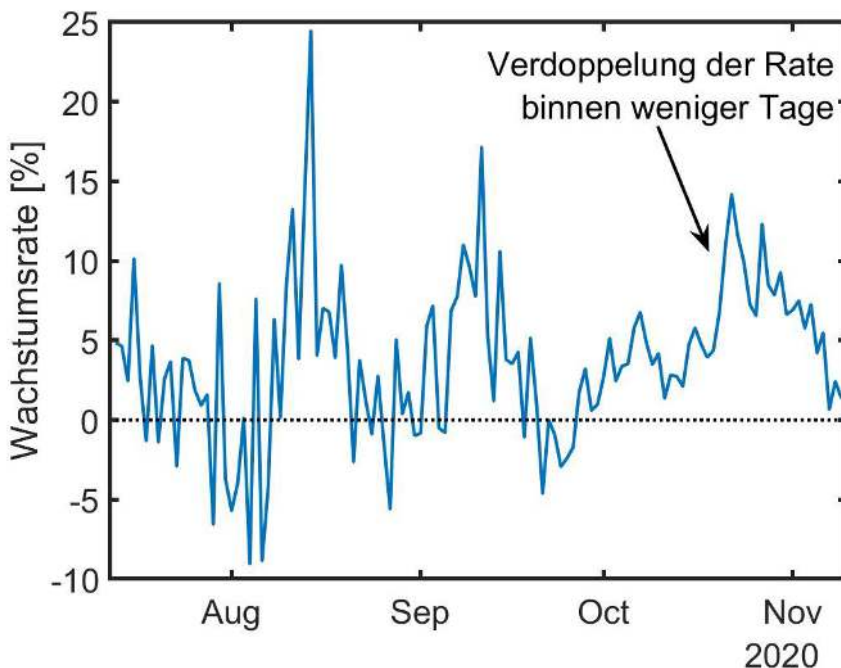


Abbildung 2: Wachstumsrate der 7-Tage-Inzidenz über die letzten 120 Tage. Die Rate schwankte zwischen -10% und $+25\%$, mit drei Ausreißern nach oben: Mitte August, Mitte September und in KW 43 (19.–25. Oktober).

Das Ganze änderte sich schlagartig in Kalenderwoche (KW) 43. Die Wachstumsrate von 19. bis 25. Oktober stieg sprunghaft von 2% auf 7% und schließlich ca. 15% . Mit den hohen Fallzahlen in KW 43 war erstmals absehbar, dass die Versorgung im intensivmedizinischen Bereich bald an ihre Kapazitätsgrenzen kommen würde. Ein neuerlicher, differenzierterer Lockdown war wieder notwendig geworden.

Wie überraschend waren diese Entwicklungen? Klar ist, dass aufgrund der Wachstumsraten Anfang und Mitte Oktober ein solcher Anstieg nicht derart schnell zu erwarten gewesen wäre, wäre die Kurve tatsächlich exponentiell verlaufen. Das tatsächliche Wachstum war jedoch schneller als exponentiell – man spricht in dem Fall von *super-exponentiell*. Die Wachstumsrate, die das exponentielle Wachstum bestimmt, nahm also selbst rapide zu.

In einem Policy Brief vom 12. Oktober haben wir Szenarien für einen mögliche Anstieg in Österreich basierend auf Beobachtungen in anderen Ländern skizziert und gezeigt, bei welchen Fallzahlen wir in Österreich an die gemeldeten Belastungsgrenzen in den Intensivstationen stoßen werden [1]. Bei den damals gemeldeten Kapazitäten wäre das grob geschätzt bei zwischen 5.000 und 8.000 Fällen pro Tag der Fall gewesen.

Bei einer Auswertung eines vergleichbaren Wachstums von knapp unter 1.000 Fällen pro Tag auf über 5.000 Fälle in anderen Regionen fanden wir stark unterschiedliche Ergebnisse. In manchen Ländern zog sich ein solches Wachstum über fast zwei Monate hin (z. B. in Israel), in anderen Gegenden dauerte es nur zwei Wochen (Madrid, Aragon).

Abbildung 2 macht klar, wieso diese Zeitspannen so unterschiedlich sein können. Die Wachstumsrate fluktuiert so stark, dass selbst mit der Einsicht, dass „das Virus exponentiell wächst“, keine genauen Vorhersagen möglich sind, da man die Wachstumsrate nicht kennt und nicht sagen kann, wie sie sich ändern wird. Die Wachstumsrate springt binnen Tagen in einen Bereich, der uns schnell von einer 2-Monats-Kurve auf eine 2-Wochen-Kurve bringen kann.

Im Nachhinein wissen wir nun leider, dass Österreich kurz nach unserer Prognose die 2-Wochen-Kurve nahm. Die massive Zunahme der Wachstumsrate rund um den 20. Oktober kann mit der etwa zeitgleichen Überlastung der Behörden in der Fallerfassung und Meldung zusammenhängen. Werden Fälle nicht mehr ausreichend erfasst oder zu spät als infektiös identifiziert, werden effektiv zu wenige Personen aus dem Infektionsgeschehen herausgenommen. Als Konsequenz steigen die Wachstumsraten – zum Teil drastisch.

Inwiefern kann man Veränderungen der Wachstumsrate modellieren?

Die Schwankungen der exponentiellen Wachstumsrate sind leider nur zu einem Teil auf Basis von Modellrechnungen zu beschreiben und damit vorherzusagen. Als Teil des COVID19-Prognose-Konsortiums des Gesundheitsministeriums betreibt der CSH ein epidemiologisches Modell, um wöchentliche Kurzfristprognosen für das Infektionsgeschehen zu veröffentlichen. Die beiden weiteren Modelle werden von Teams der TU Wien/dwh sowie der Gesundheit Österreich GmbH betrieben [2]. Alle Modelle haben gemeinsam, dass ohne Setzen von Maßnahmen (z.B. Testen-Tracen-Isolieren, Social Distancing etc.) die Infektionszahlen exponentiell wachsen, solange sie nicht durch eine einsetzende Herdenimmunität gebremst werden. Werden neue Maßnahmen gesetzt, wie der am 3. 11. in Kraft getretene Lockdown light oder die Verschärfungen vom 25. 10., verändern sich den Maßnahmen entsprechend die epidemiologischen Modellparameter (z.B. Kontaktwahrscheinlichkeiten, Dauer bis zur Isolierung von Infizierten) und damit auch die Wachstumsraten im Modell. Die Abnahme der Wachstumsrate, die wir seit Ende Oktober in Abbildung 2 beobachten, kann auf die gesetzten Maßnahmen zurückgeführt werden, die Modellparameter können mit der Maßnahmenwirksamkeit abgeglichen werden.

Warum es in KW 43 zu einem solchen Anstieg kam, ist derzeit noch nicht vollständig verstanden. Eine Rolle kommt wahrscheinlich der sogenannten Saisonalität zu. Forschungsarbeiten konnten zeigen, dass in kalten und feuchten oder sehr trockenen Umgebungen die Lebensdauer des Virus besonders hoch ist und damit auch die Chance, dass ausgeschiedene Viren zu Ansteckungen führen [3]. Bei Temperaturen nahe dem Nullpunkt und bei niedriger oder hoher Luftfeuchtigkeit dauert es zwischen zwölf Tagen und vier Monaten, bis 90 % der Viren in einer entsprechenden Umgebung abgestorben sind; bei 40°C ist das hingegen nach drei Stunden der Fall [4]. Dies lässt Schlimmeres für die kälteren Monate befürchten.

Die Unkontrollierbarkeit lokaler Ausbrüche

Wie stark saisonale Veränderungen zum enormen Anstieg der Wachstumsraten in KW 43 beigetragen haben, ist jedoch (noch) unklar. Das gibt Grund zu Besorgnis. Wir sind derzeit bereits im kritischen Bereich, was die Fallzahlen und die damit verbundenen benötigten Intensivkapazitäten anbelangt. Die momentanen Fallzahlen müssen rapide gesenkt werden – ein weiterer Schub in der Virusaktivität ist vom Gesundheitssystem nicht mehr zu verkraften.

Zuviel am Infektionsgeschehen erfolgt „unter dem Radar“. Wir gehen mittlerweile davon aus, dass asymptomatisch Infizierte genauso ansteckend sind wie symptomatische Personen [5]. Zudem sind Infizierte bereits ein bis zwei Tage vor Symptombeginn hochinfektiös [6]. Solange wir also nicht alle sozialen Kontakte

mit Personen anderer Haushalte drastisch unterbinden und alle Österreicher*innen täglich testen, bleibt immer ein nicht kontrollierbares Restrisiko für lokale Ausbrüche.

Zur Wichtigkeit der Verbesserung der Datenlage

Prognosen basieren auf Parametern, die in die entsprechenden Modelle einfließen. Diese Parameter enthalten auch die Fallzahlen der jüngsten Vergangenheit sowie daraus abgeleitete Größen. Wenn Fallzahlen nicht mehr genau und zeitnah vorliegen, wird es unmöglich, vernünftige Parameter zu ermitteln. Es müssen daher nicht nur Infektionsdynamiken modelliert werden, sondern auch die Fehler, Verzögerungen und Korrekturen in den bisher erfolgten Meldungen der Fallzahlen („Nowcasting“). Diese Verzögerungen stellen eine weitere und vermeidbare Fehlerquelle dar, vor allem, wenn sie unregelmäßig werden.

Wenn es wie derzeit zu massiven Fehl- und Nachmeldungen der Behörden (zum Teil über Tage hinweg) kommt, wird es zunehmend unmöglich, selbst das gegenwärtige Infektionsgeschehen und das der nahen Vergangenheit abzubilden, geschweige denn, zukünftige Fallzahlen zu prognostizieren. Mit der derzeit unzureichenden Datenlage auf Bundesländerebene riskiert man, das Werkzeug der Modellierung zu verlieren. Das bedeutet, dass wir dem Infektionsgeschehen quasi im Blindflug ausgesetzt sind und selbst die Möglichkeit für Kurzfristprognosen verlieren, die für die Entscheidungsfindungen in verschiedenen Institutionen des Landes verwendet werden.

Handlungsempfehlungen

Daraus ergeben sich folgende dringende Handlungsempfehlungen:

- 1) **Unmittelbare Verbesserung der gegenwärtigen Datensituation**, insbesondere der Datenerfassung, Aufbereitung und Weiterleitung zumindest der täglichen Fallzahlen und gemeldeter ICU-Kapazitäten.
- 2) **Erstellung eines effektiven nationalen digitalen Notkonzepts.**
- 3) **Festlegung eines Zielszenarios.** Gehen wir davon aus, wir schaffen es in den nächsten Wochen, die Fallzahlen drastisch zu senken – wie kommen wir dann durch den restlichen Winter? Sobald (und nicht: sofern) danach regionale Ausbrüche beobachtet werden und schärfere Maßnahmen nötig sind, sollten diese so schnell wie möglich gesetzt werden, und nicht an bürokratischen oder behördlichen Hürden zerschellen.

Niemand würde der japanischen Regierung vorwerfen, dass in Japan zu viele Erdbeben stattfinden. Erdbeben sind Naturkatastrophen, die wir nur bedingt managen können. Ein ähnliches Verständnis müssen wir auch wieder für die Corona-Pandemie gewinnen. Wir werden lokale Ausbrüche auf absehbare Zeit nicht vollständig unterbinden können. Doch wir können sinnvoll dagegen angehen. Bisherige Untersuchungen zur Wirksamkeit von Lockdowns zeigen, dass diese umso effektiver sind und umso kürzer gehalten werden können, wenn sie möglichst frühzeitig erfolgen [7].

Da sich die Virusdynamik nicht zu 100 % kontrollieren lässt, ist ein neuerlicher Ausbruch keinesfalls als politisches Versagen zu werten. Die möglichst schnell gesetzten Maßnahmen müssen in erster Linie als Prävention späterer, großflächigerer und womöglich schärferer Lockdowns verstanden und sollten nicht für politische Schuldzuweisungen instrumentalisiert werden.

CSH Wissenschaftler: Peter Klimek und Stefan Thurner, Medizinische Universität Wien

Quellen:

[1] CSH Policy Brief, wie kritisch ist die Corona-Lage in Österreich? Und welche Maßnahmen brauchen wir? Versuch einer evidenzbasierten Antwort. 12.10.2020. https://www.csh.ac.at/wp-content/uploads/2020/10/CSHPolicyBrief_Lage_in_%C3%96_Welche_Massnahmen_brauchen_wir.pdf (besucht am 11.11.2020).

[2] Martin Bicher, Martin Zuba, Lukas Rainer, Florian Bachner, Claire Rippinger, Herwig Ostermann, Nikolas Popper, Stefan Thurner, Peter Klimek, Supporting Austria through the COVID-19 Epidemics with a Forecast-Based Early Warning System. medRxiv 2020.10.18.20214767; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.10.18.20214767>

[3] Dylan H. Morris, Kwe Claude Yinda, Amandine Gamble, Fernando W. Rossine, Qishen Huang, Trenton Bushmaker, Robert J. Fischer, M. Jeremiah Matson, Neeltje van Doremalen, Peter J. Vikesland, Linsey C. Marr, Vincent J. Munster, James O. Lloyd-Smith, The effect of temperature and humidity on the stability of SARS-CoV-2 and other enveloped viruses. bioRxiv 2020.10.16.341883; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.10.16.341883>

[4] <https://tomaspueyo.medium.com/coronavirus-the-swiss-cheese-strategy-d6332b5939de> (besucht am 11.11.2020).

[5] Lea A. Nikolai, Christian G. Meyer, Peter G. Kremsner, Thirumalaisamy P. Velavan, Asymptomatic SARS Coronavirus 2 infection: Invisible yet invincible, International Journal of Infectious Diseases, Volume 100, 2020.

[6] Kieran A. Walsh, Karen Jordan, Barbara Clyne, Daniela Rohde, Linda Drummond, Paula Byrne, Susan Ahern, Paul G. Carty, Kirsty K. O'Brien, Eamon O'Murchu, Michelle O'Neill, Susan M. Smith, Máirín Ryan, Patricia Harrington, SARS-CoV-2 detection, viral load and infectivity over the course of an infection, Journal of Infection, Volume 81, Issue 3, 2020.

[7] Nils Haug, Lukas Geyrhofer, Alessandro Londei, Elma Dervic, Amélie Desvars-Larrive, Vittorio Loreto, Beate Pinior, Stefan Thurner, Peter Klimek, Ranking the effectiveness of worldwide COVID-19 government interventions. medRxiv 2020.07.06.20147199; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.07.06.20147199>.

Über den CSH

Der Complexity Science Hub Vienna wurde gegründet mit dem Ziel, Big Data zum Wohle der Gesellschaft zu nutzen. Unter anderem werden am CSH große Datensätze systematisch und strategisch so aufbereitet, dass sie in Agenten-basierten Modellen verwendet werden können. Diese Simulationen erlauben es, Auswirkungen von Entscheidungen in komplexen Situationen vorab zu testen und systematisch einzuschätzen. Damit liefert der CSH faktenbasierte Grundlagen für eine evidenzbasierte Governance.

CSH Policy Briefs enthalten gesellschaftlich relevante Aussagen, die sich aus Forschungsergebnissen des CSH ableiten lassen.