

Deutsche Medizinische Wochenschrift

Die frühe Phase der Covid-19 Pandemie in Bayern

--Manuskript-Entwurf--

Manuskriptnummer:	DMW-D-20-00080R2
Vollständiger Titel:	Die frühe Phase der Covid-19 Pandemie in Bayern
Artikeltyp:	Originalarbeit
Schlüsselwörter:	Sars-Cov2, Covid-19, Pandemie, Infektionskontrolle, Epidemiologie, nicht pharmakologische Intervention
Korrespond. Autor:	Matthias Wjst, Prof Dr Helmholtz Zentrum München München, GERMANY
Korrespondierender Autor, Zweitinformationen:	
Korrespondierender Autor, Institution:	Helmholtz Zentrum München
Korrespondierender Autor, zweite Institution:	
Erstautor:	Matthias Wjst, Prof Dr
Erstautor, Zweitinformationen:	
Reihenfolge der Autoren:	Matthias Wjst, Prof Dr
Reihenfolge 'Zweite Informationen' von Autoren:	
Zusammenfassung:	<p>Hintergrund. Der Effekt von NPIs („nicht pharmakologischen Interventionen“) bei dem Ausbruch von Epidemien ist unbestritten, sowohl bei historischen Ausbrüchen wie auch bei der aktuellen Covid-19 Pandemie. NPIs umfassen Massnahmen wie Kontaktbeschränkungen oder Hygienevorschriften, die in abgestuften Schritten der aktuellen Lage angepasst werden. Die Auswirkung von NPIs wurde allerdings bisher kaum quantitativ untersucht..</p> <p>Methoden. Aus den offiziellen Fallzahlen des Robert Koch - Institutes in Berlin sowie Presse- und Twiternachrichten wird eine Rekonstruktion der Frühphase der Covid-19 Pandemie 2020 in Bayern versucht.</p> <p>Ergebnisse. Die ersten Covid-19 Fälle in Deutschland traten bereits Ende Januar in München auf. Während die Primärfälle erfolgreich durch Isolierung und Quarantäne eingegrenzt werden konnten, stellte sich die eigentliche Frühphase der Covid-19 Pandemie ab Ende Februar in drei Phasen dar, bestehend aus den Winter/Faschingsferien, den Starkbierfesten in der Folgewoche sowie den Wahlen am 15.3. Der Notstand ab 16.3. markiert das Ende der frühen Ausbreitung. Aus der Analyse der Fallzahlen ergibt sich ein weitgehend zusammenhängendes Bild, auch wenn viele epidemiologische Parameter noch fehlen. Die Ausbreitung beginnt in den Ferien und geht danach in ein exponentielles Wachstum über. Signifikant mehr Fälle werden sowohl durch die Starkbierfeste aber auch durch die bayerische Kommunalwahl registriert jeweils im Vergleich zu Landkreisen mit der gleichen Prävalenz ohne Exposition. Bayern erreicht damit einen Spitzenplatz der Bundesländer, der sich auch durch restriktive Containment Massnahmen in den folgenden Wochen nicht mehr rückgängig machen lässt.</p> <p>Folgerung. Um wirksam zu sein, müssen NPIs frühzeitig, möglichst vor Beginn der exponentiellen Ausbreitung durchgeführt werden.</p>
Antwort an Gutachter:	siehe PDF Antwort

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Die frühe Phase der Covid-19 Pandemie in Bayern

Prof. Dr. Matthias Wjst

Institut für Lungenbiologie (iLBD)

Helmholtz Zentrum München German Research Center for Environmental Health (GmbH)

Ingolstädter Landstr. 1

85764 München-Neuherberg

Germany

Institut für Medizinische Informatik

Statistik und Epidemiologie

Lehrstuhl für Medizinische Informatik

Klinikum rechts der Isar

Grillparzerstr. 18

81675 München

Germany

Version 23.9.2020

Abstract

1
2
3
4
5 Hintergrund. Der Effekt von NPIs („nicht pharmakologischen Interventionen“) bei dem Ausbruch von
6 Epidemien ist unbestritten, sowohl bei historischen Ausbrüchen wie auch bei der aktuellen Covid-19
7 Pandemie. NPIs umfassen Massnahmen wie Kontaktbeschränkungen oder Hygienevorschriften, die in
8 abgestuften Schritten der aktuellen Lage angepasst werden. Die Auswirkung von NPIs wurde
9 allerdings bisher kaum quantitativ untersucht..

10
11
12
13
14
15 Methoden. Aus den offiziellen Fallzahlen des Robert Koch - Institutes in Berlin sowie Presse- und
16 Twitternachrichten wird eine Rekonstruktion der Frühphase der Covid-19 Pandemie 2020 in Bayern
17 versucht.
18
19
20

21
22 Ergebnisse. Die ersten Covid-19 Fälle in Deutschland traten bereits Ende Januar in München auf.
23 Während die Primärfälle erfolgreich durch Isolierung und Quarantäne eingegrenzt werden konnten,
24 stellte sich die eigentliche Frühphase der Covid-19 Pandemie ab Ende Februar in drei Phasen dar,
25 bestehend aus den Winter/Faschingsferien, den Starkbierfesten in der Folgewoche sowie den Wahlen
26 am 15.3. Der Notstand ab 16.3. markiert das Ende der frühen Ausbreitung. Aus der Analyse der
27 Fallzahlen ergibt sich ein weitgehend zusammenhängendes Bild, auch wenn viele epidemiologische
28 Parameter noch fehlen. Die Ausbreitung beginnt in den Ferien und geht danach in ein exponentielles
29 Wachstum über. Signifikant mehr Fälle werden sowohl durch die Starkbierfeste aber auch durch die
30 bayerische Kommunalwahl registriert jeweils im Vergleich zu Landkreisen mit der gleichen Prävalenz
31 ohne Exposition. Bayern erreicht damit einen Spitzenplatz der Bundesländer, der sich auch durch
32 restriktive Containment Massnahmen in den folgenden Wochen nicht mehr rückgängig machen lässt.
33
34
35
36
37
38
39
40

41
42 Folgerung. Um wirksam zu sein, müssen NPIs frühzeitig, möglichst vor Beginn der exponentiellen
43 Ausbreitung durchgeführt werden.
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Kernaussagen

1
2
3 Während die Covid-19 Primärfälle in München erfolgreich isoliert werden konnten, verlief die
4 folgende Frühphase der Covid-19 Pandemie in Bayern in drei aufeinanderfolgenden Stadien. Sie
5 beginnt in Oberbayern mit den Winterferien, gefolgt von einem exponentiellen Wachstum mit
6 zusätzlichen Fälle durch die Starkbierfeste und aber auch durch die bayerische Kommunalwahl. NPIs
7 („nicht pharmakologische Interventionen“) wie Anordnung von Hygienemassnahmen oder
8 Kontaktbeschränkungen müssen frühzeitig durchgeführt werden, um wirksam zu sein.
9
10
11
12
13
14
15
16

Take Home Message

17
18
19
20 While the initial outbreak of COVID-19 could be sufficiently covered using isolation, the consecutive
21 early phase of the pandemic falls into three phases, starting with winter school holidays , followed by
22 an increased exponential growth including significant more cases by beer festivals and another
23 significant excess of cases following the election in Bavaria. To be effective, NPIs (non-
24 pharmacological interventions) like hygiene measures or contact restriction need to be applied early, if
25 possible even before the beginning of the exponential phase.
26
27
28
29
30
31
32

Schlüsselwörter

33
34
35
36
37 Epidemie, Pandemie, Virus, Covid-19, SARS CoV2, Massnahme, Feste, Kontaktbeschränkung
38
39
40

Keywords

41
42
43
44
45 epidemic, pandemic, virus, Covid-19, SARS CoV2, intervention, festival, contact restriction
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

The early phase of the COVID-19 pandemic in Bavaria, Germany

1
2
3
4
5 Introduction. The effect of non pharmacological interventions (NPIs) during an epidemic disease
6 outbreak is well accepted dating back to historical events. NPIs involve numerous measurements like
7 hygiene rules or contact restriction that are applied during given situations, while so far only limited
8 quantitative data exist to rate the overall effectiveness.
9

10
11
12
13 Methods. Using the official counts of Robert Koch Institute in Berlin / Germany, press reports and
14 Twitter messages, the early phase of the current COVID-19 / Sars-CoV2 in Bavaria is being
15 reconstructed.
16
17

18
19
20 Results. The first cases have been observed in Munich by the end of January 2020. While the initial
21 outbreak could be sufficiently covered using isolation and quarantine measurements, the consecutive
22 early spreading falls into three phases, starting with winter school holidays at the end of February, a
23 number of beer festivals in the following week, and general elections on March, 15. The disaster plan
24 on March, 16 indicates the end of the early phase. Using the official case counts, a rather coherent
25 picture evolves although representative epidemiological studies are still missing. The epidemic started
26 with a few cases during the winter holidays, increased exponentially afterwards including significant
27 more cases by beer festivals and another significant excess of cases following the election that
28 occurred in Bavaria only. Compared to other German countries, Bavaria reached the highest
29 prevalence which could not be reversed by even the most restrictive containment measurements.
30
31
32
33
34
35
36
37

38 Conclusion. To be effective, NPIs need to applied early, if possible even before the beginning of the
39 exponential phase.
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1 Der Effekt von NPIs („nicht pharmakologischen Interventionen“) bei Ausbruch einer Epidemie ist
2 unbestritten, sowohl bei historischen Ausbrüchen (1), wie auch der aktuellen Covid-19 / Sars-CoV2
3 Krankheitswelle (2). NPIs umfassen eine Vielzahl von Massnahmen, die in abgestuften Schritten der
4 aktuellen Lage angepasst werden: Reisebeschränkungen, Flughafen und Grenzschiessungen, Absage
5 von öffentlichen Veranstaltungen, Schulschiessungen, Schliessungen von Läden und Gaststätten,
6 Anordnung von individuellen Quarantäne- und Hygienemassnahmen wie Mund-Nasenschutz,
7 Händewaschen und Abstandswahrung.
8
9

10
11
12
13
14
15 Obwohl NPIs die wichtigsten „Erste Hilfe“-Massnahmen bei Krisen globalen Ausmasses sind, sind die
16 Richtlinien dazu weit in der Literatur verstreut. Das mag praktische Gründe haben, da mit der
17 Infektiosität der Erreger, den regionalen und saisonalen Unterschieden, aber auch der Empfindlichkeit
18 und Mortalität der einzelnen Bevölkerungsgruppen jede Epidemie anders verläuft (3), (4), (5), (6). Die
19 Nomenklatur von NPIs ist zudem nicht standardisiert und obwohl NPIs in nahezu allen
20 mathematischen Simulationsmodellen verwendet werden, fehlt eine verlässliche empirische
21 Datenbasis, so dass in Krisensituationen mehr aus „common sense“ Überlegungen als auf einer
22 fundierten wissenschaftlichen Basis entschieden werden muss.
23
24
25
26
27
28
29

30 Durch die unterschiedlichen Vorgehensweise in Bayern und den übrigen Bundesländern ist es
31 möglich, den Effekt von NPIs beziehungsweise unterlassenen NPIs genauer im Zeitverlauf zu
32 untersuchen. In konkreten Fall betrifft dies Festveranstaltungen sowie die Abhaltung von Wahlen.
33
34
35
36
37
38

39 Methoden

40
41
42 Am 10.2.2020 wurde eine prospektive Materialsammlung von Zeitungsberichten, Pressekonferenzen,
43 Newslettern, Reportagen und Twitter Nachrichten begonnen. In einer online Datenbank wurde täglich
44 die Entwicklung in den einzelnen Landkreisen dokumentiert und ergänzt durch demographische
45 Details. Am 20.4. wurde die Beobachtung beendet und basierend auf den offiziellen Angaben des
46 Robert Koch-Instituts [npgeo-](https://npgeo-corona-npgeo-de.hub.arcgis.com/datasets/dd4580c810204019a7b8eb3e0b329dd6_0)
47 [de.hub.arcgis.com/datasets/dd4580c810204019a7b8eb3e0b329dd6_0](https://npgeo-corona-npgeo-de.hub.arcgis.com/datasets/dd4580c810204019a7b8eb3e0b329dd6_0) die tagesaktuellen Fall- und
48 Todesfallmeldungen getrennt nach Bundesländern addiert und Zeitverläufe miteinander verglichen.
49 Die Wahlbeteiligung in den Landkreisen wurde von
50 www.kommunalwahl2020.bayern.de/downloads.html bezogen, GPS Daten für die regionalen
51 Landkreise von public.opendatasoft.com, Daten zur Kirchenzugehörigkeit von
52 www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/data, sonstige Landkreisangaben von www-
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

genesis.destatis.de/genesis/online. Die Starkbierfeste in Bayern wurden über eine regional Google Abfrage identifiziert, alle Links verfolgt und redundante Angaben entfernt, wobei 100 Feste eindeutig mit Datum und Ortsangabe lokalisiert werden konnten. Über eine automatisierte Abfrage wurde jedem Ort eine Geoposition zugeordnet und offensichtlich falsche Zuordnungen korrigiert. Orte ausserhalb aber noch in Nähe der bayrischen Landesgrenze gelegen, wurden in dem Datensatz belassen.

Die Datenstruktur des Robert Koch-Instituts (RKI) änderte sich mehrfach im Beobachtungszeitraum, teilweise waren die Zeitstempel der Aktualisierung nicht plausibel, auch war die Datendokumentation unvollständig. Für die vorhandene Auswertung, mit Ausnahme von Abbildung 1, wurde die Variable „Refdatum“ benutzt, die das Erkrankungsdatum bezeichnet beziehungsweise das Meldedatum, wenn das Erkrankungsdatum nicht bekannt war. Negative Fallzahlen wurden gelöscht, da eine Zuordnung als Korrektur eines früheren Eintrages nicht möglich war.

Die Anzahl der durchgeführten Tests, auf denen die Meldung beruht, wurde durch das RKI nur summarisch für den Untersuchungszeitraum veröffentlicht. Pro Tag wurde in KW10 (bis 8.3.) 7115 Tests täglich durchgeführt, in KW11 (bis 16.3.) 31010 und in KW 12 (bis 24.3.) 64725 Tests. Die Empfehlung, nur bei Symptomen und Aufenthalt in einem Risikogebiet oder nach Kontakt zu einer Person mit nachgewiesener Erkrankung zu testen, änderte sich nicht während des Beobachtungszeitraumes. Der Anstieg positiver PCR Tests stieg von ca 1% am 1.3., über 4% am 8.3. zu 9% aller getesteten Proben am 16.3. und belegt den realen Anstieg der Infektionen, der sich allein aus einer Zunahme der Fallmeldungen nicht ergeben würde.

Fallzahlen werden als Quantil-Quantil Diagramme in den einzelnen bayerischen Landkreisen am 8.3.2020 und am 15.3.2020 jeweils gegen die Fallzahlen 8 Tage später aufgetragen. Das Zeitintervall von 8 Tagen wurde gewählt, um die vermutete Inkubationszeit und Meldeverzögerung abzubilden. Lokale polynomiale Regressionsgleichungen („loess smoother“) werden separat für die bayerischen Landkreise sowie für die restlichen der insgesamt 412 deutschen Landkreise / kreisfreien Städte aufgestellt. Aus der Differenz der in Bayern beobachteten zu den in den übrigen deutschen Bundesländern beobachteten Schätzern wird der Exzess an Fällen berechnet.

Für den jeweiligen Anstieg der Infektionszahlen werden Bruchpunkte („breakpoints“) berechnet (7), die strukturelle Änderungen der Regressionskoeffizienten in longitudinalen Daten aufzeigen können.

Die Reproduktionszahl R (8) wird separat für einzelne Landkreise in Bayern, das Bundesland, sowie die übrigen deutschen Bundesländer als R_t nach der Methode von Wallinga und Teunis (9) geschätzt.

Die Basisreproduktionszahl R_0 gibt die erwartete Zahl von sekundären Fällen an, die durch einen

1 typischen Primärfall entsteht. Im Verlauf der Epidemie ist es jedoch sinnvoller, die effektiven R_t
2 Werte zu betrachten. R_t ist typischerweise niedriger als R_0 da unter dem Einfluss von
3 Kontrollmassnahmen R sinkt. Bei R Werten über 1 steigt die Inzidenz, bei Werten unter 1 sinkt sie.
4 Erschwert wird die Interpretation durch die Tatsache, dass spätere R Werte auf mehr PCR Tests
5 beruhen.
6
7

8
9
10 Ausgewertet wurde primär grafikbasiert (10). Benutzte Software war R Version 3.6.3. da für R
11 Version 4 noch keine aktualisierten Grafik-Bibliotheken zur Verfügung standen. Da die gesamte
12 Auswertung eine Sekundäranalyse aus öffentlich zugängliche Quellen handelt, wurde kein Ethikvotum
13 der zuständigen Kammer eingeholt. Das Auswertungsskript ist bei dem Autor auf Anfrage erhältlich.
14
15
16
17

18 Ergebnisse

19
20 Die ersten Covid-19 Fälle in Deutschland traten bereits Ende Januar in München auf (Abbildung 1A
21 und 1B). Während eine weitere Ausbreitung durch Isolation der infizierten Personen sowie
22 Quarantänemassnahmen bei den Kontakten verhindert werden konnte (11), lässt sich die eigentliche
23 Frühphase der Covid-19 Pandemie in drei Phasen einteilen. Mit Erklärung des Katastrophenfalles am
24 16.3. war in Bayern die Frühphase beendet (Abbildung 2).
25
26
27

28 Die Winterferien in der letzten Februarwoche in Bayern mit Einschluss von Rosenmontag,
29 Faschingsdienstag und Aschermittwoch markieren den ersten Teil der Frühphase. In Bayern finden
30 nur wenig Faschingsumzüge im Vergleich zu anderen Bundesländern statt. Bevorzugte
31 Freizeitaktivität ist eher ein Winterurlaub in den Alpen, wobei Österreich und Italien vielfach als
32 Infektionsquelle beschrieben wurden (12). Die Herkunft der Infektion in dieser Phase ist den
33 Gesundheitsämter bekannt, wird aber aus Datenschutzgründen nicht öffentlich gemacht.
34
35
36

37 In der folgenden Phase, vorwiegend am Wochenende 7.3./8.3., fanden in Bayern viele Starkbierfeste
38 statt. Die Starkbierzeit in Bayern beginnt gewöhnlich am Aschermittwoch, oft verbunden mit
39 politischen Kundgebungen und endet an Ostern. Das Starkbier wurde historisch während der
40 Fastenzeit von Mönchen gebraut und sollte die Fastenzeit erträglicher machen. Das bekannteste
41 Starkbierfest findet in München am Nockherberg statt, wurde allerdings in diesem Jahr abgesagt.
42 Viele Feste finden sich in den großen Hopfenanbaugebieten in Oberbayern beziehungsweise
43 Mittelfranken aber auch den Gebieten mit Sommergersteanbau in Ober- und Unterfranken (13). Ein
44 Verbot der Feste stand in vielen Orten im Raum, zum Teil erlaubten sie aber die Gesundheitsämter, so
45 etwa in Mitterteich am 7.3., wo die lokale Brauerei ihr Bier als "ultimativer Schutz" gegen Corona
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1 vermarktete und zur "Massen-Schluckimpfung" einlud. In anderen Landkreisen wie Rosenheim
2 wurden Warnungen des Gesundheitsamtes ausgesprochen aber von den Landratsämtern ignoriert.
3 Starkbierfeste werden von Kommunen, Gastwirten und Vereinen ausgetragen, sind vielfach aber von
4 politischen Parteien verantwortet im Rahmen des laufenden Wahlkampfes. Von 100 identifizierten
5 Festen in dem Zeitraum bis 15.3. wurden 20 abgesagt; 33 fanden an dem Wochenende 7.3./8.3. statt.
6 Ein Versammlungsverbot wurde in Bayern erst am 11.3. ausgesprochen, galt allerdings nur für
7 Großveranstaltungen ab 1000 Teilnehmern. Lokalpolitiker widersprachen dem nachträglichen
8 Vorwurf, die Bevölkerung einer Gefahr ausgesetzt zu haben, mit dem Argument dass sehr oft
9 Menschen erkrankt seien, die nicht auf den Bierfesten waren. Mit dem hohen Anteil asymptomatisch
10 infizierter Personen (14) erscheint das Argument aber wenig stichhaltig.
11
12
13
14
15
16
17

18 Der Erzbischof von München und Freising, ging in einem Dekret vom 13.3. über das Verbot von
19 Veranstaltungen ab 1000 Teilnehmern hinaus und sagte alle Gottesdienste ab; der evangelische
20 Landesbischof folgte dem Beschluss am 16.3., nachdem die bayerische Landesregierung den
21 Katastrophenfall mit Veranstaltungsverböten und Betriebsuntersagungen ausgerufen hatte.
22
23
24
25

26 Bei der Kommunalwahl am 15.3. wurden in allen Kommunen des Freistaats Bayern Gemeinde-
27 und Landkreisvertretungen sowie in vielen Gemeinden und Landkreisen Bürgermeister und Landräte
28 gewählt. Insgesamt wurde in 64 von 71 Landkreisen, 24 von 25 kreisfreien Städten und über
29 2000 Gemeinden Bayerns rund 39.500 Mandate besetzt. Die Kommunalvertretungen werden in einem
30 komplizierten Wahlverfahren durchgeführt für das die Wähler mehrere Minuten brauchten. In vielen
31 Wahllokalen wurden bereits Hygienemaßnahmen getroffen, zum Teil stand Desinfektionsmittel und
32 Handschuhe zur Verfügung. Flächendeckende Angaben zur Häufigkeit der Briefwahl liegen nicht vor,
33 Tageszeitungen berichteten aber von einem Rekordanteil an Briefwählern. Viele Wahllokale zogen in
34 grössere Gebäude um; in München wurde in sechs Hallen der Messe München die Briefwahlzettel an
35 großen Tischen mit bis zu zwölf Wahlhelferinnen und Wahlhelfer ausgezählt. Die Nachwahlen fanden
36 wegen der zunehmenden Fallzahlen dann nur noch als Briefwahl statt.
37
38
39
40
41
42
43
44
45

46 Die Frühphase war durch Diskussionen in der Öffentlichkeit geprägt, in der sich führende Virologen
47 weder über Gefährlichkeit noch über notwendige Massnahmen einig waren. Das Robert Koch-
48 Institut (RKI) erklärte noch im Januar, dass die Ansteckungsgefahr gering sei. Die Gesundheitsämter
49 verfolgten die Einzelfälle wie vorgeschrieben nach BayIfSG, waren aber verständlicherweise von der
50 personellen Besetzung dem starken Anstieg (Abbildung 2) nicht gewachsen. Die Datenübertragung
51 zwischen Behörden und Laboren erfolgte zudem vielfach noch per Fax, was Verzögerungen, aber
52 auch Berichtigungen erklärt.
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1 Die Auswirkung der Starkbierfeste ist in Abbildung 3A zu sehen. Es kommt in den bayerischen
2 Landkreisen, die bisher nur wenig Fälle hatten, zu einem erhöhten Anstieg im Vergleich zu den
3 anderen Bundesländern mit der gleichen Ausgangslage, wenn man mit der Prävalenz 8 Tage nach den
4 Festen vergleicht. Abbildung 3B zeigt den signifikanten Anstieg mit Zahl der Bierfeste in einem
5 Landkreis. Ein einzelnes „Superspreader Event“, das Starkbierfest in Mitterteich ist in Abbildung 3C
6 dargestellt. Hier steigt die Zahl der Infektionen im Anschluss an das Fest stärker an als in irgendeinem
7 anderen Landkreis an. Stellt man ein lineares Regressionsmodell auf, um den Anstieg 8 Tage nach den
8 Bierfesten zu beschreiben, so liegt der für den Ausgangswert korrigierte Effekt bei 8.5 zusätzlichen
9 Fällen / 100000 Einwohner ($P=0.0002$). Bezogen auf Bayern mit 13,08 Millionen Einwohner und dem
10 häufigen Vorkommen der Bierfeste (wobei sich Besucher auch nicht an Landkreisgrenzen gehalten
11 haben) sind damit knapp 1200 zusätzlichen Fällen auf die Bierfeste zurückzuführen. Da diese Fälle in
12 den Bereich des frühen exponentiellen Wachstums fallen, ist der kumulative Effekt am Höhepunkt der
13 Pandemie sicher noch deutlich höher und erklärt zusammen mit der bayrischen Kommunalwahl die
14 hohe Prävalenz von Covid-19 Fällen in Bayern.
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

25 Die Auswirkung der Wahlen ist in Abbildung 4A zu sehen. Es kommt in allen bayerischen
26 Landkreisen unabhängig von der zuvor bestehenden Fallzahl 8 Tage später zu einem signifikant
27 erhöhten Anstieg im Vergleich zu Landkreisen mit der gleichen Ausgangslage aber ohne Wahlen. Legt
28 man aber hier, wie auch im Abschnitt zuvor den Effekt aus einem linearen Regressionsmodell
29 zugrunde, so ergeben sich hier 27.0 Fälle / 100000 Einwohner ($P=2*10^{-16}$). Dies entspricht bayernweit
30 mit 13,08 Millionen Einwohner über 3700 zusätzlichen Fällen. Für die Wahlbeteiligung selbst lässt
31 sich kein signifikanter Effekt ausmachen (Abbildung 4B), allerdings unterschied sich die
32 Wahlbeteiligung auch nicht allzu sehr zwischen den Landkreisen and kann durch den jeweiligen
33 Anteil von Urnen- und Briefwahl verzerrt sein.
34
35
36
37
38
39
40
41

42 Für die Häufigkeit der Kirchenzugehörigkeit in den Landkreisen lässt sich keine Abhängigkeit zu der
43 Infektionsrate nachweisen.
44
45

46 Allerdings ist mit noch weiteren bisher nicht diskutierten Einflussfaktoren zu rechnen. Wie bereits
47 erwähnt, fand im Landkreis Tirschenreuth nicht nur ein Starkbierfest und eine Zoigl Wirtschaft statt,
48 hier haben sich auch fast doppelt so viele Frauen als Männer im Alter zwischen 35 und 59 Jahre
49 infiziert was allerdings nicht in den Rehmert Bericht der RKI Kommission erwähnt wird (www.kreis-tir.de/fileadmin/user_upload/rki_ergebnis.pdf). Eine Recherche bei RKI, LGL und dem zuständigen
50 Gesundheitsamt blieb ergebnislos; Tagungen der Landfrauenvereine scheiden von der Chronologie
51 aus, ebenso ist ein Damenfriseur, da eine Ausgangsbeschränkung verhängt wurde. Eine
52 Frauenarztpraxis scheint als Infektionsquelle damit am ehesten in Betracht zu kommen.
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1 Betrachtet man den Verlauf des R Wertes im Zeitverlauf getrennt für Bayern (Abbildung 5) und
2 übrigem Deutschland, ist die Ansteckungsrate am höchsten während der Winterferien, betrifft hier
3 aber nur einzelne Fälle. R erreicht ein zweites Maximum während der Zeit der Starkbierfeste. An dem
4 Wahlsonntag selbst gibt es nur einen geringfügigen Peak, durch den aber, da die Pandemie hier schon
5 weit fortgeschritten war, viele neue Fälle induziert werden. Nach Ausrufung des Notstandes in Bayern
6 sank R wieder unter 1.
7
8
9

10 Diskussion

11 Aus der Beschreibung ergibt sich ein erstes zusammenhängendes Bild der Frühphase der Covid-19
12 Pandemie in Bayern. Die Pandemie beginnt in Oberbayern mit den Winterferien, geht danach in ein
13 exponentielles Wachstum über mit zusätzlichen Fälle durch die Starkbierfestzeit und die
14 Kommunalwahl. Durch beide Ereignisse erreicht Bayern einen Spitzenplatz aller Bundesländer, der
15 sich auch durch restriktive Folgemaßnahmen nicht mehr rückgängig machen lässt. Obwohl die
16 zusätzlichen Fallzahlen von 1200 beziehungsweise 3700 Fällen gering erscheinen angesichts der
17 weltweiten Entwicklung, liegt Bayern am 24.4. mit vergleichbarer Einwohnerzahl von Baden-
18 Württemberg (11,07 Millionen Einwohnern) bei über 10.000 zusätzlichen Fällen und 400 zusätzlichen
19 Todesfällen. Die auffälligen Termine am 8.3. und 15.3., lassen sich nicht nur durch die bekannten
20 Ereignisse, sondern auch durch die abschnittsweise Darstellung der Unterschiede zwischen Bayern
21 und übrigen Bundesländern an den Bruchpunkten begründen.
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

36 Bei der Betrachtungsweise spielen sicher noch weitere, bisher nicht diskutierte Einflussfaktoren eine
37 Rolle. Meteorologische oder wetterbedingte Differenzen zwischen Bayern und übrigen Bundesländern
38 waren allerdings nicht nachzuweisen. Ohne eine sonstige plausible Erklärung der Ursache des starken
39 Anstieges in Bayern sind mit Bierfesten und Wahl aber einige der Bradford-Hill Kriterien erfüllt.
40 Während Effektstärke, Reproduzierbarkeit, Experiment und Gradient nicht sicher beurteilbar sind,
41 sprechen Plausibilität, Spezifität, Kohärenz, Analogie und Chronologie für einen kausalen
42 Zusammenhang. Von der Größenordnung erscheinen die Ergebnisse ebenso plausibel. Eine ebenfalls
43 aus der aktuellen Pandemie in China stammende Schätzung (15) kommt zu dem Schluss, dass ohne
44 NPIs 67-mal mehr Fälle aufgetreten wäre. Ein Cochrane Review (16) ist zurückhaltender, aber nimmt
45 auch an dass unter NPI nur circa die Hälfte der Fälle auftreten. Die wohl umfassendste aktuelle Studie
46 über 20 Länder (17) findet für die Absage von Veranstaltungen eine Reduktion von 33% der Inzidenz
47 neuer Fälle. Für die USA wurde geschätzt (18), dass mit einem nur um 2 Wochen vorverlegten
48 Lockdown 83% der Fälle hätte vermieden werden können.
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

1 Dass sich die Testkapazität vorwiegend in Bayern während der Frühphase verbessert hat und somit
2 eine grössere Fallzunahme vortäuscht, lässt sich nicht endgültig ausschliessen. Die Situation war auch
3 in Bayern sicherlich wie in anderen Bundesländern durch die anfänglich fehlende PCR Testkapazität
4 geprägt aber einer starker selektiven Anstieg der Kapazität ist bisher nicht bekannt. Nach vielen
5 Einzelberichten waren Covid-19 Erkrankte über ihren Status oft im ungewissen. Dazu kam die zu
6 Beginn verbreitete Fehleinschätzung, dass Patienten erst ab oder allenfalls kurz vor Symptombeginn
7 ansteckend seien. Retrospektiv würden wahrscheinlich auch viele andere Nationen strategisch anders
8 reagieren, vor allem die Länder, die wie England, Holland oder Schweden auf „Herdenimmunität“
9 gesetzt hatte in Unkenntnis der epidemiologischen, klinischen aber auch der molekularbiologischen
10 Eigenheiten der aktuellen Pandemie (19), (20).

11 Unerwartet passiv blieben die epidemiologischen Institute und Verbände, die eigentlich NPI
12 Massnahmen vorschlagen und begleiten sollten. Vorschläge zu einer bayernweiten Haushaltsstudie
13 über zufällig ausgewählte Haus- und Kinderarztpraxen (in Ausweitung des bestehenden Influenza
14 Surveillance Registers) wurden nicht verfolgt. In München wurde im März eine Studie angekündigt
15 "KoCo19", allerdings gibt es Ende September keine Ergebnisse. Nationale Vorschläge einer
16 epidemiologischen Taskforce wurden nicht aufgegriffen ebensowenig wie ein gemeinsames
17 europäisches Vorgehen. Epidemiologische Positionspapiere beschränkten sich auf mathematische
18 Modellierungen, die es von anderen Arbeitsgruppen längst gab (21). Vielfach wurde deshalb die Kritik
19 geäußert, es gleiche einem „Blindflug“ wenn NPI ohne begleitende Evaluierung durchgeführt werden,
20 zumal NPIs mit hohen ökonomischen wie psychosozialen Kosten verbunden sind (22), (23). Die
21 Fixierung auf die Fallzahlen, genauer gesagt auf positive PCR Tests, verhinderte offensichtlich
22 repräsentative epidemiologische Studien in der Frühphase (24). Es ist unklar, ob andere Coronaviren
23 einen Schutz oder ein Risiko darstellen, ob sich Kinder bei gleicher Exposition weniger anstecken
24 oder warum ältere Männer häufiger an der Infektion versterben. Es fehlen in Deutschland
25 flächendeckende Sequenzanalysen des Virus, die Trajectories (Flugbahnen) nachweisen könnten (25).
26 Dazu wurde kritisiert, dass es den vorhandenen Biobanken nicht möglich war, molekulare Daten im
27 Zusammenhang mit COVID-19 auszuwerten (26).

28 Mangels valider epidemiologischer Daten kann daher im Augenblick auch nur ein vorläufiger
29 Zwischenstand der frühen Phase der Covid-19 Pandemie in Bayern gegeben werden. Es wird
30 vermutlich noch Änderungen an den Registerdaten der Gesundheitsämter geben; es ist zu hoffen, dass
31 zusätzliche Protokoll Daten der Gesundheitsämter und damit auch eine test- und nicht nur fallbasierte
32 Forschung möglich gemacht werden; es werden hoffentlich wiederholte Studien in repräsentativen
33 Populationen sowie detaillierte Cluster/Outbreak Studien folgen, welche eine Bewertung der
34 bundesweit angeordneten NPIs erlauben.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Abzusehen ist aber jetzt schon, der hohen Stellenwert von NPIs ebenso die Tatsache, dass NPI
frühzeitig, am besten vor Beginn der exponentiellen Phase eingesetzt werden müssen, um wirksam zu
sein. Eine qualifizierte epidemiologische Begleitforschung erscheint zudem unverzichtbar, um der
Politik rationale Entscheidungen zu ermöglichen und damit die Bevölkerung von den notwendigen
Massnahmen zu überzeugen.

Literatur

1. Markel H, Lipman HB, Navarro JA et al. Nonpharmaceutical interventions implemented by US cities during the 1918-1919 influenza pandemic. *JAMA*. 2007;298:644-654.
2. Neil M Ferguson DL, Gemma Nedjati-Gilani, Natsuko Imai, Kylie Ainslie, Marc Baguelin, Sangeeta Bhatia, et al. Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID- 19 mortality and healthcare demand. *Viral infections of humans: epidemiology and control*. Springer; 2014.
3. Smith SM, Sonogo S, Wallen GR, Waterer G, Cheng AC, Thompson P. Use of non-pharmaceutical interventions to reduce the transmission of influenza in adults: A systematic review. *Respirology*. 2015;20:896-903.
4. Sanchez JL, Cooper MJ, Myers CA et al. Respiratory infections in the US military: Recent experience and control. *Clinical Microbiology Reviews*. 2015;28:743-800.
5. Kenney J, Crumly J, Qualls N. Nonpharmaceutical interventions for pandemic influenza: Communication, training, and guidance needs of public health officials. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2019;1-6.
6. WHO. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care. World Health Organization 2014.
7. Bai J, Perron P. Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*. 1998;47-78.
8. Porta M, Greenland S, Hernán M, Silva IDS, Last JM. *A Dictionary of Epidemiology*. Oxford University Press. 2014:343.
9. Wallinga J, Teunis P. Different epidemic curves for severe acute respiratory syndrome reveal similar impacts of control measures. *Am J Epidemiol*. 2004;160:509-516.
10. Tufte ER. *The visual display of quantitative information*. Graphics Press 1983.
11. Böhmer MM, Buchholz U, Corman VM et al. Investigation of a COVID-19 outbreak in Germany resulting from a single travel-associated primary case: a case series. *Lancet Infect Dis*. 2020;20:920-928.
12. Gudbjartsson DF, Helgason A, Jonsson H et al. Spread of SARS-Cov-2 in the Icelandic Population. *N Engl J Med* 2020; 382:2302-2315.
13. Burkert M CT. Neue Erkenntnisse aus der Bier-Geographie. Regionalökonomische Bedeutung der Herstellung von Bier in Ober-und Mittelfranken. 31. Heiligenstädter Gespräche. 2018;35-42.
14. Day M. Covid-19: four fifths of cases are asymptomatic, China figures indicate. *BMJ*. 2020;1375.
15. Lai S, Ruktanonchai NW, Zhou L et al. Effect of non-pharmaceutical interventions for containing the COVID-19 outbreak in China. *Nature*. 2020; 585: 410–413.

- 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
16. Nussbaumer-Streit B, Mayr V, Dobrescu AI et al. Quarantine alone or in combination with other public health measures to control COVID-19: a rapid review. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;4:CD013574.
17. Banholzer N, van Weenen E, Kratzwald B et al. Estimating the impact of non-pharmaceutical interventions on documented infections with COVID-19: A cross-country analysis. *Nature*. 2020;584:257–261.
18. Pei S, Kandula S, Shaman J. Differential Effects of Intervention Timing on COVID-19 Spread in the United States. *medRxiv*. preprint 2020.
19. Woelfel R, Corman VM, Guggemos W et al. Clinical presentation and virological assessment of hospitalized cases of coronavirus disease 2019 in a travel-associated transmission cluster. *medRxiv*. preprint 2020.
20. Wang Q, Zhang Y, Wu L et al. Structural and Functional Basis of SARS-CoV-2 Entry by Using Human ACE2. *Cell*. 2020;181:894-904.
21. Barton CM, Alberti M, Ames D et al. Call for transparency of COVID-19 models. *Science*. 2020;368:482-483.
22. Odone A DD, Scognamiglio T, Signorelli C. COVID-19 deaths in Lombardy, Italy: data in context. *The Lancet*. 2020;5:E310.
23. Pandemic responses: Planning to neutralize SARS-CoV-2 and prepare for future outbreaks. *PLoS Med* 2020;17:e1003123.
24. Aledort JE, Lurie N, Wasserman J, Bozzette SA. Non-pharmaceutical public health interventions for pandemic influenza: an evaluation of the evidence base. *BMC Public Health*. 2007;7:208.
25. Davidson AD, Williamson MK, Lewis S et al. Characterisation of the transcriptome and proteome of SARS-CoV-2 using direct RNA sequencing and tandem mass spectrometry reveals evidence for a cell passage induced in-frame deletion in the spike glycoprotein that removes the furin-like cleavage site. *bioRxiv*. preprint 2020.
26. Yan T, Xiao R, Lin G. Angiotensin- converting enzyme 2 in severe acute respiratory syndrome coronavirus and SARS- CoV- 2: A double- edged sword. *The FASEB Journal*. 2020;1:1–10.

Danksagung

1
2
3 Mein Dank gilt vielen Kolleg:innen für Diskussionen während des Lockdowns in Bayern: Tobias
4 Stöger, Matt Perkins, Thibaut Joubert, Peter Morfeld, Jan Eckelt, Linus Grabenhenrich, Josef Cyrys ,
5 Melanie Waldenberger, Cristian Patarro, Andreas Schneider, Georg Wilhelm Bornkamm, Arndt von
6 Eschwege, Andrea Fuss, Katharina Katz, Luisa Hommerich, Destatis Helpdesk, Esri Deutschland
7 Corona Taskforce Team. Sigrid Dold danke ich fürHinweise und Revision des Manuskriptes, Jarosław
8 Flis lieferte die Anregung zu dem Q-Q Plot.
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Interessenskonflikte/Finanzierung

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63
- 64
- 65

Keine

Abbildungen

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

Abbildung 1: Datum des ersten Auftretens („Meldedatum“) von Covid-19 Fällen in den ersten 30 bayerischen Landkreisen. Die Pandemie in Bayern beginnt mit den „Webasto“-Fällen (11) am 27.1. Der Primärfall ist ein 33jähriger Mann aus dem Landkreis Landsberg, der sich in Stockdorf (Landkreis Starnberg) bei einer chinesischen Kollegin infizierte. Die eigentliche Frühphase beginnt am 27.2. am Ende der Winterferien mit einem 61jährigen Dermatologen aus Erlangen, der in München Kontakt zu einem italienischen Kollegen hatte. RKI Datenstand 20.4.2020. Die Angaben auf der LGL Webseite sind leicht unterschiedlich.

Abbildung 1 A: Inzidenz der ersten Fälle, dargestellt auf der Zeitachse

Abbildung 1 B: Inzidenz der ersten Fälle, dargestellt auf der Karte von Bayern. Gefüllte Kreise markieren Orte mit Bierfesten, offene Kreise Orte mit abgesagten Festen.

Abbildung 2: Zeitverlauf Covid-19 Fälle pro 100.000 Einwohner. Exponentieller Anstieg in Bayern wie auch allen anderen Bundesländern. Ab dem 15.3. liegt Bayern allerdings deutlich über dem bundesdeutschen Durchschnitt. Semi-logarithmische Darstellung. Bruchpunkte des Anstiegs in Bayern liegen am 8.3. und am 19.3., in den übrigen Bundesländern am 10.3. und 20.3. RKI Datenstand 20.4.2020.

Abbildung 3A: Covid-19 Fälle pro 100.000 Einwohner in den Landkreisen am 8.3. (hauptsächliches Datum der Starkbierfeste) verglichen mit den Fallzahlen 8 Tage später. Lokale polynomiale Regression mit 95%-Konfidenzintervall. In den bayerischen Landkreisen mit eher geringen Fallzahlen ist ein erhöhter Anstieg nachweisbar. Orte mit Bierfesten sind mit einer grösseren Punktgröße gezeichnet. RKI Datenstand 20.4.2020, einige Extremwerte liegen ausserhalb des Anzeigebereiches.

Abbildung 3B: Covid-19 Fälle pro 100.000 Einwohner. Landkreise in Bayern am 16.3. in Abhängigkeit von Zahl der Starkbierfeste in den jeweiligen Landkreisen. RKI Datenstand 20.4.2020. Die Landkreise mit einem Bierfest haben am 16.3. signifikant mehr Fälle ($P=0.045$), ebenso die Landkreise mit zwei Bierfesten ($P=0.00006$).

Abbildung 3C: Kumulative Covid-19 Fälle in den bayrischen Landkreisen. Das Datum der Bierfeste ist mit einem Punkt markiert. Der Oberpfälzer Landkreis Tirschenreuth mit dem Ort Mitterteich (schwarze Linie) dient als Beispiel für ein des „Superspreader Event“. RKI Datenstand 20.4.2020.

1
2
3
4
5
6
7
Abbildung 4A: Covid-19 Fälle pro 100.000 Einwohner. Landkreisen am 15.3. (Kommunalwahl)
verglichen mit den Fallzahlen 8 Tage später. Lokale polynomiale Regression mit 95%-
Konfidenzintervall. Über alle bayerischen Landkreisen ist ein signifikant höherer Anstieg
nachweisbar. RKI Datenstand 20.4.2020. Extremwerte ausserhalb des Anzeigebereiches.

8
9
10
11
12
13
14
15
Abbildung 4B: Wahlbeteiligung der Bayernwahl in den Landkreisen und Covid-19 Fälle pro 100.000
am 23.3. in Tertilen nach Wahlbeteiligung. Ein signifikanter Zusammenhang mit der Wahlbeteiligung
ist nicht nachweisbar. RKI Datenstand 20.4.2020. Extremwerte ausserhalb des Anzeigebereiches, die
Unterschiede zwischen den Gruppen sind nicht signifikant.

16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
Abbildung 5: Verlauf des R_t Wertes getrennt für Bayern und übrige Bundesländer. Die
Ansteckungsrate ist hoch während der Winterferien, betrifft hier allerdings nur wenige Fälle. R_t
erreicht ein zweites Maximum in Bayern zur Zeit der Starkbierfeste, das sich in der Prävalenz aber erst
8 Tage später niederschlägt. An dem Wahlsonntag zeigt sich bereits ein abfallender Trend von R_t da
die Bevölkerung bereits auf die vielen Pressemitteilungen einer erhöhten Ansteckungsgefahr reagierte.
Da R_t aber noch über 1 liegt, resultieren dennoch aus der Wahl viele neue Fälle. R_t sinkt bereits vor
Ausrufung des Notstandes in Bayern am 16.3. vermutlich durch die bereits stark reduzierte
Mobilität.und sinkt gegen Ende März erstmal wieder unter 1. RKI Datenstand 20.4.2020.

















