

Ludwig-Maximilians-Universität München

Institut für Statistik



Bachelorarbeit

**Analyse der Covid 19 Epidemie in Bayern –
Zusammenhänge von Maßnahmen zur Eindämmung
der Epidemie mit den täglichen Erkrankungsdaten**

Autor: Lea Höhler

Betreuer: Prof. Dr. Helmut Küchenhoff
Felix Günther

Datum: 14. September 2020

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und dabei keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder gesamt noch in Teilen einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

München, den 14. September 2020

(Unterschrift)

Abstract

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit dem Verlauf der Covid-19-Neuerkrankungen in Bayern. Näher in den Blick genommen werden mögliche Zusammenhänge gefeierter Starkbierfeste sowie getroffener Corona-Maßnahmen. Das Bundesland Bayern wurde zur Untersuchung in zehn Regionen aufgeteilt. Regionale Unterschiede im Meldeverhalten und des Infektionsverlaufs werden betrachtet. Die Berechnung der täglichen Neuinfektionen beruht auf einem GAMLSS-Modell. Der Verlauf des Krankheitsgeschehens wird mit einem Bruchpunktmodell dargestellt, welches die zeitliche Entwicklung in mehrere Phasen aufteilt. Die Maßnahmen und Starkbierfeste wurden im Rahmen einer Online-Recherche erhoben.

Die Analyse der Neuerkrankungen zeigt, dass sowohl regionale Unterschiede als auch Regelmäßigkeiten des Krankheitsverlaufes bestehen. Am 11. März sowie am 18. März liegen in jeweils sieben dieser Gebiete Bruchpunkte vor. Die Kurve der Neuinfektionen flacht oder fällt an diesen Tagen ab. Es ist eine zeitliche Übereinstimmung der getroffenen Maßnahmen mit den Bruchpunkten zu erkennen. Grenzkontrollen, Versammlungsverbote und Beschränkungen an Universitäten fallen in den Zeitraum des Bruchpunktes am 11. März. Die Durchsetzung freistaatsweiter Schulschließungen, Kontaktbeschränkungen und Einschränkungen im Personennahverkehr sind zeitlich um den 18. März einzuordnen. Die Starkbierfeste fallen alle in den Zeitraum, in welchem die Anzahl der täglichen Neuinfektionen ansteigt.

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund	1
2	Datengrundlage	2
2.1	Beschreibung des Datensatzes	2
2.2	Deskriptive Analyse	5
3	Methoden	8
3.1	Fehlende Daten imputieren	8
3.2	Bruchpunktmodell mit Überdispersion	10
3.3	Eingliederung der Maßnahmen und Starkbierfeste	12
4	Ergebnisse	14
4.1	Imputation	14
4.2	Bruchpunktmodell mit Überdispersion	21
4.3	Eingliederung der Maßnahmen und Starkbierfeste	27
5	Diskussion	35
5.1	Limitationen und Ausblick	35
5.2	Interpretation der Ergebnisse	36
6	Anhang	39
6.1	Imputation	39
6.2	Bruchpunkte	44
6.3	Eingliederung der Starkbierfeste	50
6.4	Tabelle der eingeführten Maßnahmen	52
6.5	Tabelle der erhobenen Starkbierfeste	56

Abbildungsverzeichnis

1	Bayerische Regierungsbezirke (Quelle: [24])	3
2	Aufteilung von Oberbayern (Quelle: [11])	4
3	Boxplot der Verzögerung	5
4	Anzahl der Meldungen an den einzelnen Wochentagen	6
5	Anzahl der Meldungen in den Regionen	6
6	Anteil der Meldungen in den Regionen	7
7	Dichte des Alters	7
8	Median der Verzögerung in Bayern	14
9	Median der Verzögerung in Südwest-Oberbayern	15
10	Median der Verzögerung in Unterfranken	15
11	Median der Verzögerung von der Oberpfalz	16
12	Median der Verzögerung von Südost-Oberbayern	17
13	Tägliche Erkrankungsdaten in Bayern	18
14	Tägliche Erkrankungsdaten in Südwest-Oberbayern	19
15	Tägliche Erkrankungsdaten in Niederbayern	19
16	Tägliche Erkrankungsdaten in Oberfranken	20
17	Geschätzte Bruchpunkte in Bayern	21
18	Geschätzte Bruchpunkte in München	23
19	Geschätzte Bruchpunkte in Südwest-Oberbayern	24
20	Geschätzte Bruchpunkte in Niederbayern	25
21	Geschätzte Bruchpunkte in Unterfranken	26
22	Maßnahmen in Bildungsbereichen	28
23	Ansprachen und Pflegemaßnahmen	29
24	Maßnahmen der Sozialen Distanzierung	30
25	Maßnahmen im Bezug auf Reisen	31
26	Starkbierfeste in Niederbayern	32
27	Starkbierfeste in Nord-Oberbayern	33
28	Starkbierfeste in Südost-Oberbayern	33
29	Starkbierfeste in Südwest-Oberbayern	34
30	Starkbierfeste in der Oberpfalz	34
31	Median der Verzögerung von Oberfranken	39
32	Median der Verzögerung von Mittelfranken	39
33	Median der Verzögerung von Niederbayern	39
34	Median der Verzögerung von Schwaben	40
35	Median der Verzögerung von München	40
36	Median der Verzögerung von Nord-Oberbayern	40
37	tägliche Erkrankungsdaten in Mittelfranken	41
38	tägliche Erkrankungsdaten in Unterfranken	41
39	tägliche Erkrankungsdaten in der Oberpfalz	41
40	tägliche Erkrankungsdaten in Schwaben	42
41	tägliche Erkrankungsdaten in München	42
42	tägliche Erkrankungsdaten in Nord-Oberbayern	42
43	tägliche Erkrankungsdaten in Südost-Oberbayern	43
44	Geschätzte Bruchpunkte in Mittelfranken	44
45	Geschätzte Bruchpunkte in Oberfranken	45
46	Geschätzte Bruchpunkte in Nord-Oberbayern	46
47	Geschätzte Bruchpunkte in Südost-Oberbayern	47
48	Geschätzte Bruchpunkte in der Oberpfalz	48
49	Geschätzte Bruchpunkte in Schwaben	49
50	Starkbierfeste in Mittelfranken	50
51	Starkbierfeste in München	50
52	Starkbierfeste in Oberfranken	50
53	Starkbierfeste in Schwaben	51
54	Starkbierfeste in Unterfranken	51

Tabellenverzeichnis

1	Variablen des Datensatzes	2
2	Kategorien der Maßnahmen	13
3	Bruchpunkte in ganz Bayern	21
4	Bruchpunkte in München	23
5	Bruchpunkte in Südwest-Oberbayern	24
6	Bruchpunkte in Niederbayern	25
7	Bruchpunkte in Unterfranken	26
8	Bruchpunkte in Mittelfranken	44
9	Bruchpunkte in Oberfranken	45
10	Bruchpunkte in Nord-Oberbayern	46
11	Bruchpunkte in Südost-Oberbayern	47
12	Bruchpunkte in der Oberpfalz	48
13	Bruchpunkte in Schwaben	49
14	erhobene Maßnahmen in Bayern	55
15	erhobene Starkbierfeste in Bayern	63

1 Hintergrund

Im Dezember 2019 ist in Wuhan(China) eine Lungenentzündung unbekannter Ursache ausgebrochen (vgl. The New York Times [26]). Diese Krankheit, im Februar 2020 von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Covid-19 (Coronavirus Disease 2019) bezeichnet, wird durch das Coronavirus Sars-CoV-2 verursacht. Übertragen werden diese Viren vor allem über in der Luft verteilte Tröpfchen, sogenannte Aerosole (vgl. die Bundesregierung [1]).

Die Krankheitserreger lösen Symptome wie Fieber, Husten und Atemnot aus. Viele Menschen zeigen hierbei nur leichte Symptome, bei Menschen mit bestimmten Vorerkrankungen besteht die Gefahr einer lebensgefährlichen bis tödlichen Lungenentzündung. Zu diesen Risikopatienten zählen unter anderem Menschen mit Lungenerkrankungen (Asthma, COPD), Diabetes, Organtransplantationen oder Rheuma (vgl. Das Erste [5]).

Im Laufe des Frühjahres 2020 hat sich Covid-19 auf der gesamten Welt verbreitet, dabei ist eine rapide Zunahme der Infektionen zu vermerken. Die Weltgesundheitsorganisation hat die bisherige Epidemie im März 2020 offiziell zu einer weltweiten Pandemie erklärt (vgl. Weltgesundheitsorganisation [27]). Zur Eindämmung dieser schweren und unberechenbaren Infektion wurden weltweit unterschiedliche Maßnahmen getroffen, teilweise durch Einschränkungen im öffentlichen Leben wie auch im Privatleben. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen wird seitdem stark diskutiert. Es gibt verschiedene Ansätze, um die Effekte der getroffenen Regelungen zu schätzen. Viele Ansätze benutzen die Reproduktionszahl R_t als Anhaltspunkt des Infektionsverlaufes. Diese Zahl gibt an, wie viele Menschen durch eine infizierte Person angesteckt werden.

Die vorliegende Arbeit hingegen benutzt als Anhaltspunkt des Ansteckungsverlaufs die täglichen Neuerkrankungen aus dem Freistaat Bayern. Bereits Ende Januar wurden im Raum München die ersten Fälle bekannt. Da die Betroffenen umgehend isoliert werden konnten, wurde die Infektionskette unterbrochen. Aufgrund dessen sind diese Zahlen nicht Teil der Analyse. Ende Februar stiegen die Fallzahlen im untersuchten Bundesland rapide an, sodass die vorliegende Forschung an diesem Punkt ansetzt. In der Arbeit wird der Infektionsverlauf bis Anfang Mai betrachtet.

⁰Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Maskulinum verwendet, wobei beide Geschlechter gleichermaßen gemeint sind.

2 Datengrundlage

2.1 Beschreibung des Datensatzes

Gegebene Daten

Die Arbeit bezieht sich auf die Covid-19-Melddaten des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL). Alle bis zum 24. Mai gemeldeten Infektionen in Bayern liegen hier vor. Der Datensatz umfasst insgesamt 46.591 Beobachtungen.

In der folgenden Tabelle sind alle bis zum 24. Mai erhobenen Variablen aufgelistet. Zur besseren Einordnung im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden diese zunächst beschrieben sowie die individuellen Ausprägungen aufgelistet.

Variable	Beschreibung	Ausprägungen
Landkreis	Landkreis der erkrankten Person	kategoriale Variable
rep_date_local	Melddatum an das örtliche Gesundheitsamt	[27.02.2020, 25.05.2020]
rep_date_local_weekday	Wochentag des Meldedatums	{Montag, Dienstag, Mittwoch, Donnerstag, Freitag, Samstag, Sonntag}
rep_date_local_week	Kalenderwoche des Meldedatums	[9, 22]
disease_start	Erkrankungsbeginn, also der Tag, an dem sich die ersten Symptome zeigten	[22.02.2020, 24.05.2020]
age	Alter der erkrankten Person	[0,100]
sex	Geschlecht der erkrankten Person	{männlich, weiblich}
clin_avail	Existenz von klinischen Informationen	kategoriale Variable
hosp_stat	Information, ob der Erkrankte im Krankenhaus war	{Ja, Nein, nicht erhoben}
VerstorbenStatus	Information, ob die Person verstorben ist	{Ja, Nein, nicht erhoben}
VerstorbenGrund	Information, woran die Person verstorben ist	{nicht erhoben, an der gemeldeten Krankheit, aufgrund anderer Ursache}
VerstorbenDatum	Sterbedatum	[12.03.2020, 22.05.2020]

Tabelle 1: Variablen des Datensatzes

Datentransformation

Essenziell für eine vollwertige Analyse der Meldedaten ist die Ermittlung von zwei weiteren Variablen: Region und Verzögerung der Meldungen

Region

Zur Erstellung der Regions-Variable wird zunächst jeder Landkreis dem entsprechenden Regierungsbezirk zugeordnet. Wie Abbildung 1 zu entnehmen ist, ist Bayern in sieben Regierungsbezirke aufgeteilt: Unterfranken, Oberfranken, Mittelfranken, Oberpfalz, Schwaben, Oberbayern und Niederbayern. In der abgebildeten Grafik ist die Einteilung zu erkennen.



Abbildung 1: Bayerische Regierungsbezirke (Quelle: [24])

Die Verteilung der Fallzahlen ist nicht gleichmäßig, im Regierungsbezirk Oberbayern befinden sich mit 21.155 Erkrankten fast die Hälfte aller erhobenen Fälle. Um alle Regionen möglichst einheitlich zu gestalten und besser miteinander vergleichen zu können, wird dieser Regierungsbezirk in vier Regionen unterteilt. Die Stadt München bildet dabei eine eigene Region. Zusätzlich dazu werden die Bezirke Nord-Oberbayern, Südwest-Oberbayern und Südost-Oberbayern definiert. Eine genaue Aufteilung ist auf folgender Abbildung 2 zu erkennen.

2.2 Deskriptive Analyse

Im Folgenden werden die, für die weitere Analyse relevantesten, Variablen des Datensatzes genauer dargestellt, um einen groben Überblick über die vorliegenden Daten zu erhalten.

Geschlecht

männlich	weiblich
22011	24484

Im Zeitraum vom 22. Februar bis 24. Mai haben sich 22.011 Männer mit Covid-19 infiziert. Während dieser Zeit erkrankten 24.484 Frauen.

Verzögerung der Meldung

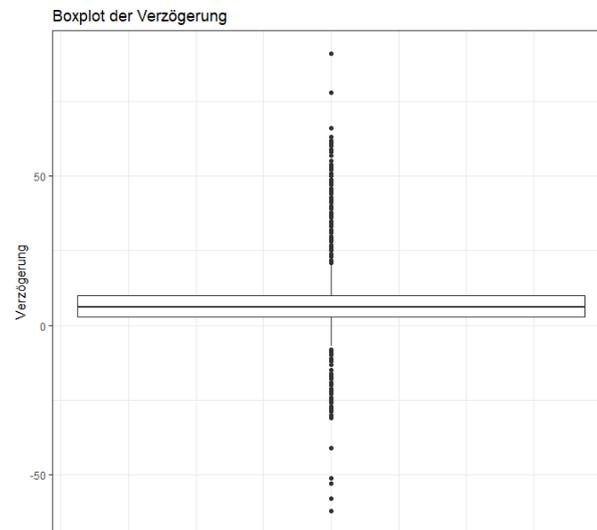


Abbildung 3: Boxplot der Verzögerung

Abbildung 3 zeigt die grafische Darstellung der errechneten Variable delay. Diese weist auf, dass die Spannweite der Verspätung sehr groß ist. Der längste Zeitraum zwischen Symptombeginn und Report der Erkrankung beträgt 91 Tage, der Minimalwert liegt bei -62 Tagen. Die negativen Verspätungszeiten bedeuten, dass bei diesen betroffenen Personen die Infektion festgestellt wurde, bevor Symptome gezeigt wurden. Die mittleren 50 % liegen im Intervall [3; 7,4]. Bei den meisten Infektionen hat es somit unter zehn Tagen gedauert, bis diese erfasst wurden.

An beiden Enden der Boxplots werden die Fälle immer lichter. Es gibt nur wenige, die eine sehr hohe oder sehr geringe Verzögerungszeit hatten.

Wochentag der Meldung

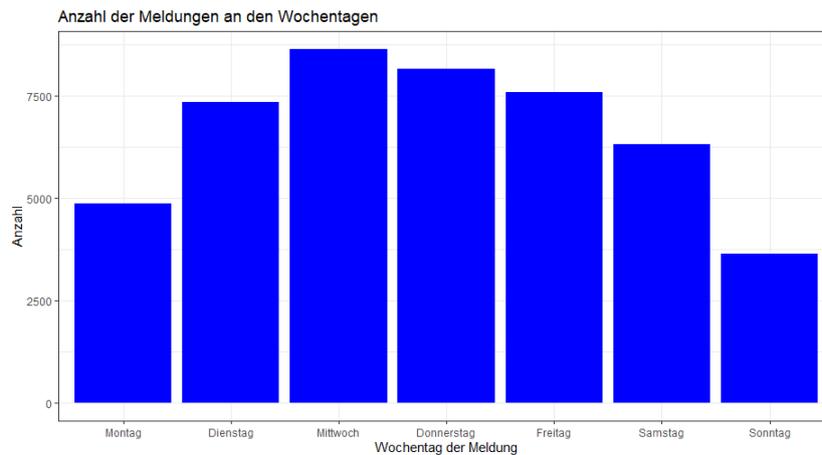


Abbildung 4: Anzahl der Meldungen an den einzelnen Wochentagen

Abbildung 4 stellt die absolute Anzahl der gemeldeten Neuerkrankungen an den jeweiligen Wochentagen dar. Dabei ist zu erkennen, dass mittwochs die meisten Fälle gemeldet wurden und sonntags die wenigsten. Montag ist nach Sonntag der Wochentag mit den geringsten Meldedaten bei jeweils weniger als 5.000 gemeldeten Fällen. An den weiteren Wochentagen lag die Zahl der Infektionen immer über 6.000.

Region

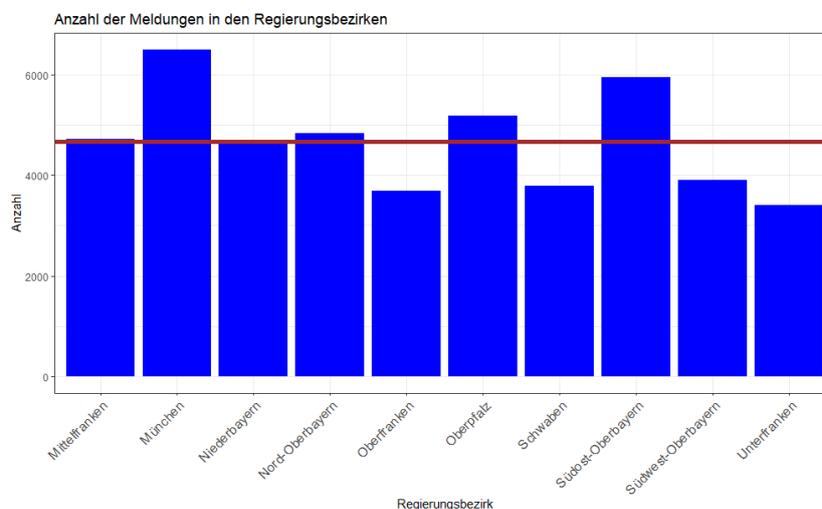


Abbildung 5: Anzahl der Meldungen in den Regionen

Abbildung 5 zeigt die absoluten Zahlen der Meldungen in den definierten Regierungsbezirken. Im Durchschnitt wurden in jeder Region 4.659 Fälle gemeldet. Spitzenreiter bei den Infektionszahlen ist die Stadt München mit 6.495 Covid-19-Patienten. Die wenigsten Fälle liegen in Unterfranken vor, dort haben sich bis Ende Mai 3.403 Personen infiziert. Ebenfalls weniger als 4.000 Fallzahlen gab es in Oberfranken, Schwaben und Südwest-Oberbayern. Nahe am Durchschnitt liegen Mittelfranken, Niederbayern und Nord-Oberbayern. Da aber jede Region eine unterschiedliche Bevölkerungsanzahl hat, sollte auch der prozentuale Anteil der Meldungen betrachtet werden (siehe Abbildung 6).

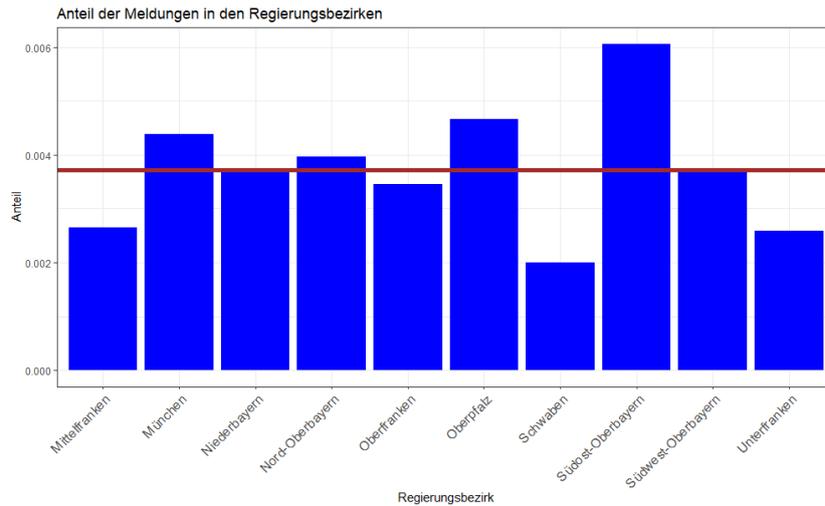


Abbildung 6: Anteil der Meldungen in den Regionen

Der Bevölkerungsstand wurde mit Hilfe der Datenbank des Bayerischen Landesamtes für Statistik ermittelt. Die Zahlen beziehen sich auf den Stand vom 31. Dezember 2019. Mithilfe dessen lässt sich der prozentuale Anteil der Infizierten in jeder Region berechnen. Ausgehend davon können die einzelnen Bezirke besser voneinander unterschieden werden. Ungefähr 0,37 % der bayerischen Bevölkerung wurde bis Ende Mai als erkrankt gemeldet. Mit über 0,6 % liegt Südost-Oberbayern weit über diesem allgemeinen Wert. Des Weiteren ist der geringste pro Kopf Anteil in Schwaben zu erkennen (0,20 %). Im Vergleich zur absoluten Anzahl liegt der Anteil in Mittelfranken unterhalb des Durchschnitts. Südwest-Oberbayern und Niederbayern haben ungefähr den gleichen Anteil an Infektionen wie gesamt Bayern.

Alter

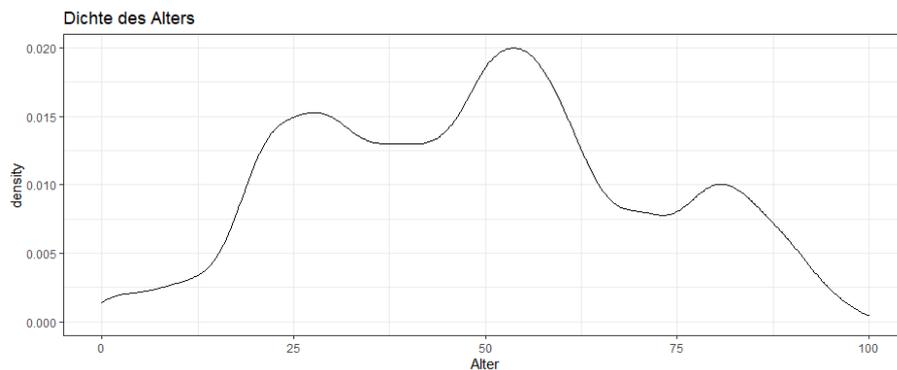


Abbildung 7: Dichte des Alters

In Abbildung 7 wird die Dichte des Alters geplottet. Es ist festzustellen, dass sich das Alter der Infizierten von Null bis Hundert Jahren erstreckt. Des Weiteren liegt eine trimodale Verteilung vor. Mit 990 Infizierten liegt der Modus des Alters bei 54 Jahren. Dies ist auch gut bei der Dichte zu erkennen, da diese um die 54 Jahre einen Hochpunkt hat. Die beiden weiteren Hochpunkte liegen bei 25 und 80 Jahren.

In der Altersspanne von Null bis Zwölf ist nur ein leichter Anstieg der Infizierten erkennbar. Von dort steigen sie bis zu einem Alter von 25 Jahren stark an. Ein kleines Tal entsteht um die 37 Jahre. Nach dem Peak um die 54 Jahre, fällt die Kurve bis 75 Jahre ab. Danach ist ein kleiner Anstieg der Erkrankten erkennbar. Bis diese nach 80 Jahren wieder abfallen.

3 Methoden

Im folgenden Abschnitt werden die verwendeten Methoden näher erläutert. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Zusammenhang zwischen Maßnahmen zur Eindämmung der Epidemie und den täglichen Erkrankungsdaten zu betrachten. Hinreichend zur Analyse ist die Berechnung der fehlenden Erkrankungsdaten, ebenso wie die Erhebung der durchgeführten Maßnahmen.

Die Analyse der Bruchpunkte ist eine Erweiterung des Papers "Analyse der Epidemischen Covid-19 Kurve in Bayern durch Regressionsmodelle mit Bruchpunkten" von F. Günther et. al. [17]. Die verwendeten Methoden basieren dementsprechend auf dem genannten Paper.

3.1 Fehlende Daten imputieren

Um die Wirksamkeit der jeweiligen Maßnahmen an den einzelnen Tagen zu betrachten, muss in einem vorhergehenden Schritt der Beginn der Erkrankung an diesen Tagen untersucht werden. Jedoch liegen bei rund 40 % der Erkrankten keine Angaben über den genauen Symptombeginn vor. Diese Zahl ist dadurch zu erklären, dass Angaben entweder nicht übermittelt werden konnten oder die Person zum Zeitpunkt der Testung keine Symptome gezeigt hat. Daher werden die fehlenden Werte mit Hilfe der erfassten Startdaten geschätzt. Dafür benutzt man das Verfahren der Imputation. Hierfür wird angenommen, dass die Verteilung der nicht vorhandenen Werten sich nicht sonderlich von den erhobenen Startzeitpunkten unterscheidet. Um die Imputation durchzuführen, wird zunächst ein Modell auf die Daten gefittet, indem nur die dokumentierten Startzeitpunkte verwendet werden. Das Modell, welches verwendet wird, ist das Weibull GAMLSS.

Weibull GAMLSS

Generalisierte additive Modelle für Lokations- Skalen und Formparameter (im Englischen: Generalized Additive Model for Location, Scale and Shape (GAMLSS)) sind semiparametrische Regressionsansätze, die von Rigby und Stansinopoulos [25] entwickelt wurden.

GAMLSS-Modelle bauen auf generalisierten linearen Modellen (GLM) sowie generalisierten additiven Modellen (GAM) auf, wobei sie die Anwendungsgrenzen der zuvor genannten Modelle überschreiten. Im Gegensatz zu einer herkömmlichen Regression muss die Zielgröße (Y) keiner Verteilung der Exponentialfamilie folgen. Zudem wird Abstand von der Mittelwertregression genommen. Mit Hilfe eines GAMLSS können verschiedene Parameter einer Verteilung modelliert werden. Die vier typischen Verteilungsparameter sind μ , σ , ν und τ . Diese charakterisieren Lokation, Skala und Form der Verteilung. Wobei die Form zum Beispiel auch noch in Schiefe und Wölbung der Verteilung untergliedert werden kann. Nach Rigby und Stansinopoulos ergibt sich dann das GAMLSS-Modell in folgender Form, wobei $g_k(\cdot)$ die Linkfunktion ist:

$$y^t = (y_1, y_2, \dots, y_n); \quad k = 1, 2, 3, 4; \quad \theta^i = (\theta_{1i}, \theta_{2i}, \theta_{3i}, \theta_{4i}) = (\mu_i, \sigma_i, \nu_i, \tau_i)$$

$$g_k(\theta_k) = \eta_k = X_k \beta_k + \sum_{j=1}^{J_k} Z_{jk} \gamma_{jk} \tag{1}$$

Daraus resultiert der Vektor η_k der Länge n;

Bekannt sind folgende Werte:

$\beta_k^T = (\beta_{1k}, \beta_{2k}, \dots, \beta_{J'_k})$ ist ein Vektor der Länge J'_k

$X_k \in \mathbb{R}^{n \times J'_k}$ ist eine bekannte Designmatrix

$Z_{jk} \in \mathbb{R}^{n \times q_{jk}}$ ist eine bekannte Designmatrix

$\gamma_{jk} \sim N_{q_{jk}}(0, G_{jk}^{-1})$ ist eine zufällige Variable der Dimension q_{jk} ($G_{jk} = G_{jk}(\lambda_{jk}) \in \mathbb{R}^{q_{jk} \times q_{jk}}$, hängt von dem Vektor der Parameter von λ_{jk} ab)

Mit Hilfe des Modells (1) kann für jeden Verteilungsparameter eine lineare Funktion von erklärenden Variablen berechnet werden.

In R kann das GAMLSS-Modell mit dem Paket `gamlss` verwendet werden. Dort sind auch viele verschiedene Verteilungen der Zielgröße implementiert.

Das Modell, welches hier gefittet wird, nimmt eine Weibull-Verteilung der Verzögerungszeit $t_d > 0$ an. Eine Weibull-Verteilung ist eine stetige, zweiparametrische Verteilung über positive reelle Zahlen. Bei bestimmter Wahl der Parameter kann diese der Normalverteilung oder der Exponentialverteilung ähneln. Die Verteilung von t_d sieht in diesem Fall so aus:

$$t_d \sim WB(\mu, \sigma), \mu > 0, \sigma > 0 \quad (2)$$

$$f(t_d|\mu, \sigma) = \sigma \cdot \mu \cdot t_d^{(\sigma-1)} \exp(-\mu t_d^\sigma) \quad (3)$$

Dabei ist μ der Skalenparameter und σ der Formparameter der Verteilung.

Für die Verzögerungszeit kann nun ein GAMLSS gefittet werden. Einflussvariablen sind hierbei Wochentag und Kalenderwoche der Meldung, sowie das Alter des Infizierten. Bei der Erstellung des Modells werden ausschließlich Meldungen mit vorhandenem Erkrankungsbeginn verwendet. Zudem werden nur positive Verzögerungen betrachtet, alle Symptombeginne nach dem Meldedatum sind für das GAMLSS nicht relevant.

Dann erhält man für die Parameter μ und σ folgende additive Prädiktoren (vgl. F. Günther et. al.[15]):

$$\eta_j = \beta_{0,j} + \sum_{k=1}^6 \beta_{k,j} I(x_{weekday} = k) + f_{1,j}(x_{week}) + f_{2,j}(x_{age}); j \in \{\mu, \sigma\} \quad (4)$$

Die beiden Effekte können sich voneinander unterscheiden, da $\beta_{0,j}$ für μ und σ unterschiedlich ist. Dies ist der form- und skalenspezifische Intercept und unterscheidet sich dementsprechend.

$\beta_{k,j}$ ist der Effekt der einzelnen Wochentage, an dem die Krankheit dem örtlichen Gesundheitsamt gemeldet wurde

$f_{1,j}$ ist ein glatter Effekt der Kalenderwoche der Meldung

$f_{2,j}$ ist ein glatter Effekt des Alters der erkrankten Person

Nachdem das Modell aufgestellt wurde, werden die fehlenden Zeitdauern geschätzt. Dabei werden μ und σ der Weibull-Verteilung für jede Beobachtung anhand des aufgestellten Modells personenspezifisch vorhergesagt. Aus dieser prognostizierten Verteilung für jede Beobachtung kann nun die Verzögerungszeit zufällig gezogen werden. Mit dem geschätzten Verzug der Meldung kann der Zeitpunkt der ersten Symptome berechnet werden.

3.2 Bruchpunktmodell mit Überdispersion

Der Verlauf der Infektionen wird mithilfe eines Poissonmodells mit Überdispersion geschätzt. Daraus lassen sich die Bruchpunkte berechnen. Als Bruchpunkte sind die Tage zu verstehen, an denen sich der Verlauf der Kurve verändert hat.

Poissonmodell mit Überdispersion

Zur grafischen Darstellung von Zähldaten mit Hilfe eines Regressionsmodells empfiehlt sich das Poissonmodell (vgl. Fahrmeir et. al. [7]). Dabei wird angenommen, dass die Zielvariable Y_i unabhängig und identisch verteilt, einer Poissonverteilung folgt.

$$Y_i \sim Po(\lambda_i) \Rightarrow p(y_i|\lambda_i) = \frac{\lambda_i^{y_i}}{y_i!} \exp(-\lambda_i)$$

Bei einer Poissonverteilung wird angenommen, dass Folgendes gilt:

$$\lambda_i = E(y_i) = Var(y_i)$$

Die Varianz und der Erwartungswert sind identisch mit dem Wert λ_i . Diese Annahme ist in der Praxis häufig nicht tragbar. Stattdessen ist die Varianz größer als der Erwartungswert, dann spricht man auch von Überdispersion. Aus diesem Grund führt wird ein Überdispersionsparameter ϕ eingeführt.

$$Var(y_i) = \phi \lambda_i$$

Für $\phi = 1$ liegt wieder die Verteilung ohne Überdispersion vor. ϕ ist der Faktor, welcher angibt, wie viel größer die Varianz als der Erwartungswert ist.

Mit Hilfe dieser Annahmen lässt sich nun ein Poissonmodell für den Erwartungswert aufstellen.

$$\begin{aligned} \lambda_i = E(y_i) &= \exp(\eta_i) = \exp(x_i' \beta) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}) \\ Var(y_i) &= \phi \lambda_i \end{aligned}$$

Um das Modell auf die vorliegenden Daten anzuwenden, werden diese zunächst transformiert. Dazu wird ein Datensatz erstellt, bei dem die Anzahlen der imputierten Erkrankungsbeginne vorliegen. Es ist zu beachten, dass es sich um aufeinanderfolgende Daten handelt. Gab es an einem Tag keine Neuerkrankungen, wird die Anzahl auf 0 gesetzt.:

Datum	Fälle
22.02.2020	7
23.02.2020	8
24.02.2020	13
...	...

Somit ergibt sich das Modell für die Anzahl der Fälle, wobei t das Datum des jeweiligen Tages ist:

$$E(Y_t) = \exp(\beta_0 + \beta_1 t) \tag{5}$$

Für jede Region wird jeweils ein anderer Dispersionsparameter ϕ geschätzt. Würde man diesen nicht berechnen, sondern immer auf 1 setzen, kann es gut sein, dass manche Effekte falsch geschätzt und fälschlicherweise als signifikant angesehen werden.

Bruchpunktmodell

Um den Verlauf der Kurve besser zu betrachten, kann man ein Bruchpunktmodell anschauen. Dabei wird die Verbindung von der Zielvariablen und einer oder mehreren abhängigen Variablen als stückweise stetige Funktionen betrachtet. Der Steigungsparameter der Kurve ändert sich in jedem dieser Bruchpunkte.

Muggeo [19] hat folgendes Modell aufgestellt, um diese Beziehung von dem Mittelwert der Zielvariable $E(Y)$ und der Variable X für $i = 1, 2, \dots, n$ darzustellen, dabei ist K die Anzahl der Bruchpunkte, die es zu ermitteln gilt:

$$E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \sum_{k=1}^K \gamma_k (x_i - \psi_k)_+ \quad (6)$$

Hier ist ψ_k der k -te Bruchpunkt. Der Ausdruck $(x_i - \psi_k)_+$ ist genau dann $\neq 0$, wenn $x_i > \psi_k$ ist. Daraus ergibt sich dann, dass β_1 der Wachstumsfaktor vor dem ersten Bruchpunkt ist und für jeden weiteren Faktor wird γ_k dazu addiert. (nach dem ersten Bruchpunkt: $\beta_2 = \beta_1 + \gamma_1, \beta_3 = \beta_2 + \beta_1 + \gamma_1 + \gamma_2, \dots$)

In dem statistischen Programm R lässt sich ein Bruchpunktmodell mit dem Paket 'segmented' von Muggeo erstellen. Es werden alle möglichen Modelle für die Anzahl der Bruchpunkte geschätzt. Ist K die Nummer an Bruchpunkten und n die Anzahl an möglichen Punkten, so ergibt die Gesamtzahl der geschätzten Modelle zu $\binom{n}{K}$. Es wird das Modell ausgewählt, welches sich an die vorliegenden Daten am besten anpasst.

Für die vorliegenden Daten wird folgendes Modell mit Überdispersion geschätzt (vgl. F. Günther et al. [17]):

$$E(Y_t) = \exp(\beta_0 + \beta_1 t + \sum_{k=1}^K \gamma_k (t - CP_k)_+) \quad (7)$$

$E(Y_t)$: ist die erwartete Anzahl an Neuerkrankungen zum Tag t

K : ist die Anzahl der Bruchpunkte

CP_k : Zeitpunkte der Bruchpunkte

β_1 : ist der Wachstumsparameter der Phase vor dem ersten Bruchpunkt

$\beta_2 = \beta_1 + \gamma_1$: ist der Wachstumsparameter zwischen dem ersten und dem zweiten Bruchpunkt

$\beta_3 = \beta_1 + \gamma_1 + \gamma_2$: ist der Wachstumsparameter zwischen dem zweiten und dem dritten Bruchpunkt

...

Für den vorliegenden Datensatz wird das Modell verwendet, welches die geringste Devianz aufweist. Die Devianz gibt an, wie weit das gefittete Modell von dem perfekten Modell entfernt ist. Je geringer der Wert der Devianz, desto genauer spiegelt das Modell die Daten wider.

3.3 Eingliederung der Maßnahmen und Starkbierfeste

Um den Zusammenhang der Maßnahmen mit dem Verlauf der Kurve zu betrachten, muss zunächst die Inkubationszeit beachtet werden. In den vorliegenden Daten ist der übermittelte Startzeitpunkt festgelegt. Es ist zu beachten, dass dieser Startzeitpunkt nicht den Tag der Infektion, sondern den Zeitpunkt des Erstauftretens von Sars-Cov-2-Symptomen darstellt. Aus diesem Grund muss von den Tagen, an denen Infizierte die ersten Symptome gezeigt haben die Dauer der Inkubationszeit abgezogen werden. Der Median der Inkubationszeit beträgt nach S. A. Lauren et al. [18] fünf Tage. Wenn von den imputierten Daten fünf Tage abgezogen werden, verschieben sich die ermittelten Bruchpunkte ebenfalls um fünf Tage. In den Grafiken bedeutet dies eine Verschiebung der Bruchpunkte nach links.

Erhebung und Kategorisierung der Maßnahmen

Zur Erfassung aller getroffenen Maßnahmen wird im ersten Schritt eine breit gefächerte Literaturrecherche durchgeführt. Diese Quellennachforschungen beziehen Verordnungen mit ein, welche bis Ende April in Kraft getreten sind. Dieser Zeitraum deckt sich mit dem Untersuchungsrahmen der vorliegenden Arbeit. Ausgehend von der Maßnahmenenerhebung werden diese näher in Kategorien unterteilt. Zunächst werden für jede durchgeführte Maßnahme im Freistaat Bayern folgende Merkmale erhoben:

1. ID: Aufzählungsnummer der Maßnahme
2. Region: Region, in welcher die Maßnahme getroffen wurde
3. Ort: Landkreis, Stadt oder Regierungsbezirk der Maßnahme (dies unterscheidet sich von der Region, wenn die Maßnahme nicht in ganz Bayern oder einer ganzen Region getroffen wurde)
4. Datum: Tag, an dem die Maßnahme in Kraft getreten ist
5. Kategorie: Kategorie der Maßnahme
6. Lockerung: ob es sich um eine Maßnahme oder um eine Lockerung einer solchen handelt
7. Maßnahme: um was genau es sich handelt
8. Quelle: woher die Information stammt

Die einzelnen Kategorien der Einschränkungen sind in Tabelle 2 aufgeführt:

Kategorie	Erklärung
Social Distancing	Kontaktverbot Gruppengröße bei Veranstaltungen werden begrenzt Schließung von Läden und Restaurants Ausgangsbeschränkungen Maskenpflicht
Bildung	Schulschließung Kindergartenschließung Einschränkungen in den Universitäten Verschiebung von sämtlichen Prüfungsformen
Kirche	Absage von Gottesdiensten Verschiebung von Sakramentsfeiern
Reisen	Reisewarnungen Grenzschließungen Grenzkontrollen Einschränkungen im Betriebsverkehr
Pflege	Besuchsverbot in Pflegeeinrichtungen Einschränkungen bei Behinderteneinrichtungen Aufnahmestopp in Altenheimen
Absagen	Absagen von großen Messen und Festen
Ansprachen	Ansprachen von Politikern Katastrophenfall wird ausgerufen Bußgeldkatalog

Tabelle 2: Kategorien der Maßnahmen

Erhebung der Starkbierfeste

Anfang März haben in einigen bayerischen Orten Starkbierfeste stattgefunden. Um zu Überprüfen, ob es einen Zusammenhang zwischen den Veranstaltungen und dem Anstieg der Infektionskurve gab, werden auch die Starkbierfeste systematisch erfasst. Hierzu werden in Lokalnachrichten, auf Veranstalterseiten und in den sozialen Netzwerken gezielt nach Starkbierfesten gesucht. Dieses Vorgehen erfolgt für jede Gemeinde des Freistaates Bayern. Es ist nicht zu gewährleisten, dass alle relevante Feiern gefunden wurden, da manche Gemeinden und Vereine zum Beispiel keinen Webauftritt haben. Alle gefundenen Feste werden systematisch in eine Tabelle eingetragen. Dabei ist zu beachten, dass nur die Starkbierfeste berücksichtigt wurden, welche vor dem 16. März angesetzt waren, da ab diesem Zeitpunkt ein Versammlungsverbot galt und alle weiteren Feste abgesagt wurden. Im folgenden ist eine Übersicht über die erhobenen Merkmale der Starkbierfeste zu finden:

1. ID: Aufzählungsnummer des Festes
2. Landkreis: Landkreis, in welchem das Starkbierfest stattgefunden hat
3. Regierungsbezirk: zugehöriger Regierungsbezirk (bei Oberbayern die Region)
4. Ort: in welcher Gemeinde/Stadt das Fest stattgefunden hat
5. Datum: Datum des Festes oder abgesagt, wenn das Fest vor dem 16. März abgesagt wurde
6. Besucheranzahl: wie viele Personen ungefähr das Fest besucht haben (wobei diese auf 250 gesetzt wurde, wenn keine Information zur Teilnehmeranzahl vorliegt ¹)
7. Quelle: die Quelle der Informationen

¹Diese Zahl wurde angenommen, da davon ausgegangen wird, dass die größten Feierlichkeiten mit Teilnehmeranzahl gefunden wurden. Bei manchen kleineren Starkbierfesten hat die Recherche lediglich ergeben, dass die Räumlichkeiten voll besetzt waren. Da es sich bei diesen Räumlichkeiten meist um Turnhallen oder Lokalen handelte, wurde auf Grund der erhobenen Feste in solchen Räumlichkeiten angenommen, dass das Fest um die 250 Besucher zählte.

4 Ergebnisse

4.1 Imputation

In den in Abbildungen 8-12 dargestellten Plots sind die Ergebnisse des Weibull-GAMLSS für die Verspätung der Meldung zu erkennen. Die einzelnen Grafiken beinhalten den Einfluss der Variablen Wochentag, Alter und Kalenderwoche der Meldung. Um die regionalen Unterschiede zu betrachten, wird ein solches Modell für jede der zehn Regionen gefittet, zusätzlich dazu noch in ganz Bayern zum Vergleich.

Die Anzahl der Tage der Verspätung ist an der y-Achse abgebildet. Jeder einzelne Kasten repräsentiert einen Tag der Woche. Für jeden dieser Wochentage ist auf der x-Achse das Alter der infizierten Person abgetragen. Die jeweiligen Kalenderwochen der Meldungen werden mithilfe der zugewiesenen Farben dargestellt.

Mit Hilfe dieser Darstellung kann nun identifiziert werden, was für einen Einfluss die verschiedenen Variablen auf die Verzögerung haben.

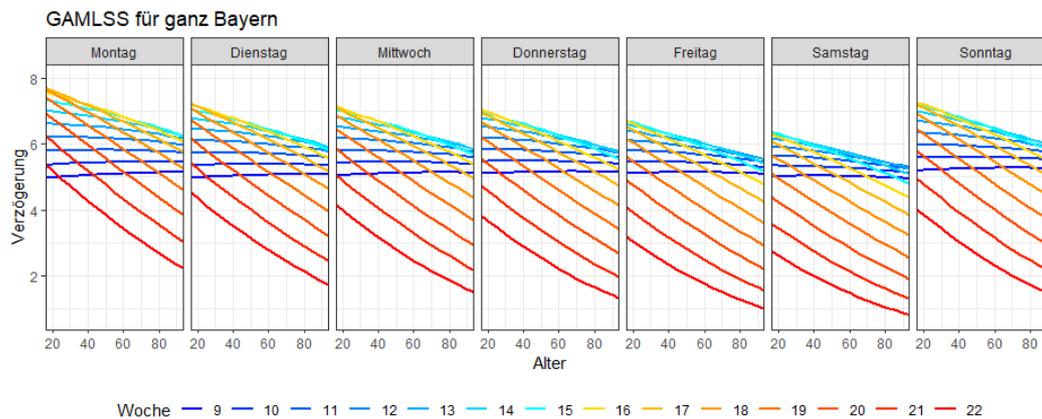


Abbildung 8: Median der Verzögerung in Bayern

Abbildung 8 zeigt, dass der Median der Verzögerung für ganz Bayern zwischen einem und acht Tagen liegt.

Die kürzeste Verzögerungszeit ist samstags in der 22. Kalenderwoche für eine ältere Person. Die längste Zeit wird hingegen etwa in der 16. Kalenderwoche montags für jüngere Infizierte gemessen. Über die Woche hinweg sinkt die Verzögerung bis samstags. An einem Sonntag steigt diese dann wiederum an. Des Weiteren ist zu beobachten, dass der Einfluss der Kalenderwochen stark mit dem Alter zusammenhängt. Die frühen Wochen sind über die gesamte Altersspanne hinweg relativ stabil bei circa fünf Tagen Verzögerung. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass die Kurve der Mediane bei Erhöhung der Woche und Alter immer stärker abfällt. Also je später im Jahr und je älter die Person ist, desto kürzer ist die Zeit bis zur Meldung.

Auf den folgenden Seiten sind als Beispiel die Modelle von vier Regionen dargestellt, welche sich am meisten von gesamt Bayern unterscheiden. Durch die Unterschiede in den Abbildungen ist anzunehmen, dass es sinnvoll ist die Imputation für jede Region einzeln vorzunehmen. Die Gebiete weisen ein individuelles Meldeverhalten auf.

Die Grafiken der weiteren Gebiete sind im Anhang der Arbeit zu finden, da sie sehr starke Ähnlichkeiten mit den gezeigten Abbildungen aufweisen.

Schwaben (Abbildung 34), Oberfranken (Abbildung 31) und Mittelfranken (Abbildung 32) haben große Ähnlichkeiten mit gesamt Bayern. Ebenfalls Gemeinsamkeiten mit Bayern weisen München (Abbildung 35) und Nord-Oberbayern (Abbildung 36) auf. Die Verzögerungszeit in diesen Regionen variiert um +/- 1 Tag im Vergleich zum gesamten Freistaat.

Das Meldeverhalten in Niederbayern (Abbildung 33) hingegen weist Übereinstimmungen mit der folgenden Abbildung 9 für Südwest-Oberbayern auf.

Südwest-Oberbayern

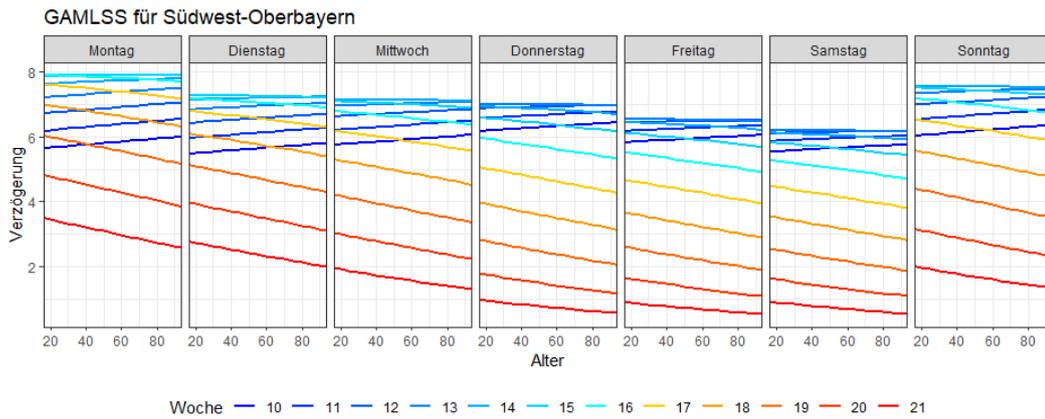


Abbildung 9: Median der Verzögerung in Südwest-Oberbayern

In Südwest-Oberbayern liegt der Median, ähnlich wie in gesamt Bayern, zwischen zwei und acht Tagen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Gebieten, hat hier das Alter der mit Covid-19 infizierten Personen keine starke Wirkung auf die Dauer der Verspätung. Die Kombination aus Kalenderwoche und Wochentag zeigt relevantere Ergebnisse. Montags nimmt in der ersten Hälfte mit Anstieg der Kalenderwoche auch der Verzug zu. Nach der 16. Woche ist ein Abfall der Verzögerung zu erkennen. An einem Samstag ist nur eine leichte Erhöhung der Verspätung in den ersten zwei bis drei Wochen zu erkennen, die Verringerung ist hingegen schon früher zu sehen.

Die kürzeste Dauer der Meldung wird in der 21. Kalenderwoche von Donnerstag bis Samstag gemessen und beträgt etwa einen Tag. Die größte Zeitspanne von Symptombeginn bis Mitteilung der Erkrankung ist an einem Montag in der 15. Kalenderwoche zu erkennen.

Unterfranken

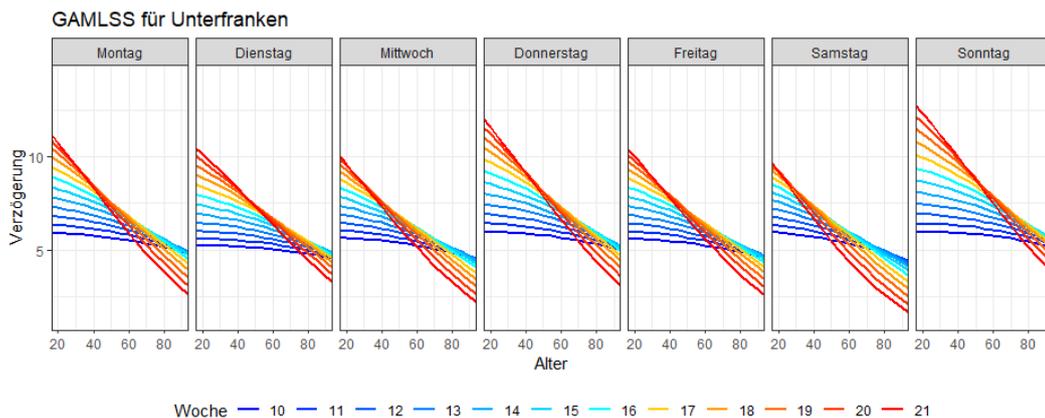


Abbildung 10: Median der Verzögerung in Unterfranken

Wie in Abbildung 10 zu erkennen ist, haben die drei Variablen in Unterfranken einen anderen Einfluss auf die Verspätung nach Erkennen der Symptome. Generell ist zu sehen, dass mehr Tage zwischen Krankheitsausbruch und Meldung liegen. Der Median der kürzesten Verzögerung ist am Samstag für ältere Menschen in der 21. Kalenderwoche. Die meisten Tage nach den ersten Symptomen sind dann vergangen, wenn der Report, der Erkrankung am Sonntag in der 21. Kalenderwoche für jüngere Personen, eingegangen ist.

Es ist bemerkbar, dass die anfänglichen Wochen einen relativ stabilen Einfluss über das Alter und die Wochentage hinweg haben. Der Median liegt hier bei knapp über fünf Tagen. Je weiter fortgeschritten das Jahr ist, desto mehr schwankt der Einfluss des Alters. Mit Zunahme des Alters nimmt die Zeitspanne von der Infektion bis hin zum Melden ab. Des Weiteren ist zu sehen, dass die Verspätung über die Wochentage in etwa gleich bleibt, wobei lediglich sonntags eine leichte Erhöhung zu erkennen ist.

Oberpfalz

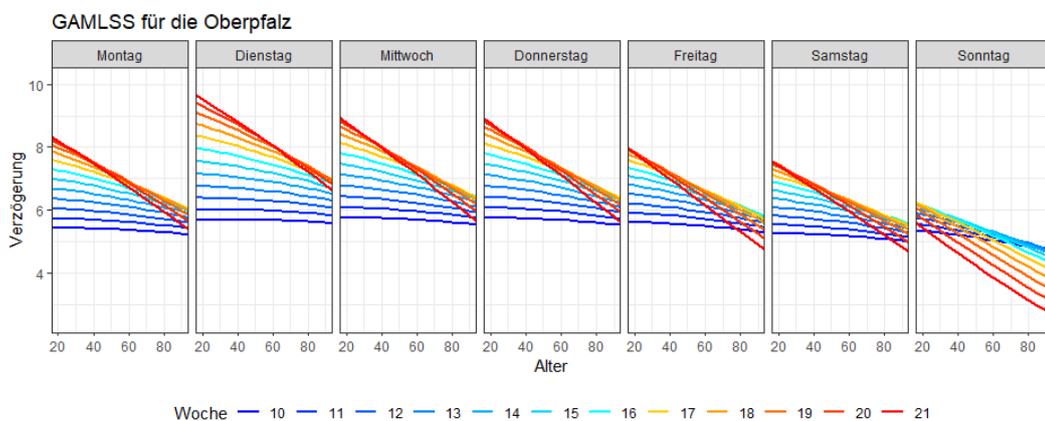


Abbildung 11: Median der Verzögerung von der Oberpfalz

Auch in der Oberpfalz ist die Verspätung der Meldung in den anfänglichen Wochen über die beiden anderen Einflussvariablen recht stabil bei fünf bis sechs Tagen. Auffällig ist jedoch, dass sich der Einfluss in späteren Wochen stärker unterscheidet. Wie auch im gesamten Bundesland nimmt die Anzahl der Tage mit steigendem Alter ab.

Des Weiteren ist zu bemerken, dass sich der Median der einzelnen Wochentage unterscheidet. An einem Dienstag ist der Verzug in den späteren Wochen größer als in den früheren Kalenderwochen. Sonntags ist dieser Effekt genau umgekehrt. Somit liegt der kleinste Median in der Oberpfalz an einem Sonntag in der 21. Woche für Menschen im fortgeschrittenen Alter. Die längste Verspätung ist mit fast zehn Tagen an einem Dienstag in der gleichen Woche für junge Personen zu erkennen.

Südost-Oberbayern

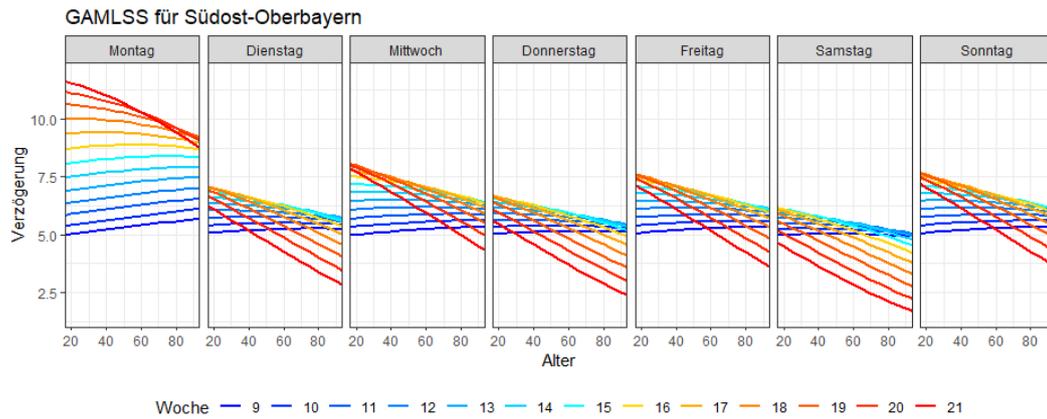


Abbildung 12: Median der Verzögerung von Südost-Oberbayern

In Südost-Oberbayern sind deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Wochentagen erkennbar. Montags ist die Verzögerung, je später die Kalenderwoche, gestiegen. Außerdem ist der Einfluss des Alters besonders in den letzten Wochen zu sehen, in den anderen Wochen sind die Linien relativ parallel zueinander. Etwa ab Woche 18 geht die Dauer der Verspätung mit steigendem Alter zurück. Bei den verbleibenden sechs Tagen sind wiederum zwei Gruppen erkennbar, die sich sehr ähnlich sind. Der Verlauf der Mediane am Mittwoch, Freitag und Sonntag ist sehr gleichartig, sowie die Entwicklung am Dienstag, Donnerstag und Samstag. Bei der ersten Gruppe ist die Verzögerung meist etwas länger (im Intervall von etwa $[3;8]$) als bei der zweiten Gruppe (Intervall von etwa $[1;7]$). Des Weiteren ist an diesen sechs Tagen erkennbar, dass sich der Einfluss des Alters bei Erhöhung der Kalenderwoche verstärkt. Hier ist der Effekt zu sehen, dass die Zeit nach dem Bemerkten der ersten Symptome bis zur Meldung mit vorschreitender Zeit und steigendem Alter immer kürzer wird.

Der größte Median der Verspätung in Südost-Oberbayern ist montags in der 21. Kalenderwoche für sehr junge Infizierte. Die kürzeste Zeitdauer wurde gemessen, wenn die Meldung an einem Samstag in der 21. Kalenderwoche für eine ältere Person eingegangen ist.

Geschätzte Erkrankungsbeginne

Anhand des Modells für den Einfluss der Variablen Wochentag der Meldung, Kalenderwoche und dem Alter der infizierten Person, kann nun auch für nicht erhobene Startzeitpunkte das Covid-19-Erkrankungsdatum berechnet werden. In den Abbildungen 13 bis 16 sind die geschätzten Zahlen der Neuinfektionen nach Regionen für jeden Tag im Zeitraum von Ende Februar bis Anfang Mai abgebildet. Auf der x-Achse ist das Datum abgetragen und an der y-Achse wird die absolute Anzahl der geschätzten Fälle angegeben. Zur besseren Darstellung der beiden Ausprägungen sind die Balken in zwei verschiedene Farben unterteilt. Dabei sind in orange die Personen erfasst, von denen der Startpunkt der Erkrankung erhoben wurde, der imputierte Anteil ist in blau abgebildet. Der Anteil der imputierten Fälle liegt in den meisten Regionen zwischen 30 % und 46 %. Lediglich in Oberfranken und Niederbayern ist die erhobene Anzahl höher. In Unterfranken sowie Südwest-Oberbayern ist bei weniger als der Hälfte der Fälle der Startpunkt der Infektion erfasst worden.

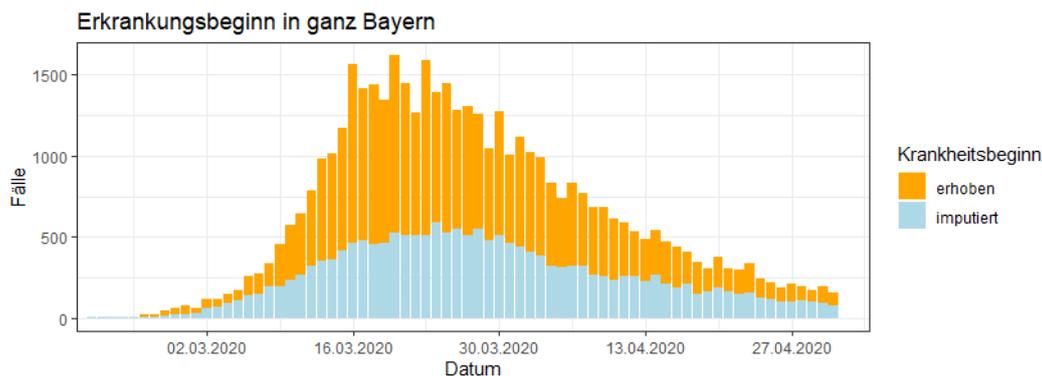


Abbildung 13: Tägliche Erkrankungsdaten in Bayern

Abbildung 13 zeigt den Erkrankungsbeginn in ganz Bayern. Insgesamt wurden 40 % der Infizierungszeiträume mithilfe des Weibull-GAMLSS-Modells geschätzt. Eine Betrachtung aller Infektionszahlen im zeitlichen Verlauf zeigt, dass die Anzahl der Fälle Anfang März angestiegen ist. Mitte des Monats sind die Zahlen wieder zurückgegangen und die Fälle wurden gleichmäßig weniger. Im Folgenden werden beispielhaft die drei Regionen mit dem größten oder geringsten Anteil der imputierten Fälle betrachtet. Die Abbildungen der weiteren Regionen sind im Anhang zu finden.

Südwest-Oberbayern

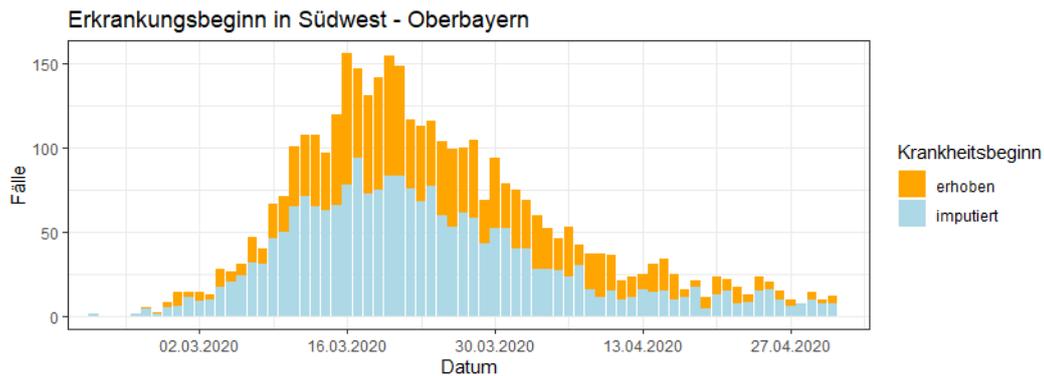


Abbildung 14: Tägliche Erkrankungsdaten in Südwest-Oberbayern

Wie in Abbildung 14 zu sehen ist, gibt es in Südwest-Oberbayern einen sehr hohen Anteil an imputierten Erkrankungsbeginn. Dieser ist mit 58,8 % der höchste Wert im Vergleich mit den anderen Regionen. In Südwest-Oberbayern wurde ein Höchstwert von knapp über 150 Infektionen pro Tag berechnet. Im Vergleich mit ganz Bayern fällt auf, dass die Neuinfektionen nach einem Hochpunkt Mitte März schneller sinken und ab Mitte April ziemlich konstant bleiben.

Niederbayern

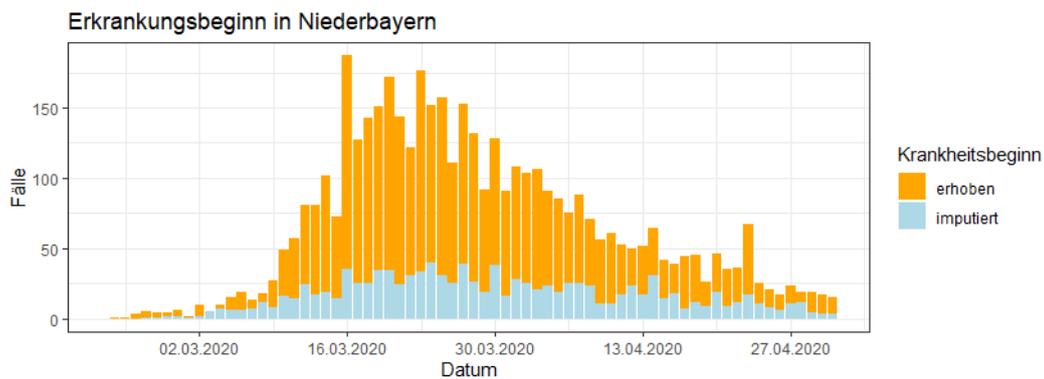


Abbildung 15: Tägliche Erkrankungsdaten in Niederbayern

In Niederbayern ist der Anteil der imputierten Fälle mit 25,2 % sehr gering. Am 16. März sind der Schätzung nach am meisten Menschen erkrankt (circa 180). Ende Februar/Anfang März sind die Erkrankungen langsam angestiegen bis es am 16. März zu einem Höchststand kam. Danach haben sich wieder weniger Menschen mit Covid-19 angesteckt, bis es Ende April nochmals einen leichten Anstieg gab. Ähnlich wie in Oberfranken (Abbildung 16) gibt es zwischen den verschiedenen Tagen Schwankungen bei der Anzahl der Neuerkrankungen.

Oberfranken

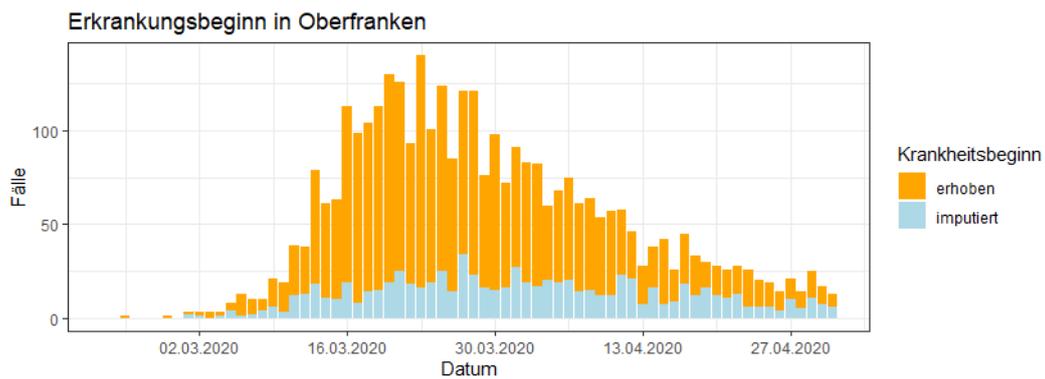


Abbildung 16: Tägliche Erkrankungsdaten in Oberfranken

Von allen gemeldeten Covid-19-Erkrankungen in Bayern wurden mit 67 % in Oberfranken die meisten Startzeitpunkte erhoben. In Abbildung 16 ist dies durch den geringen Anteil an imputierten Daten (blau) zu erkennen. Zudem ist erkennbar, dass über den Zeitraum hinweg täglich eine ähnliche Anzahl an Daten imputiert wurde. Der Anstieg der Neuerkrankungen wird in der Region vor allem durch die dokumentierten Fälle deutlich. Insgesamt betrachtet, ist ein starker Anstieg der Infektionen von Anfang März bis zum 23. März zu erkennen. Dieser Tag hat mit 135 Neu-Infektionen den Höchstwert an gemeldeten Fällen im Untersuchungszeitraum. Ab diesem Zeitpunkt nimmt die Zahl der täglichen Neuerkrankungen ab. Im Gegensatz zu gesamt Bayern sind in Oberfranken stärkere Schwankungen zwischen den einzelnen Tagen festzustellen.

4.2 Bruchpunktmodell mit Überdispersion

Anschließend wird das Bruchpunktmodell gefittet. Für jede Region wird dabei ausgewählt, ob drei oder vier Bruchpunkte besser geeignet sind, um den Verlauf darzustellen. Kriterium für die Entscheidung ist der Dispersionsparameter ϕ . Bei einem Modell mit vier Bruchpunkten ist dieser für alle Regionen kleiner als bei einem Modell mit drei Bruchpunkten. Jedoch ist der Unterschied für jede Region individuell. Bei einer Differenz von $< 0,1$ werden drei Bruchpunkte bevorzugt, da die Unsicherheit der Bruchpunkte geringer ist.

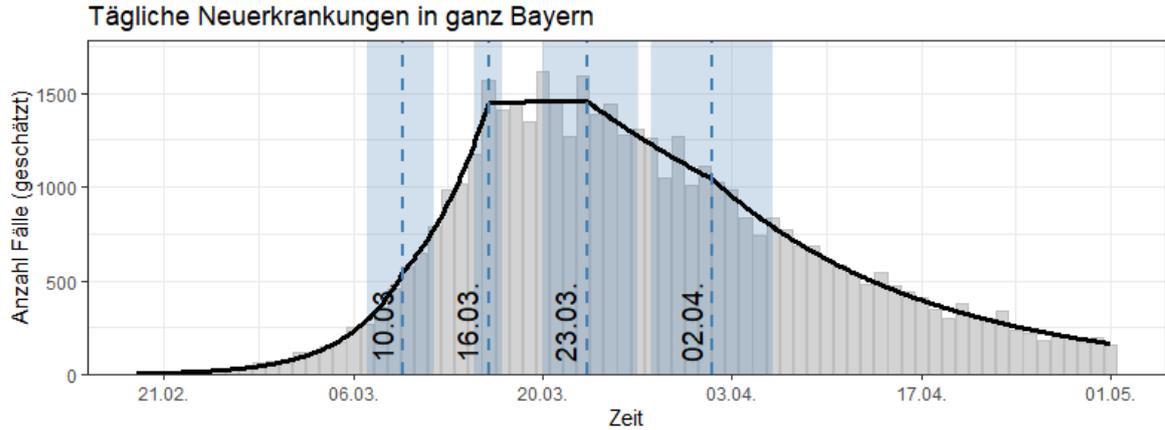


Abbildung 17: Geschätzte Bruchpunkte in Bayern

In Abbildung 17 sind vier Bruchpunkte für ganz Bayern dargestellt. Der Dispersionsparameter hat einen Wert von 3,97. Die Varianz ist somit fast viermal so groß wie der Erwartungswert. Die grauen Balken geben die geschätzten Neuerkrankungen pro Tag an. Die blauen gestrichelten Linien zeigen die berechneten Bruchpunkte für Bayern. Der Schlauch um diese Linie ist das 95 %-Intervall dieser Bruchpunkte, also der Bruchpunkt liegt mit einer 95 %-igen Sicherheit innerhalb dieses Intervalls. Die schwarze Linie zeigt die aus den Bruchpunkten resultierende Kurve der Erkrankungen.

In Tabelle 3 sind die geschätzten Bruchpunkte mit den jeweiligen Konfidenzintervallen aufgezeigt. Der untere Teil der Tabelle zeigt den berechneten Wachstumsfaktor für die Phasen zwischen den Bruchpunkten. Auch hier sind die 95 %-Intervallgrenzen dargestellt. .

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	19,7 (10.03.2020)	17,5 (07.03.2020)	21,9 (13.03.2020)
2	26 (16.03.2020)	25,2 (15.03.2020)	26,8 (17.03.2020)
3	33,3 (23.03.2020)	30,3 (20.03.2020)	36,2 (27.03.2020)
4	42,6 (02.04.2020)	38,7 (28.03.2020)	46,4 (06.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,27	1,24	1,30
2	1,17	1,14	1,20
3	1,00	0,981	1,02
4	0,964	0,950	0,979
5	0,939	0,935	0,944

Tabelle 3: Bruchpunkte in ganz Bayern

Durch die Bruchpunkte entstehen folgende fünf Phasen für ganz Bayern:

1. Phase: Der Multiplikationsfaktor liegt hier bei 1,27. Somit ist ein deutlicher Anstieg der Erkrankungen vom Untersuchungsbeginn (20. Februar) bis 10. März zu vermerken.
- 2 Phase: Zwischen dem 10. und 16. März flacht die Kurve langsam ab, der Faktor geht auf 1,17 zurück.
3. Phase: Im Zeitraum vom 16. bis 23. März ist der Multiplikationsfaktor circa 1. Somit bleibt die Anzahl der Neuinfektionen in diesem Zeitraum ziemlich stabil.
4. Phase: Der Faktor sinkt vom 23. März bis 02. April weiter auf unter 1, die Anzahl der Neuinfektionen nimmt somit weiter ab.
5. Phase: Ab dem 02. April nimmt der Faktor weiter ab, dieser liegt in dem Intervall $[0,935 ; 0,944]$.

Ganz Bayern gibt einen guten generellen Überblick über die Bruchpunkte. Werden die einzelnen Regionen nun miteinander verglichen, fällt auf, dass bei sieben von zehn der definierten Gebiete ebenfalls Bruchpunkte am 15./16. März sowie um den 23. März vorhanden sind. Mitte März flacht die Erkrankungsrate langsam ab und Ende des Monats geht die Anzahl der täglichen Neuerkrankungen zurück. Auffällig ist, dass in Südwest-Oberbayern, als einzige Region, keines dieser genannten Daten als Bruchpunkt geschätzt wurde. Diese sind etwas nach hinten verschoben.

Die beiden äußeren Bruchpunkte haben in den einzelnen Regierungsbezirken meist etwas mehr gestreut. Die 95 %-Konfidenzintervalle dieser Punkte sind häufig auch etwas größer.

Im Folgenden werden vier Regionen dargestellt, die sich am stärksten vom typischen Verlauf in Bayern unterscheiden, die restlichen Bruchpunkte sind im Anhang aufgeführt. Der Krankheitsverlauf in Mittelfranken (Abbildung 44), Südost-Oberbayern (Abbildung 47) und Nord-Oberbayern (Abbildung 46) weist starke Ähnlichkeiten mit gesamt Bayern auf. Das Infektionsgeschehen in der Oberpfalz (Abbildung 48) deckt sich zu großen Teilen mit dem in Unterfranken (Abbildung 21).

München

Der Erkrankungsverlauf in der Stadt München unterscheidet sich von ganz Bayern. Man kann einen deutlichen Peak um den 16. März erkennen. In der Landeshauptstadt steigen die Erkrankungen stark an, bis diese dann um den 16. März stark sinken und erst Mitte April langsam abflachen. Ein solcher Verlauf ist nur in München zu beobachten.

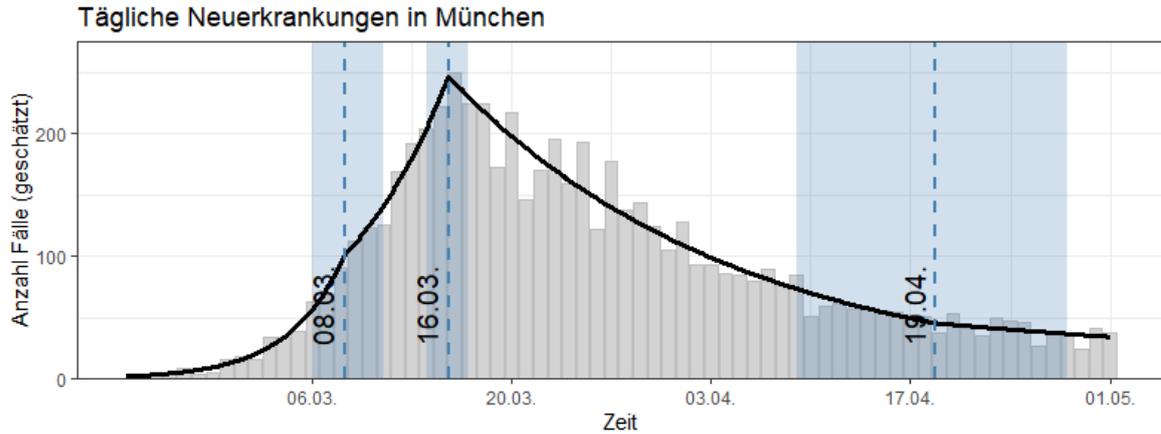


Abbildung 18: Geschätzte Bruchpunkte in München

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	15,3 (08.03.2020)	13,4 (06.03.2020)	17,1 (11.03.2020)
2	22,6 (16.03.2020)	21,7 (14.03.2020)	23,5 (17.03.2020)
3	56,7 (19.04.2020)	47,9 (09.04.2020)	65,5 (28.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,29	1,24	1,35
2	1,13	1,09	1,17
3	0,952	0,947	0,956
4	0,977	0,948	1,01

Tabelle 4: Bruchpunkte in München

Somit entstehen folgende vier Phasen für München:

1. Phase: Bis zum 8. März steigt die Kurve stark an. Der Multiplikationsfaktor liegt im Intervall $[1,24 ; 1,35]$.
- 2 Phase: Am 8. März ist ein leichter Knick im Graphen zu erkennen. Der Wachstumsfaktor sinkt auf 1,13.
3. Phase: Im Zeitraum vom 14. bis 17. März ist ein prägnanter Bruchpunkt zu bemerken. Der Faktor geht sehr stark runter auf 0,952, so dass die Kurve nun fallend ist.
4. Phase: Nach dem letzten Bruchpunkt am 19. April flacht die Kurve etwas ab. Der Wachstumsfaktor liegt zwischen 0,948 und 1,01.

Südwest-Oberbayern

Die Bruchpunkte in Südwest-Oberbayern unterscheiden sich von den meisten anderen Gebieten. Hier sind keine Bruchpunkte am 16. oder 23. März zu bemerken. Stattdessen ist ein starker Anstieg der täglichen Neuerkrankungen erkennbar, bis es zu einem Peak am 19. März kommt. Daraufhin flacht die Kurve langsam ab. Des Weiteren hat Südwest-Oberbayern mit 1,41 den höchsten Wachstumsfaktor in der Phase vor dem ersten Bruchpunkt.

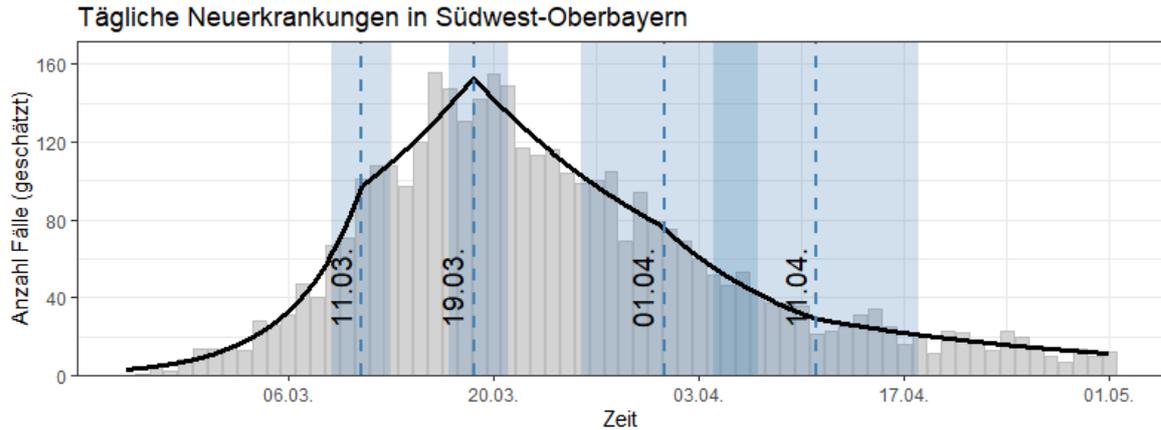


Abbildung 19: Geschätzte Bruchpunkte in Südwest-Oberbayern

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	16 (11.03.2020)	14,6 (09.03.2020)	17,5 (13.03.2020)
2	23,7 (19.03.2020)	22,1 (17.03.2020)	25,3 (21.03.2020)
3	36,6 (01.04.2020)	31 (26.03.2020)	42,2 (07.04.2020)
4	47 (11.04.2020)	40,3 (04.04.2020)	53,7 (18.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,41	1,27	1,57
2	1,15	1,12	1,17
3	0,962	0,950	0,975
4	0,881	0,810	0,959
5	0,947	0,936	0,958

Tabelle 5: Bruchpunkte in Südwest-Oberbayern

Somit entstehen folgende fünf Phasen für Südwest-Oberbayern:

1. Phase: Bis zum 11. März ist der Anstieg der Neuerkrankungen sehr hoch. Der Multiplikationsfaktor liegt zwischen 1,27 und 1,57.
2. Phase: Das exponentielle Wachstum der Kurve geht etwas zurück. Nach dem 11. März sinkt der Faktor auf 1,15.
3. Phase: Nach dem Peak um den 19. März sinken die Erkrankungen von Covid-19 in Südwest-Oberbayern. Der Wachstumsfaktor liegt bei 0,962.
4. Phase: Anfang April ist nochmal ein Knick in der Kurve zu erkennen, der Faktor geht weiter zurück auf 0,881 (Konfidenzintervall: [0,810; 0,959])
5. Phase: Um den 11. April steigt der Wachstumsfaktor wieder etwas, bleibt jedoch weiterhin unter 1 (0,947). Dies hält sich konstant bis Anfang Mai.

Niederbayern

In Niederbayern ist zunächst der typische Verlauf des Erkrankungsgeschehens erkennbar. Am 16. März flacht die Kurve erstmals ab und ab dem 24. März sinkt diese. Hier ist jedoch auffällig, dass die Neuerkrankungen Ende April nochmals kurz ansteigen. Von den zehn definierten Gebieten ist in Niederbayern zudem die geschätzte Überdispersion mit 2,21 am größten.

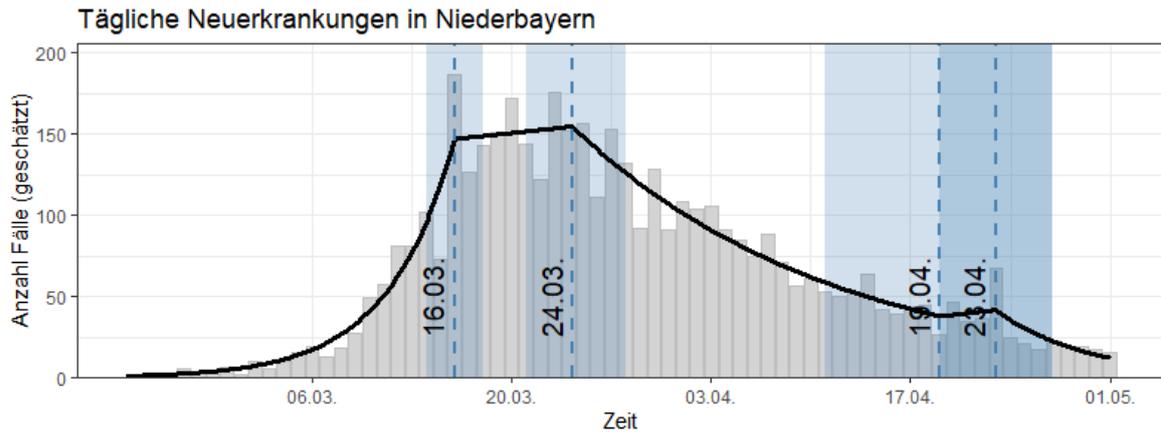


Abbildung 20: Geschätzte Bruchpunkte in Niederbayern

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	23 (16.03.2020)	21,8 (14.03.2020)	24,2 (18.03.2020)
2	31,3 (25.03.2020)	28 (21.03.2020)	34,6 (28.03.2020)
3	57,1 (19.04.2020)	49,6 (11.04.2020)	64,5 (27.04.2020)
4	61 (23.04.2020)	57,5 (19.04.2020)	64,5 (27.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,24	1,20	1,28
2	1,01	0,974	1,04
3	0,947	0,938	0,956
4	1,03	0,836	1,26
5	0,857	0,770	0,955

Tabelle 6: Bruchpunkte in Niederbayern

Somit entstehen folgende fünf Phasen für Niederbayern:

1. Phase: Bis zum 16. März ist die Ansteckungsrate von Covid-19 in Niederbayern stark steigend. Der Wachstumsfaktor liegt bei 1,24.
- 2 Phase: Im Zeitraum vom 16. bis 23. März liegt der Faktor nahe bei 1 (95%-Konfidenzintervall: [0,974;1,04]). In Niederbayern waren somit die täglichen Erkrankungen in diesem Zeitraum nahezu stabil.
3. Phase: Um den 24. März ist ein deutlicher Knick in der Kurve zu erkennen. Bis Mitte April sinkt die Anzahl der geschätzten Neuerkrankungen. Der Wachstumsfaktor liegt bei 0,947.
4. Phase: Ende April kommt es erneut zu einem leichten Anstieg der Kurve. Der Multiplikationsfaktor erhöht sich um den 19. April auf 1,03.
5. Phase: Am 23. April ist ein erneuter Knick zu verzeichnen. Der Faktor sinkt bis Anfang Mai auf 0,857.

Unterfranken

Auch der Covid-19-Verlauf in Unterfranken unterscheidet sich von dem in ganz Bayern. Hier ist kein Bruchpunkt um den 16. März zu erkennen, stattdessen flacht die Kurve schon um den 11. März ab. Hier wurde ein Modell mit drei Bruchpunkten gewählt, da der Dispersionsparameter ϕ nur um 0,08 größer ist als bei dem Modell mit vier Bruchpunkten, dafür liegen die geschätzten Bruchpunkte in einem kleineren Konfidenzintervall.

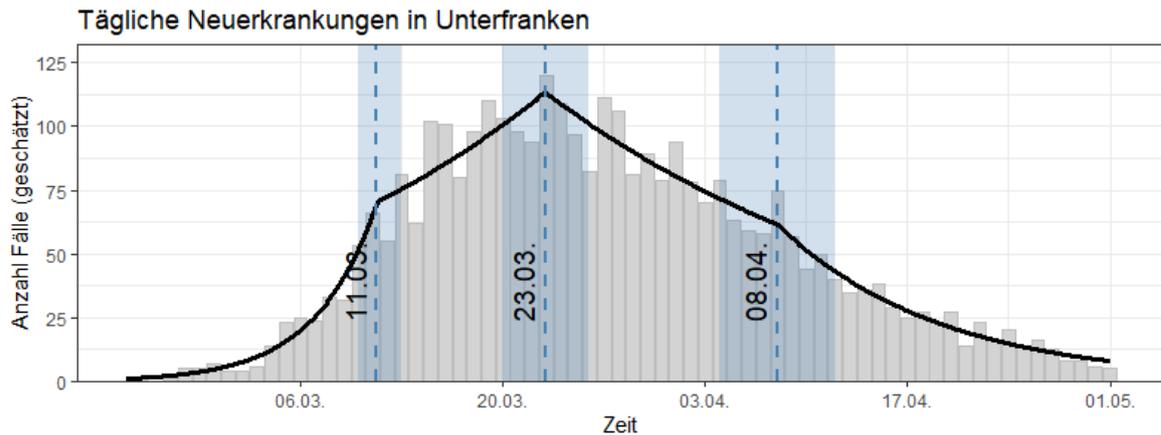


Abbildung 21: Geschätzte Bruchpunkte in Unterfranken

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	17,3 (11.03.2020)	16,1 (10.03.2020)	18,4 (13.03.2020)
2	29 (23.03.2020)	26,8 (20.03.2020)	31,1 (26.03.2020)
3	45 (08.04.2020)	41,2 (04.04.2020)	48,8 (12.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,27	1,23	1,32
2	1,04	1,02	1,06
3	0,963	0,952	0,974
4	0,915	0,902	0,929

Tabelle 7: Bruchpunkte in Unterfranken

Somit entstehen folgende fünf Phasen für Unterfranken:

1. Phase: Im Zeitraum bis zum 11. März steigen die Infektionen stark an. Der Multiplikationsfaktor liegt bei 1,27.
2. Phase: Das exponentielle Wachstum geht nach dem ersten Bruchpunkt etwas zurück. Bis zum 23. März steigen die Neuerkrankungen langsamer an, bei einem Faktor von ungefähr 1,04.
3. Phase: Am 23. März ist ein Knick erkennbar. Die täglichen Neuinfektionen gehen zurück, der Wachstumsfaktor liegt in einem 95 % Konfidenzintervall von 0,952 bis 0,974.
4. Phase: Vom 8. April bis Anfang Mai sinkt der Faktor weiter auf 0,915.

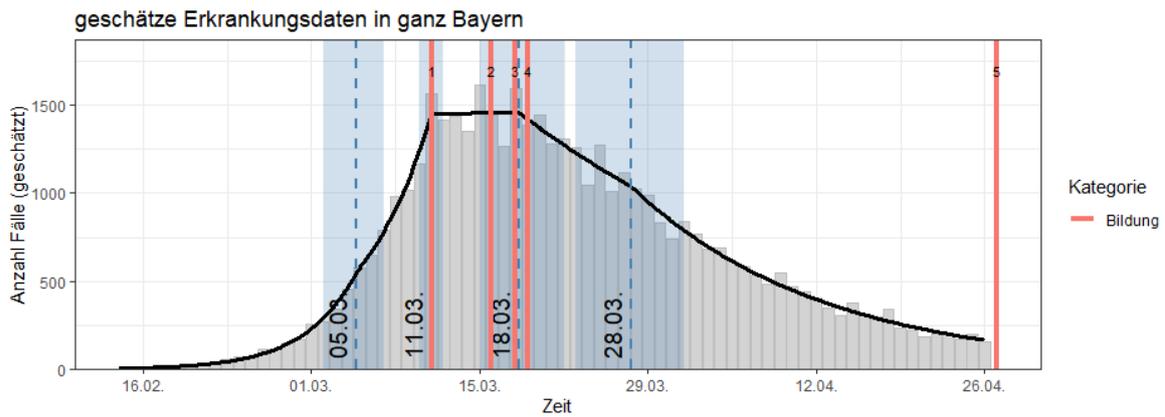
4.3 Eingliederung der Maßnahmen und Starkbierfeste

Die Bruchpunkte beziehen sich auf den Zeitpunkt an denen die Betroffenen die ersten Symptome zeigen. Es ist zu beachten, dass sich die eigentliche Infektion zu einem früheren Zeitpunkt ereignete. Der Median der Inkubationszeit von Covid-19 beträgt fünf Tage [18], deshalb werden die berechneten Krankheitsbeginne und Bruchpunkte um fünf Tage auf der x-Achse nach links verschoben. Auf diese Weise kann der geschätzte Beginn der Infektion bestimmt werden. Dadurch ist es leichter den Zusammenhang zwischen Maßnahmen und dem Verlauf der Epidemie zu betrachten. Die folgenden Abbildungen zeigen die verschobenen Bruchpunkte für ganz Bayern. Die dadurch neu entstandenen Punkte befinden sich um den 5. März, den 11. März, den 18. März sowie den 28. März. Senkrechte Linien geben die Daten an, ab welchen Maßnahmen zur Eindämmung umgesetzt wurden. Um einen strukturierten Überblick über die Maßnahmen zu erhalten, werden die verschiedenen Kategorien in mehreren Plots abgebildet. Die Bestimmungen werden in folgende Kategorien aufgeteilt:

- Bildung: alle Einschränkungen, die in Bezug auf Bildungsbereichen gelten
- Ansprachen und Pflegemaßnahmen: alle Bestimmungen, die für Pflegeeinrichtungen getroffen wurden, sowie Ansprachen von Politikern
- soziale Distanzierung: Maßnahmen, die dazu aufrufen, den Kontakt zu anderen zu vermeiden
- Reise- und Tourismusmaßnahmen: Regelungen in Bezug auf Reisen und Verkehr

Wurden in diesen Bereichen mehrere Maßnahmen getroffen, so wurden diese aufsteigend nummeriert und in der darunter stehenden Legende definiert. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen lediglich Maßnahmen, die für ganz Bayern galten. Bestimmungen, welche nur in einzelnen Gemeinden oder Landkreisen getroffen wurden, sind in der Tabelle im Anhang aufgeführt.

Maßnahmen, die die Bildung betreffen



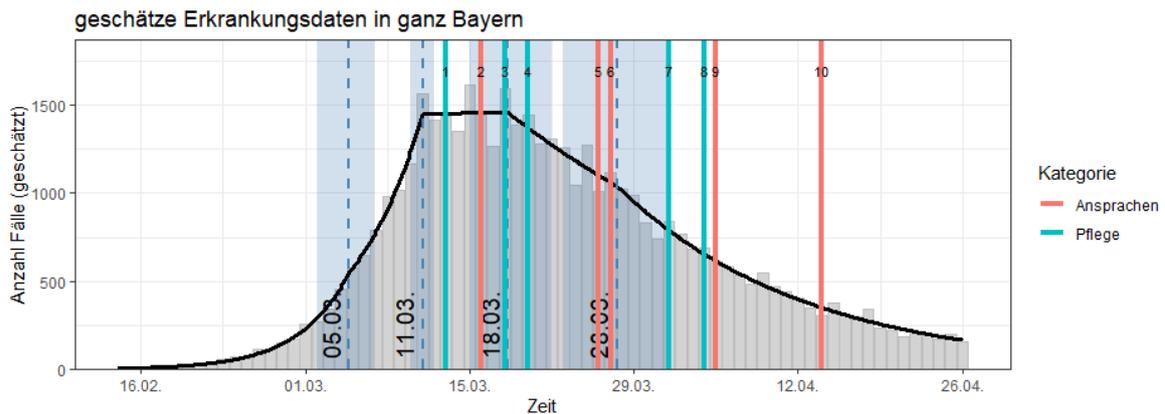
1. Schließung von Unis
2. Schulschließung
Kindergartenschließung
3. Verschiebung von Abitur
Absagen von Fahrprüfungen
4. Verschiebung vom Staatsexamen
Verschiebung von Abschlussprüfungen
5. Schrittweise Schulöffnung

Abbildung 22: Maßnahmen in Bildungsbereichen

In Abbildung 22 ist zu erkennen, dass die Maßnahmen in den Bildungseinrichtungen alle im Zeitraum vom 11. bis 19. März getroffen wurden. Diese liegen somit genau in der Phase, in welcher der Wachstumsfaktor für die Neuinfektionen nahezu 1 ist. Ab dem Zeitpunkt, als der Betrieb an den offenen Unis eingestellt wurde, ist der geschätzte exponentielle Faktor stark zurückgegangen. Die Schließung der verschiedenen Bildungseinrichtungen liegt genau im Zeitraum des dritten Bruchpunktes, nach welchem ein Rückgang der Neuerkrankungen erfolgt.

Die schrittweise Schulöffnung am 27. April liegt schon außerhalb des Zeitraums für die geschätzten Neuinfektionen.

Ansprachen und Pflegemaßnahmen

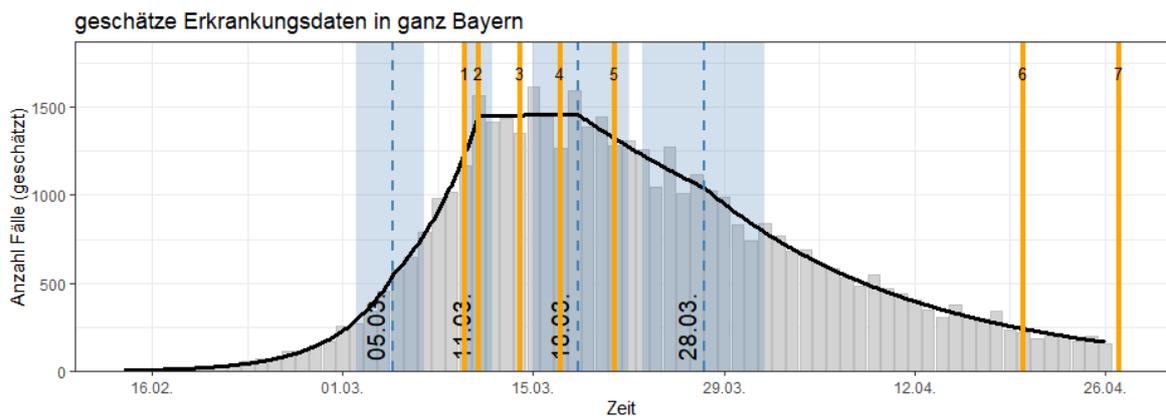


1. Besuchsverbot für Pflege- und Altenheime
2. Markus Söder ruft Katastrophenfall aus
3. Schließung von Behindertenwerkstätten
Ansprache von Angela Merkel
Schließung von Behindertenwerkstätten
4. Weitere Einschränkungen für Pflege- und Altenheime
5. Appell vom Präsidenten der Deutschen Krankenhaushausgewerkschaft
6. Bußgeldkatalog wird eingeführt
7. Keine Aufnahmen mehr in Alten- und Pflegeheimen
8. Keine Aufnahme mehr in Behinderteneinrichtungen
9. Appell von Markus Söder
10. Kontaktvermeidungs-Empfehlung von Angela Merkel

Abbildung 23: Ansprachen und Pflegemaßnahmen

In Abbildung 23 sind die Kategorien Ansprache und Pflege dargestellt. Pflege- und medizinische Maßnahmen, die im Zeitraum von Ende Februar bis Anfang Mai getroffen wurden, werden in blau abgebildet. Die roten Linien hingegen zeigen politische Ansprachen an sowie Beschlüsse von der Regierung. Eine der roten Linien ist beispielsweise die Einberufung des Katastrophenfalls am 16. März, um im Notfall flexibel und schnell reagieren zu können. Dieser hat das Leben der Bürger jedoch nicht aktiv eingeschränkt. Der Bußgeldkatalog ist ein weiterer Beschluss. Dadurch wurden die geltenden Gebote im Freistaat nicht verschärft, jedoch wurden ab diesem Zeitpunkt Verstöße stärker bestraft. In Abbildung 23 ist nun zu erkennen, dass keine der Maßnahmen während des starken Anstiegs oder des zweiten Bruchpunkts am 11. März getroffen wurden. Im 95 %-Konfidenzintervall vom dritten Bruchpunkt um den 18. März hingegen liegen vier verschiedene Maßnahmen. Die öffentliche Ansprache von Angela Merkel ist eine dieser, zudem wurden Einschränkungen bei Kranken-, Pflege- und Behinderteneinrichtungen verhängt. Des Weiteren ist zu sehen, dass die nächsten Bestimmungen genau in dem Zeitraum um den letzten Knick getroffen wurden. In der finalen Phase ab Ende März sind weitere Einschränkungen in Behinderteneinrichtungen zu vermerken, sowie Appelle von Politikern.

Maßnahmen zur sozialen Distanzierung

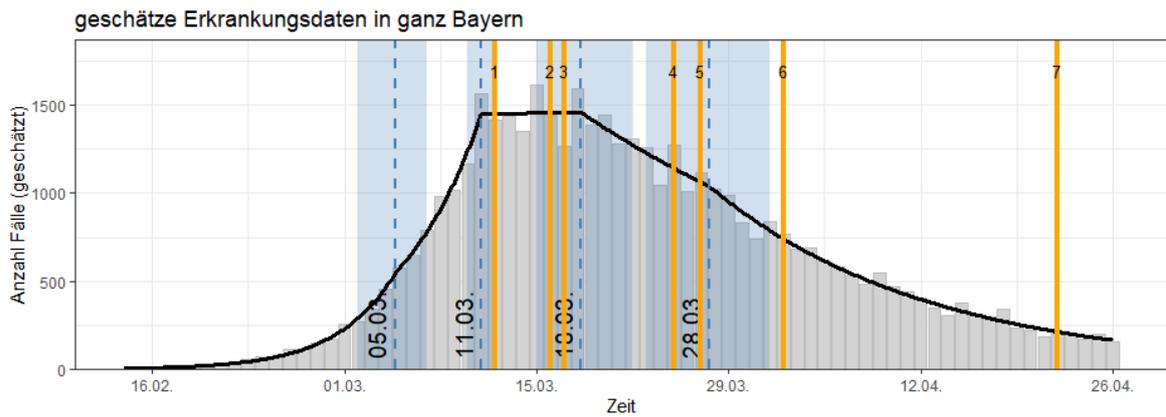


1. Veranstaltungsbegrenzung von 1.000 Personen
2. Schließung von Theatern, Opernhäusern und Konzertsälen
3. Schließung von Museen und Bibliotheken
4. Schließung von Bars, Kinos und Schwimmbädern
5. Restaurantschließungen
Ausgangsbeschränkungen
6. Schrittweise Ladenöffnung
kleine Lockerungen der Beschränkungen
7. Maskenpflicht

Abbildung 24: Maßnahmen der Sozialen Distanzierung

Abbildung 24 zeigt die Beschlüsse zur Vermeidung von sozialen Kontakten. Dazu zählen unter anderem das Verbot von Großveranstaltungen, Kontaktbeschränkungen und das Herunterfahren des öffentlichen Lebens. Die ersten Maßnahmen liegen genau um den ersten Knick der Kurve beim 11. März. Dabei wurden Großveranstaltungen mit über 1.000 Besuchern abgesagt, bei kleineren Veranstaltungen musste man beim behördlichen Gesundheitsamt eine Genehmigung beantragen, zudem wurden eine Schließung von Theater- und Konzertsälen veranlasst. Weitere öffentliche Einrichtungen wurden für den Publikumsverkehr in der Phase bis zum dritten Bruchpunkt geschlossen. Im 95 %-Intervall des dritten Punktes gab es die Ausgangssperre für gesamt Bayern. Die Bürger wurden dazu aufgerufen, das Haus nur für notwendige Erledigungen zu verlassen, sowie den Kontakt zu Mitbürgern aus anderen Haushalten auf ein Minimum zu reduzieren. In der letzten Phase des Verlaufes (Ende April) gab es kleine Lockerungen der zuvor genannten Maßnahmen, zum Beispiel wurden Läden wieder geöffnet.

Reise- und Tourismusmaßnahmen



1. Verschärfung der Grenzkontrollen
2. Einschränkung des Bahnbetriebes
Grenzschießung zu Frankreich, Österreich und der Schweiz
3. Reisewarnungen
Einstellung Flixbus-Betriebe
Einreiseverbot für nicht EU-Bürger
4. Einreiseverbot für Saisonarbeiter
5. Weitere Einschränkungen bei der Bahn
6. Lockerungen bei den Saisonarbeitern
7. Bahnbetrieb wird wieder hochgefahren

Abbildung 25: Maßnahmen im Bezug auf Reisen

Bei diesem Plot sind die Maßnahmen eingezeichnet, die Reisen und den Tourismus betreffen. Darunter fallen alle Einschränkungen im Betriebsablauf der öffentlichen Verkehrsmittel, sowie Reisewarnungen, Grenzschießungen und Einreiseverbote. Zu erkennen ist, dass keine dieser Beschlüsse vor dem zweiten Bruchpunkt um den 11. März festgelegt wurden. Es gibt mehrere Maßnahmen während der dritten Phase, so werden Reisewarnungen ausgesprochen, Grenzen zu Nachbarländern für die öffentliche Nutzung geschlossen sowie der Betrieb der Verkehrsmittel eingeschränkt. Nach diesen Geboten ist eine kleine Pause zu vermerken. Ende März gibt es mit der Einschränkung des Bahnverkehrs sowie dem Einreiseverbot für Erntehelfer weitere Auflagen. Diese beiden Maßnahmen fallen genau in den Zeitpunkt des letzten Bruchpunktes, nach dem die Kurve der Neuinfektionen nochmals etwas abflacht. Anfang April wird die Beschränkung bei den Saisonarbeitern jedoch wieder etwas gelockert, zudem wird Ende April auch der Bahnbetrieb wieder hochgefahren.

Zusammenhang der Starkbierfeste

In der Fastenzeit finden in vielen Gemeinden, vor allem im Freistaat Bayern, traditionsgemäß Starkbierfeste statt. Da sich bei solchen Festivitäten viele Menschen auf einem verhältnismäßig kleinen Raum versammeln und ausgelassen feiern, werden diese als Katalysator für einen starken Anstieg der Covid-19-Infektionen gesehen. Um dies näher in Augenschein zu nehmen, sind auf den abgebildeten Grafiken die Starkbierfeste in den einzelnen bayerischen Regionen vermerkt. Genauso wie bei der Betrachtung der Maßnahmen, werden auch für die Starkbierfeste die Bruchpunkte um fünf Tage nach vorne verschoben, damit die Inkubationszeit der Infektion berücksichtigt wird. Die senkrechten Linien zeigen die Tage, an welchen ein Fest stattgefunden hat. Auf jeder Linie ist die Anzahl der gefeierten Feste an diesem Tag vermerkt. Durch die Farbe wird die Größe der Veranstaltung verdeutlicht. Der farbliche Verlauf geht von gelb (kleinste Besucheranzahl des Gebietes) bis rot (Höchstwert der Besucher). Beim Vergleich der einzelnen Grafiken gilt daher die unterschiedliche Skalierung zu beachten. Weiter ist zu vermerken, dass nicht alle Besucherwerte in der Recherche erhoben werden konnten. Diese Werte wurden auf 250 Besucher gesetzt.

In gesamt Bayern wurden dieses Jahr 94 Starkbierfeste gefeiert. Mehr als die Hälfte haben den Recherchen zu Folge am Samstag, den 07. März, stattgefunden. Das späteste Fest wurde am 12. März gefeiert. Es ereignete sich damit nach dem ausgerufenen Verbot für Großveranstaltungen am 10. März. Hier werden beispielhaft die fünf Regionen dargestellt, in denen die meisten Starkbierfeste gefeiert wurden. Die weiteren Gebiete sind im Anhang zu finden.

Niederbayern

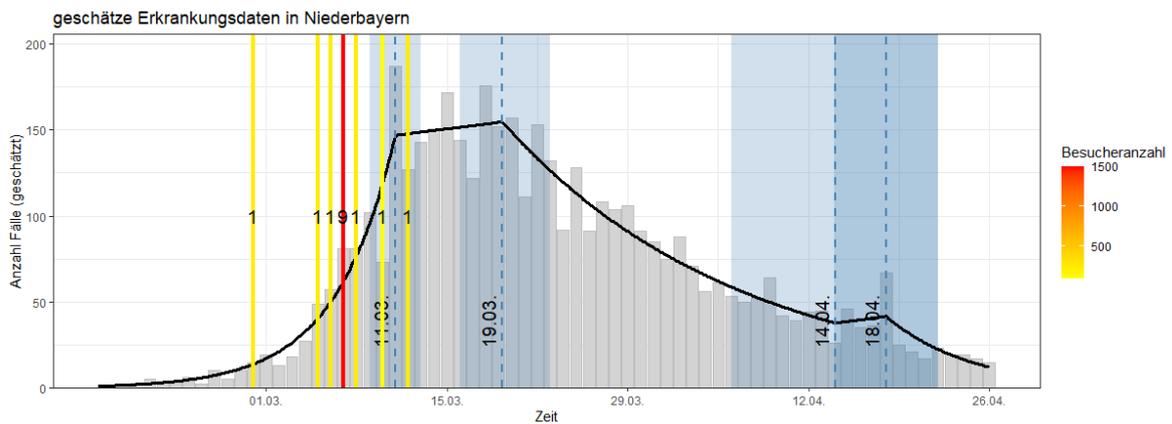


Abbildung 26: Starkbierfeste in Niederbayern

In Niederbayern verteilen sich die veranstalteten 15 Starkbierfeste auf einen Zeitraum von Ende Februar bis Mitte März. Am 7. März fanden insgesamt neun Feste statt, wobei die größte Veranstaltung in Straubing rund 1.500 Besucher zählte. Die anderen Feierlichkeiten liegen ein bisschen weiter verteilt. In Abbildung 26 ist zu sehen, dass die meisten Events in der ersten Phase vor dem 11. März veranstaltet wurden. Des Weiteren liegt ein Fest schon nach dem ersten Knick der Kurve am 12. März.

Nord-Oberbayern

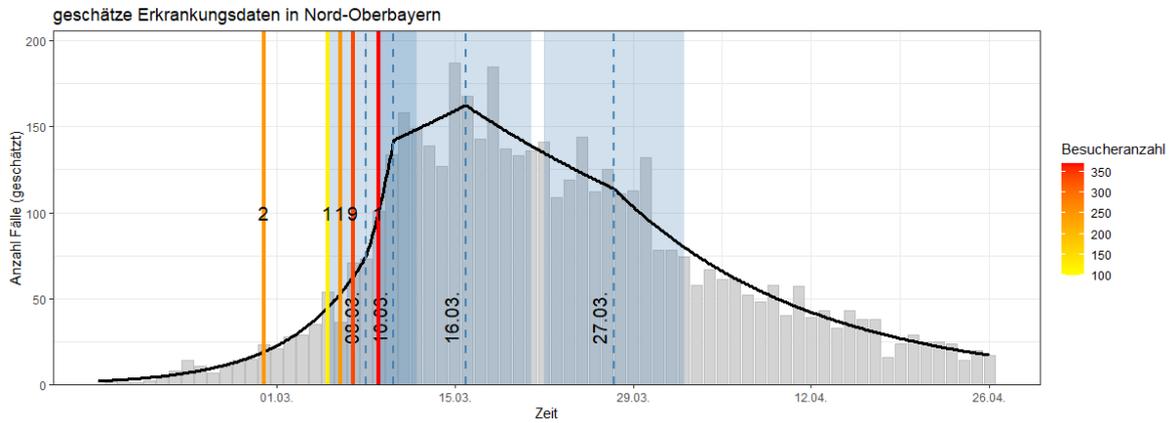


Abbildung 27: Starkbierfeste in Nord-Oberbayern

Insgesamt wurden in Nord-Oberbayern 14 Starkbierfeste gefeiert. Die Anzahl der Veranstaltungsbesucher verteilt sich in dieser Region zwischen 100 und 350. Es ist zu erkennen, dass alle Feste im Zeitraum liegen, in welchem es ein stark exponentielles Wachstum der Neuinfektionen gibt. Die Kurve flacht erst nach dem letzten Fest am 09. März ab.

Südost-Oberbayern

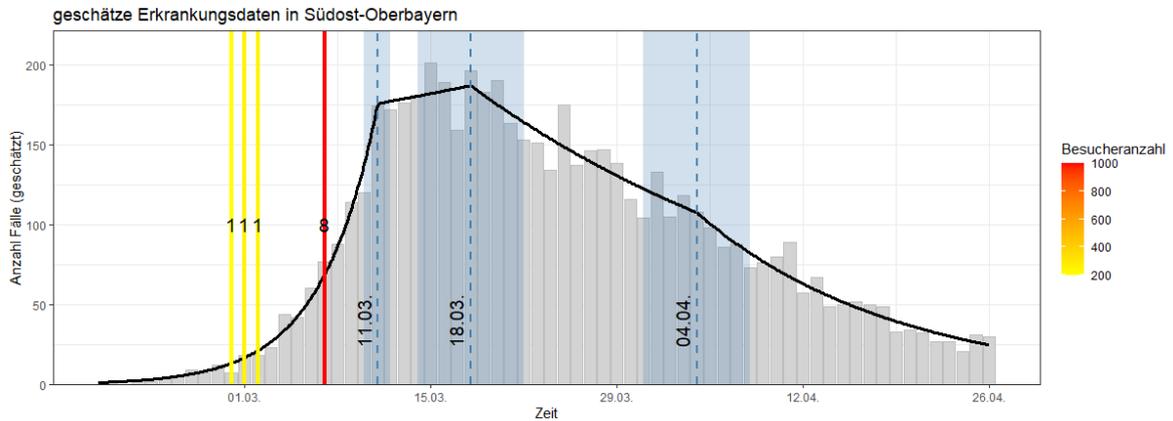


Abbildung 28: Starkbierfeste in Südost-Oberbayern

In Südost-Oberbayern haben am 7. März, wie auch bei dem Großteil der anderen Regionen die meisten Feste stattgefunden. Allein das Starkbierfest in Rosenheim lockte rund 1.000 Besucher an. Alle dokumentierten Starkbierfeste wurden in der ersten berechneten Phase abgehalten. Die täglichen Neuerkrankungen steigen während des Zeitraums der Feste stark an.

Südwest-Oberbayern

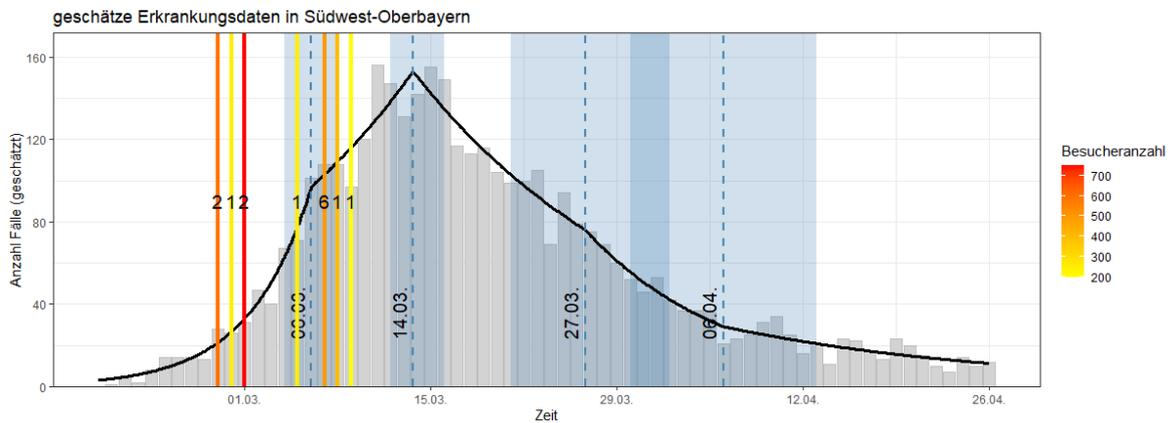


Abbildung 29: Starkbierfeste in Südwest-Oberbayern

In Südwest-Oberbayern waren die Feierlichkeiten ein bisschen weiter verstreut. Das größte Fest, mit 700 Besuchern, fand am 1. März statt. Vier weitere Feste wurden innerhalb der nächsten zwei Tage veranstaltet. Ähnlich wie bei den anderen Regionen fanden auch hier die meisten Feste um den 7. März statt. Bemerkenswert ist, dass die Kurve schon am 06. März abknickt, die Anzahl der Neuinfektionen steigt immer noch an, der Wachstumsfaktor ist jedoch geringer als zuvor.

Oberpfalz

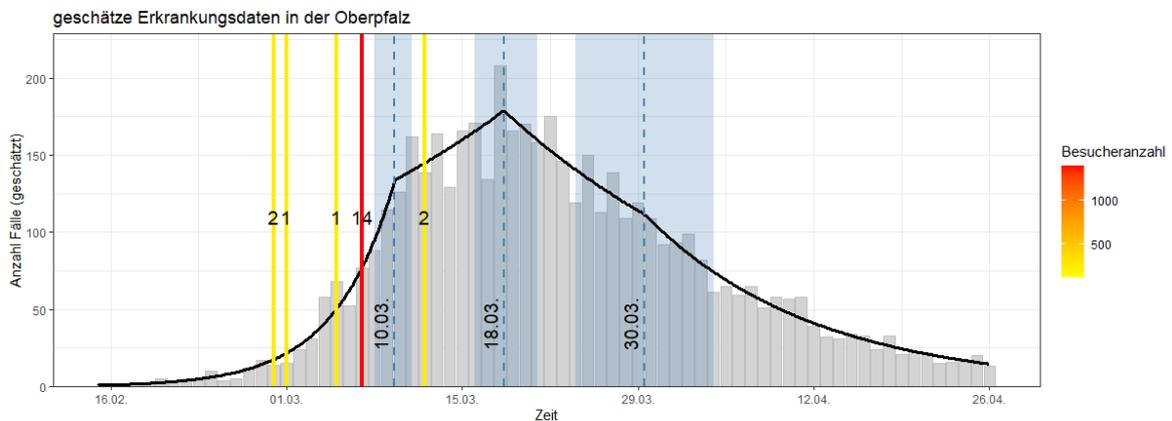


Abbildung 30: Starkbierfeste in der Oberpfalz

In der Oberpfalz wurde von allen definierten Gebieten mit 20 Starkbierfesten am häufigsten gefeiert. Das größte Fest fand mit rund 1.400 Besuchern am 7. März statt. Beim Verlauf der Infektionen ist zu erkennen, dass diese erst nach diesem Tag ein bisschen abflachen.

Insgesamt ist festzustellen, dass alle abgehaltenen Feste in einem Zeitraum stattgefunden haben, in dem die Anzahl der täglichen Neuinfektionen noch weiter angestiegen ist. Vor allem die großen Starkbierfeste fanden in der Phase mit dem höchsten exponentiellen Wachstum statt. Lediglich vor ein paar kleineren Feiern ist die Kurve schon ein wenig abgeflacht.

5 Diskussion

5.1 Limitationen und Ausblick

Die erhobenen Zahlen bilden die Grundlage der vorliegenden Arbeit, dennoch ist zu bedenken, dass manche Punkte hier nicht berücksichtigt werden können. In der Analyse sind lediglich die gemeldeten Infektionen enthalten, da die Dunkelziffer nicht bekannt ist, können diese Zahlen nicht berücksichtigt werden. Besonders zu Beginn der Pandemie wurden unregelmäßig Tests durchgeführt. Deshalb ist anzunehmen, dass es anfänglich mehr Fälle gab, als in dieser Analyse aufgeführt sind. Des Weiteren ist der Krankheitsverlauf für jede Person sehr individuell. Bei manchen nimmt die Infektion einen sehr schweren bis tödlichen Verlauf, andere hingegen bemerken kaum bis keine Symptome. Es ist sehr wahrscheinlich, dass Personen, die keinerlei Anzeichen zeigen, nur zu einem geringen Teil in den vorhandenen Daten erfasst wurden. Dies kann zu einer Verzerrung der Resultate geführt haben. Ein alternativer Ansatz ist, ausschließlich die Fallzahlen der an Covid-19-Verstorbenen zu betrachten. Dabei ist zu erwarten, dass die Dunkelziffer verglichen mit der Zahl der Infizierten nicht sehr hoch ist. Bei einer Annahme, dass die täglichen Erkrankungsdaten der Verstorbenen proportional zu den gesamten Daten sind, kann der Verlauf der Krankheit geschätzt werden. S. Flaxman et al. [9] verwenden in ihrer Analyse einen solchen Ansatz, um die Effektivität der Interventionen zu überprüfen. Eine weitere Möglichkeit dem entgegenzuwirken, ist die Betrachtung, der Anzahl der durchgeführten Test und diese in Relation mit den täglichen Neuerkrankungen zu setzen.

Eine weitere Begrenzung ist, dass sich der Hauptteil der Analyse auf die imputierten Daten stützt. Es wurde die Annahme getroffen, dass sich die geschätzten Erkrankungsbeginne nicht von den erhobenen unterscheiden. Wird diese Annahme falsch angenommen, kann dies zu Verzerrungen in den Ergebnissen führen.

Bei der Betrachtung der Bruchpunkte ist zu berücksichtigen, dass sich das Infektionsgeschehen keineswegs abrupt ändert. Die Bruchpunkte sind als Approximation des Zeitraums zu sehen, in dem sich der Verlauf ändert. Es empfiehlt sich eine nähere Betrachtung der Entwicklung der täglichen Erkrankungsdaten vor dem Hintergrund dieser Bruchpunkte.

Der tatsächliche Infektionszeitraum wurde auf der Basis der Annahme von S. A. Lauer et al. [18] berechnet, der Median der Inkubationszeit beträgt demnach fünf Tage. Um die Bestimmung des Infektionszeitpunktes zu präzisieren, könnte anstelle des Medians die Verteilung der Inkubationszeit verwendet werden. Dies kann zu unterschiedlichen Ergebnissen und deshalb zu anderen Bruchpunkten des Infektionszeitpunktes führen.

Die Analyse des Zusammenhangs der Starkbierfeste mit den täglichen Erkrankungsdaten stützt sich auf die zuvor durchgeführte Literaturrecherche. Hier wurden alle Feste dokumentiert, die bis zum 16. März stattgefunden haben oder stattfinden sollten. Es ist zu erwarten, dass nicht alle Feierlichkeiten einen Webauftritt hatten oder in Online-Kalendern dokumentiert wurden und deshalb nicht im Rahmen der Recherche erfasst worden sind. Zudem wurde die Ermittlung auf Gemeindeebene durchgeführt. Da aber nicht jedes Fest in einzelnen Ortsteilen in Verbindung mit der jeweiligen Gemeinde aufgeführt wird, ist zu erwarten, dass diese Feste nicht gefunden wurden. Konnte die Besucheranzahl nicht ermittelt werden, wurde die Annahme getroffen, dass es sich um ein kleineres Fest gehandelt hat und die Anzahl der Besucher auf 250 gesetzt. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass die Feste nur in Bezug mit den Infektionszahlen betrachtet wurden. Ein tatsächlicher Effekt dieser wurde nicht berechnet. Die Ermittlung des Effekts könnte über die Durchführung einer Poisson-Regression erfolgen. In dieser müssten die Feste als Kovariablen einfließen. Des Weiteren muss bedacht werden, dass Starkbierfeste nicht nur von Bewohnern der Region besucht werden. Vor allem in Landkreisen am Rande eines Bezirks, sind Besucher des Nachbarbezirks zu erwarten. Eines der größten Feste fand beispielsweise in dem oberpfälzischen Landkreis Tirschenreuth statt, welcher direkt an Oberfranken angrenzt. Deshalb sind auch oberfränkische Besucher bei diesem Fest zu erwarten. In Abbildung 52, welche die täglichen Erkrankungsdaten von Oberfranken mit den abgehaltenen Starkbierfesten darstellt, ist das Fest in Tirschenreuth nicht aufgeführt.

Die Vollständigkeit aller in Bayern verhängten Maßnahmen ist ebenfalls nicht zu gewährleisten. In der Analyse wurden lediglich die Maßnahmen gezeigt, welche für ganz Bayern getroffen wurden. In einzelnen Landkreisen oder Gemeinden wurden zum Teil schärfere Einschränkungen veranlasst. Da diese jedoch nur auf eine sehr geringe Populationsmenge im Vergleich zu ganz Bayern zutreffen, sind diese im Rahmen dieser Arbeit vernachlässigbar. Ein Ansatz dem entgegenzuwirken ist, diese Bestim-

mungen nur mit den Regionen in Bezug zu setzen, in denen diese auch getroffen wurden. Bei der Untersuchung der Maßnahmen wurde lediglich die Übereinstimmung der Bruchpunkte mit dem Zeitpunkt der Einschränkung betrachtet. Tatsächliche Effekte der Verordnungen sind nicht geschätzt worden. Es gibt in der Literatur verschiedene Ansätze, um diese zu schätzen. J. Dehring et al. [3] beispielsweise nutzen eine bayesianische Methode. Die Zeitpunkte der Maßnahmen wurden in Gruppen untergliedert (mild, stark, Kontaktbeschränkung). Anschließend haben sie die Zeitpunkte der Maßnahmen als Bruchpunkte verwendet und überprüft, welchen Einfluss diese auf die Neuerkrankungen haben. Des Weiteren wurde ein Verlauf der Erkrankung ohne solche Maßnahmen geschätzt.

5.2 Interpretation der Ergebnisse

Bei der Interpretation der Bruchpunkte ist zu bedenken, dass es sich um einen Krankheitsverlauf handelt und die Änderung des Verhaltens der Bürger nicht abrupt geschieht. Der zweite Bruchpunkt (am 11. März) in ganz Bayern hat die geringste Unsicherheit (± 1 Tag). Eine Betrachtung der Maßnahmen zeigt, dass in diesem Zeitraum die ersten Einschränkungen getroffen wurden. Darunter fallen Grenzkontrollen, Versammlungsverbote und Beschränkungen an Universitäten. Die Zahl der täglichen Neuerkrankungen beginnt um den 18. März (15. bis 22. März) an zu sinken. In dieser Zeitspanne sind die schärfsten Maßnahmen zu vermerken: Schulen werden geschlossen, Ausgangsbeschränkungen verhängt, der Personennahverkehr eingeschränkt sowie Ansprachen von der Regierung gehalten. Diese Beschlüsse können dazu geführt haben, dass die Kurve der Neuinfektionen sinkt. Die Effektivität einzelner Verordnungen kann nicht genauer bestimmt werden, da diese zeitgleich in Kraft getreten sind. In der Zeitspanne des letzten Punktes (23. März bis 1. April) gab es beispielsweise weitere Einschränkungen bei der Bahn. Ebenso wurde im Freistaat Bayern ein Bußgeldkatalog eingeführt, welcher die Menschen anregen sollte, die Bestimmungen einzuhalten. Nach den leichten Lockerungen (um den 20. April) der Beschränkungen ist kein Aufschwung der Kurve zu erkennen. Die vorliegende Analyse bezieht sich nur auf einen Zeitraum bis Ende April, weshalb manche Effekte der Lockerungen nicht enthalten sind. Generell ist eine große Überschneidung der Maßnahmen mit den Bruchpunkten zu erkennen, welche auf eine Effektivität der Einschränkungen hinweisen kann. Von möglichen Spekulationen über die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen ist abzuraten, da die Umsetzung der Regelungen von Willen und Zustimmung der Bevölkerung abhängen. Des Weiteren können nicht beeinflussbare Bedingungen wie das Wetter ebenfalls einen Einfluss auf die Infektionskette gehabt haben.

Die Interpretation des Einflusses der Starkbierfeste muss ebenfalls kritisch betrachtet werden. In den Grafiken ist zu erkennen, dass die Kurve um den Zeitpunkt der Feste ansteigt und erst später langsam sinkt. Vor allem die Feiern mit den höchsten Besucherzahlen liegen in den Phasen mit dem größten exponentiellen Anstieg. Dies kann jedoch auch darauf zurückzuführen sein, dass größere Veranstaltungen im Laufe der Zeit verboten waren. Des Weiteren ist der Verlauf der Krankheit in Regionen mit wenig zelebrierten Festen vergleichbar wie in Gebieten mit vielen Feiern. Unterfranken (Abbildung 54) und die Oberpfalz (Abbildung 30) haben einen sehr ähnlichen Infektionsverlauf. Die Anzahl der gefeierten Feste variieren jedoch sehr stark, in Unterfranken fand ein Fest statt und die Oberpfalz weist mit 20 Starkbierfesten die bayernweit höchste Anzahl auf.

Generell ist zu bedenken, dass zum Zeitpunkt der Starkbierfeste noch keine Einschränkungen vorlagen. Deshalb ist der Anstieg der Erkrankungen nicht ausschließlich von den Feiern abhängig.

Literatur

- [1] Die Bundesregierung. Coronavirus in deutschland. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/coronavirus/informationen-zum-coronavirus-1734932>, (zuletzt aufgerufen am 13.09.2020).
- [2] Nicholas G Davies, Adam J Kucharski, Rosalind M Eggo, Amy Gimma, W John Edmunds, Thibaut Jombart, Kathleen O'Reilly, Akira Endo, Joel Hellewell, Emily S Nightingale, Billy J Quilty, Christopher I Jarvis, Timothy W Russell, Petra Klepac, Nikos I Bosse, Sebastian Funk, Sam Abbott, Graham F Medley, Hamish Gibbs, Carl A B Pearson, Stefan Flasche, Mark Jit, Samuel Clifford, Kiesha Prem, Charlie Diamond, Jon Emery, Arminder K Deol, Simon R Procter, Kevin van Zandvoort, Yueqian Fiona Sun, James D Munday, Alicia Rosello, Megan Auzenbergs, Gwen Knight, Rein M G J Houben, and Yang Liu. Effects of non-pharmaceutical interventions on covid-19 cases, deaths, and demand for hospital services in the uk: a modelling study. *The Lancet Public Health*, 5(7):e375 – e385, 2020.
- [3] Jonas Dehning, Johannes Zierenberg, F. Paul Spitzner, Michael Wibral, Joao Pinheiro Neto, Michael Wilczek, and Viola Priesemann. Inferring change points in the spread of covid-19 reveals the effectiveness of interventions. *Science*, 369(6500), 2020.
- [4] Amelie Desvars-Larrive, Elma Dervic, Nils Haug, Thomas Niederkrotenthaler, Jiaying Chen, Anna Di Natale, Jana Lasser, Diana S Gliga, Alexandra Roux, Abhijit Chakraborty, Alexandr Ten, Alija Dervic, Andrea Pacheco, David Cserjan, Diana Lederhilger, Dorontine Berishaj, Erwin Flores Tames, Huda Takriti, Jan Korbel, Jenny Reddish, Johannes Stangl, Lamija Hadziavdic, Laura Stoeger, Leana Gooriah, Lukas Geyrhofer, Marcia R Ferreira, Rainer Vierlinger, Samantha Holder, Samuel Alvarez, Simon Haberfellner, Verena Ahne, Viktoria Reisch, Vito DP Servedio, Xiao Chen, Xochilt Maria Pocasangre-Orellana, David Garcia, and Stefan Thurner. A structured open dataset of government interventions in response to covid-19. *medRxiv*, 2020.
- [5] Das Erste. Wer ist risikopatient für das coronavirus? <https://www.mdr.de/brisant/corona-vorerkrankung-risiko-100.html>, (zuletzt aufgerufen am 13.09.2020).
- [6] Ludwig Fahrmeir, Christian Heumann, Rita Künstler, t Iris Pigeo, and Gerhard Tutz. *Statistik-Der Weg zur Datenanalyse (8. Auflage)*.
- [7] Ludwig Fahrmeir, Thomas; Kneib, Stefan Lang, and Brian Marx. *Regression*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [8] Neil M. Ferguson, Daniel Laydon, Gemma Nedjati-Gilani, Natsuko Imai, Kylie Ainslie, Marc Baguelin, Sangeeta Bhatia, Adhiratha Boonyasiri, Zulma Cucunubá, Gina Cuomo-Dannenburg, Amy Dighe, Iliaria Dorigatti, Han Fu, Katy Gaythorpe, Will Green, Arran Hamlet, Wes Hinsley, Lucy C. Okell, Sabine van Elsland, Hayley Thompson, Robert Verity, Erik Volz, Haowei Wang, Yuanrong Wang, Patrick GT. Walker, Caroline Walters, Peter Winskill, Charles Whittaker, Christl A. Donnelly, Steven Riley, and Azra C. Ghani. Report 9: Impact of non-pharmaceutical interventions (npis) to reduce covid19 mortality and healthcare demand. *Imperial College London COVID-19*, 2020.
- [9] Seth Flaxman, Swapnil Mishra, Axel Gandy, and Samir Bhatt. Estimating the effects of non-pharmaceutical interventions on covid-19 in europe. *Nature*, (5584):257–261, 2020.
- [10] Bundesministerium für Gesundheit. Coronavirus sars-cov-2: Chronik der bisherigen maßnahmen. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/coronavirus/chronik-coronavirus.html>, (zuletzt aufgerufen am 09.09.2020).
- [11] Verband für Ländliche Entwicklung Oberbayern. Verband für ländliche entwicklung oberbayern (vle oberbayern). https://www.lvle.de/component/content/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=55, (zuletzt aufgerufen am 15.08.2020).
- [12] Bayerisches Landesamt für Statistik. Bevölkerung: Gemeinden, amtliche einwohnerzahl aktuell(jährlich, vierteljährlich). https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online?language=de&sequenz=tabellen&selectionname=12411* (zuletzt aufgerufen am 20.08.2020).

- [13] gamlss. Generalized additive models for location, scale and shape. <https://www.gamlss.com/>, (zuletzt aufgerufen am 25.08.2020).
- [14] Giulia Giordano, Franco Blanchini, Raffaele Bruno, Patrizio Colaneri, Alessandro Di Filippo, Angela Di Matteo, and Marta Colaneri. Modelling the covid-19 epidemic and implementation of population-wide interventions in italy. *Nat Med*, (26):855–860, 2020.
- [15] Felix Günther, Andreas Bender, Katharina Katz, Helmut Küchenhoff, and Michael Höhle. Nowcasting the covid-19 pandemic in bavaria. https://www.stablab.stat.uni-muenchen.de/_assets/docs/nowcasting_covid19_bavaria.pdf, (zuletzt aufgerufen am 10.08.2020).
- [16] Robert Koch Institut. Antworten auf häufig gestellte fragen zum coronavirus sars-cov-2 / krankheit covid-19. <https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/NCOV2019/gesamt.html>, (zuletzt aufgerufen am 09.09.2020).
- [17] Helmut Küchenhoff, Felix Günther, Andreas Bender, and Michael Höhle. Analyse der epidemischen covid-19 kurve in bayern durch regressionsmodelle mit bruchpunkten, 04 2020.
- [18] Stephen A. Lauer, Kyra H. Grantz, Qifang Bi, Forrest K. Jones, Qulu Zheng, Hannah R. Meredith, Andrew S. Azman, Nicholas G. Reich, and Justin Lessler. The incubation period of coronavirus disease 2019 (covid-19) from publicly reported confirmed cases: Estimation and application. *Annals of Internal Medicine*, 172(9):577–582, 2020. PMID: 32150748.
- [19] Vito Muggeo. Estimating regression models with unknown break-points. *Statistics in medicine*, 22:3055–71, 10 2003.
- [20] Vito Muggeo. Segmented: An r package to fit regression models with broken-line relationships. *R News*, 8:20–25, 01 2008.
- [21] Vito Muggeo, Gianluca Sottile, and Mariano Porcu. Modelling covid-19 outbreak: segmented regression to assess lockdown effectiveness, 04 2020.
- [22] An Pan, Li Liu, Chaolong Wang, Huan Guo, Xingjie Hao, Qi Wang, Jiao Huang, Na He, Hongjie Yu, Xihong Lin, Sheng Wei, and Tangchun Wu. Association of Public Health Interventions With the Epidemiology of the COVID-19 Outbreak in Wuhan, China. *JAMA*, 323(19):1915–1923, 05 2020.
- [23] QUALITY. Weibull-vertelung. <https://www.quality.de/lexikon/weibull-vertelung/>, (zuletzt aufgerufen am 23.08.2020).
- [24] Bayerische Staatsregierung. Staat und kommunen. <https://www.bayern.de/freistaat/staat-und-kommunen/>, (zuletzt aufgerufen am 15.08.2020).
- [25] Dm Stasinopoulos and Robert Rigby. Generalized additive models for location scale and shape (gamlss) in r. *Journal of Statistical Software*, 23, 12 2007.
- [26] The New York Times. A timeline of the coronavirus pandemic. <https://www.nytimes.com/article/coronavirus-timeline.html>, (zuletzt aufgerufen am 13.09.2020).
- [27] Weltgesundheitsorganisation. Who erklärt covid-19-ausbruch zur pandemie. <https://www.euro.who.int/de/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/3/who-announces-covid-19-outbreak-a-pandemic>, (zuletzt aufgerufen am 09.09.2020).

6 Anhang

6.1 Imputation

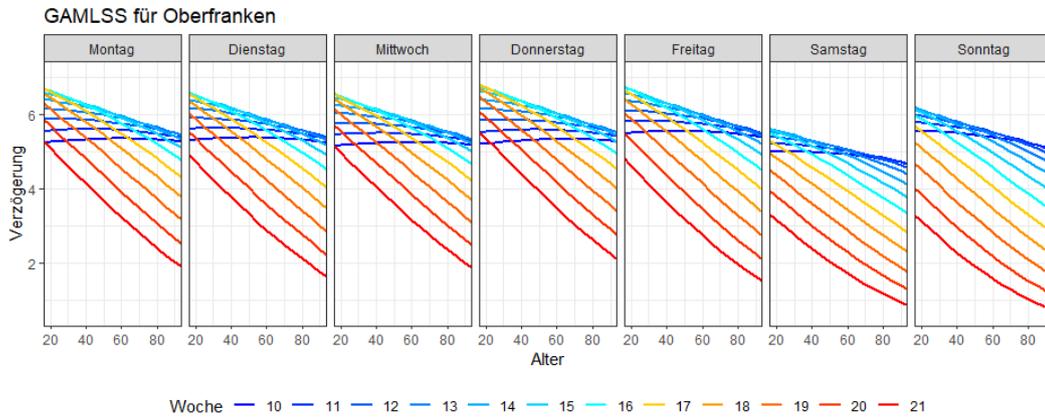


Abbildung 31: Median der Verzögerung von Oberfranken

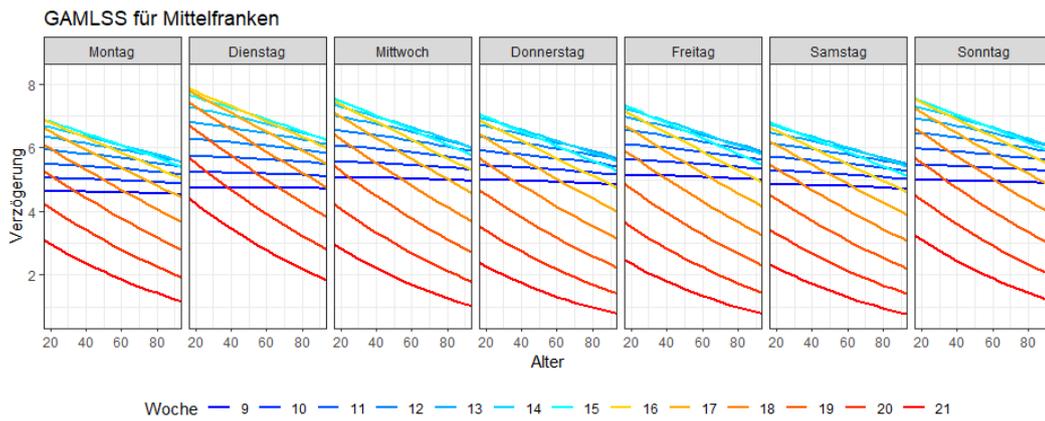


Abbildung 32: Median der Verzögerung von Mittelfranken

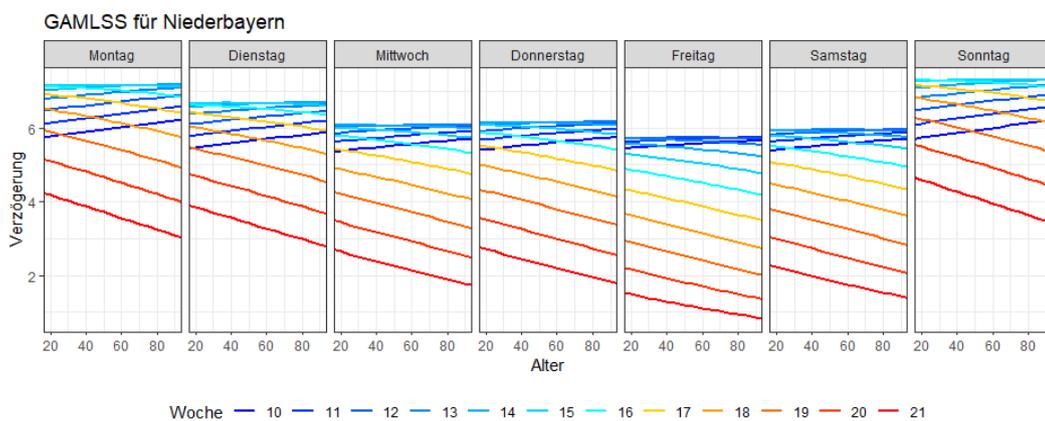


Abbildung 33: Median der Verzögerung von Niederbayern

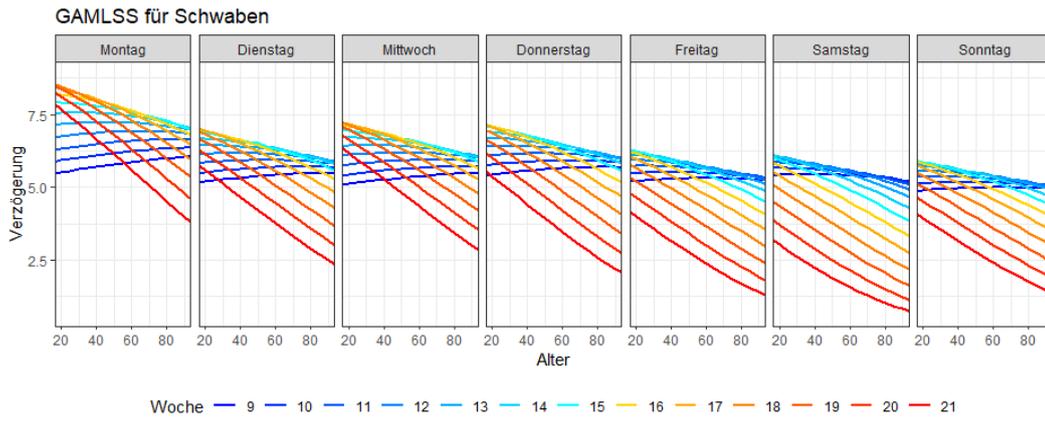


Abbildung 34: Median der Verzögerung von Schwaben

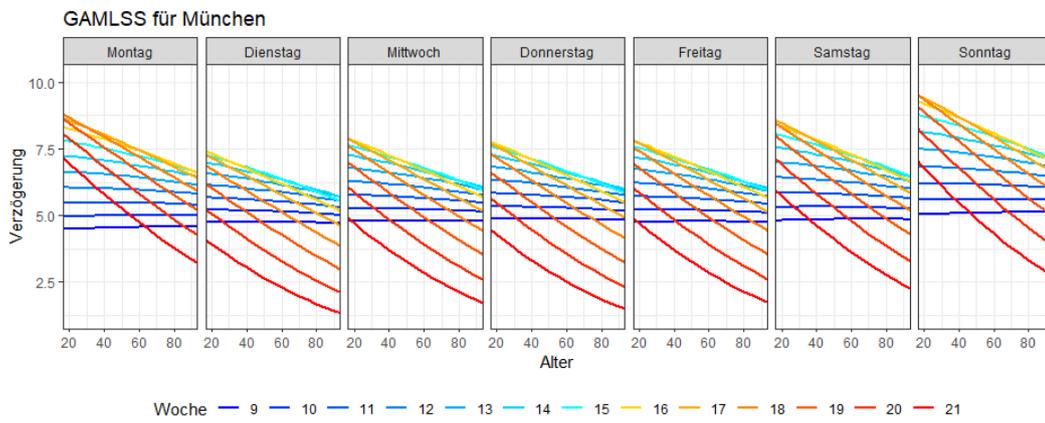


Abbildung 35: Median der Verzögerung von München

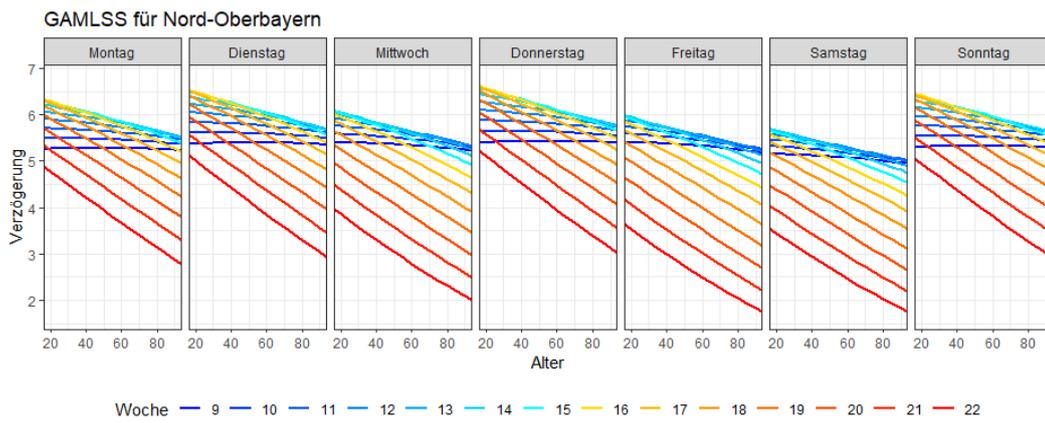


Abbildung 36: Median der Verzögerung von Nord-Oberbayern

Erkrankungsbeginn

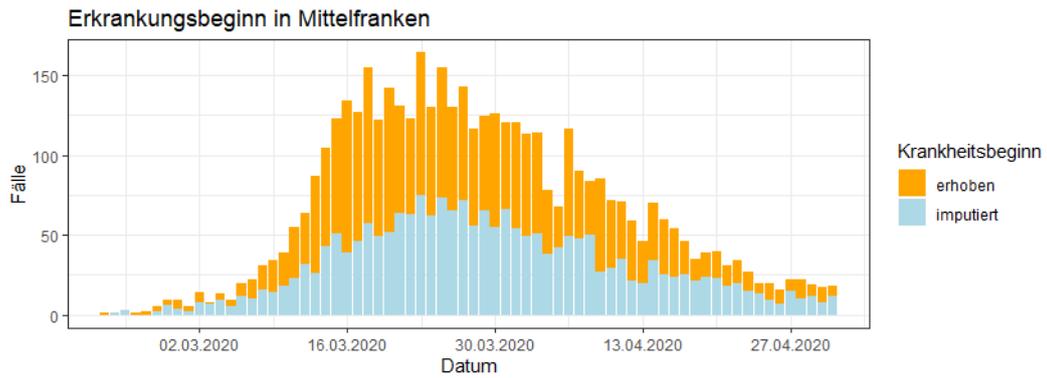


Abbildung 37: tägliche Erkrankungsdaten in Mittelfranken

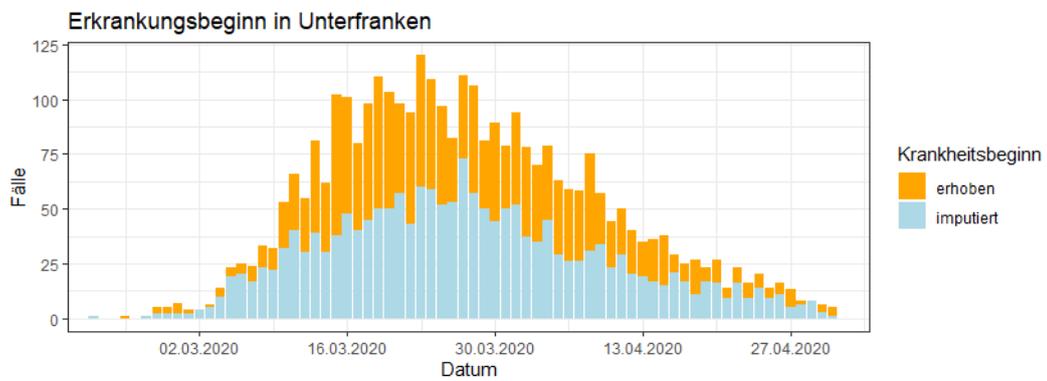


Abbildung 38: tägliche Erkrankungsdaten in Unterfranken

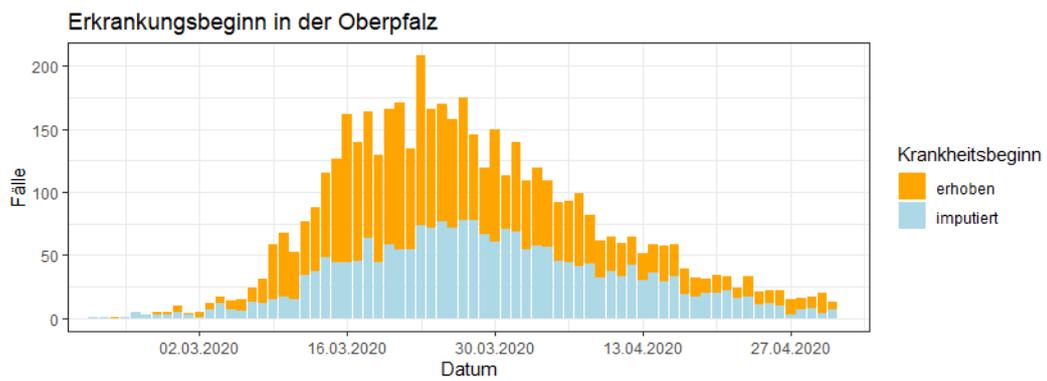


Abbildung 39: tägliche Erkrankungsdaten in der Oberpfalz

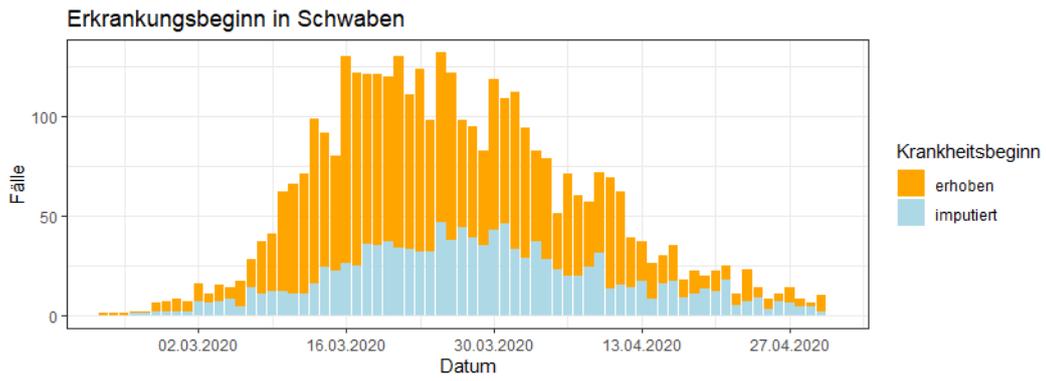


Abbildung 40: tägliche Erkrankungsdaten in Schwaben

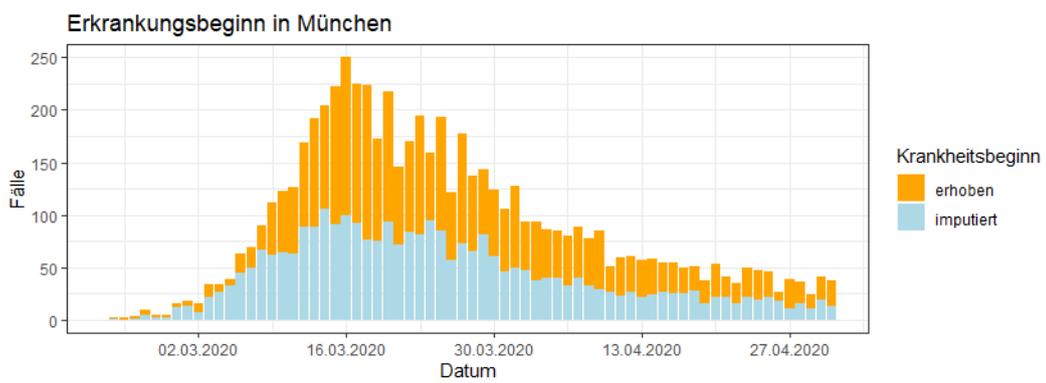


Abbildung 41: tägliche Erkrankungsdaten in München

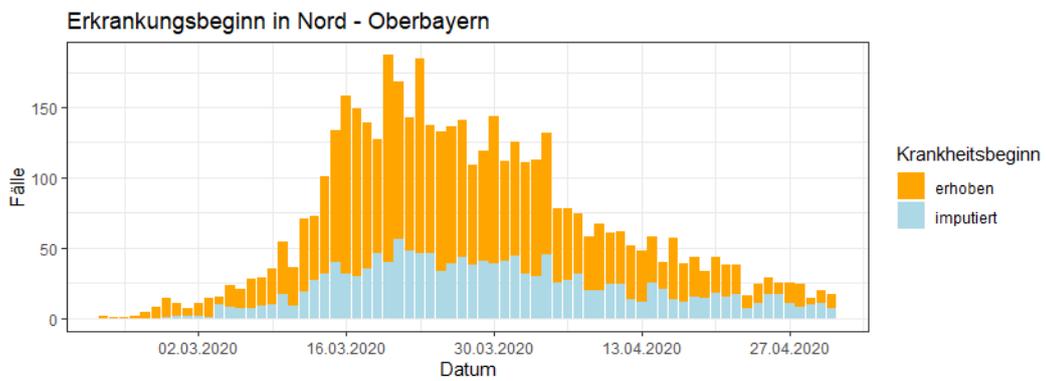
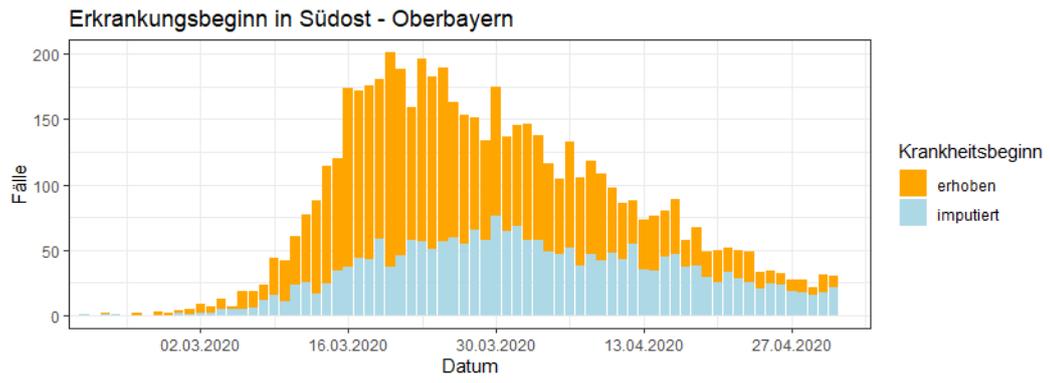


Abbildung 42: tägliche Erkrankungsdaten in Nord-Oberbayern



(a) Suedost-Oberbayern

Abbildung 43: tägliche Erkrankungsdaten in Südost-Oberbayern

6.2 Bruchpunkte

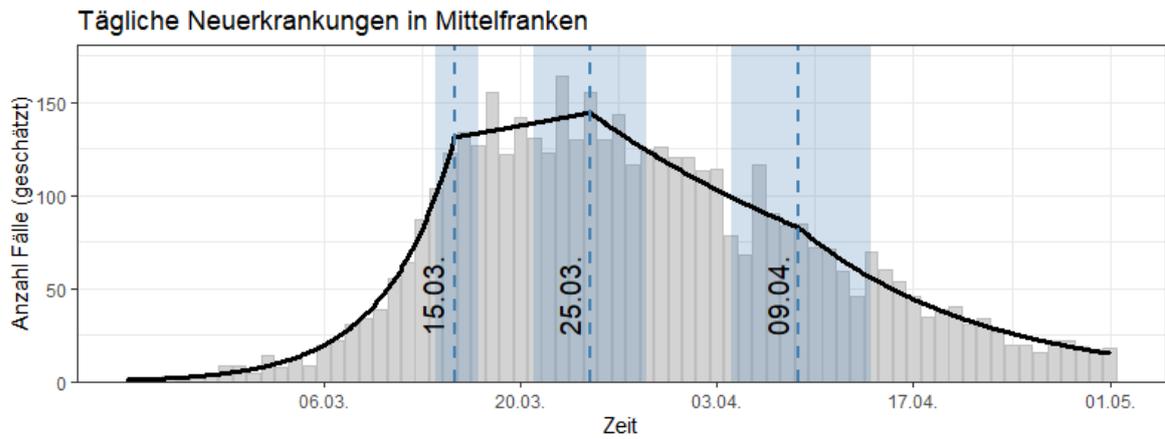


Abbildung 44: Geschätzte Bruchpunkte in Mittelfranken

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	23,3 (15.03.2020)	22,4 (14.03.2020)	24,2 (17.03.2020)
2	33 (25.03.2020)	29,8 (21.03.2020)	36,2 (29.03.2020)
3	47,8 (09.04.2020)	43,5 (04.04.2020)	52,2 (14.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,23	1,20	1,25
2	1,01	0,990	1,03
3	0,963	0,950	0,977
4	0,927	0,916	0,937

Tabelle 8: Bruchpunkte in Mittelfranken

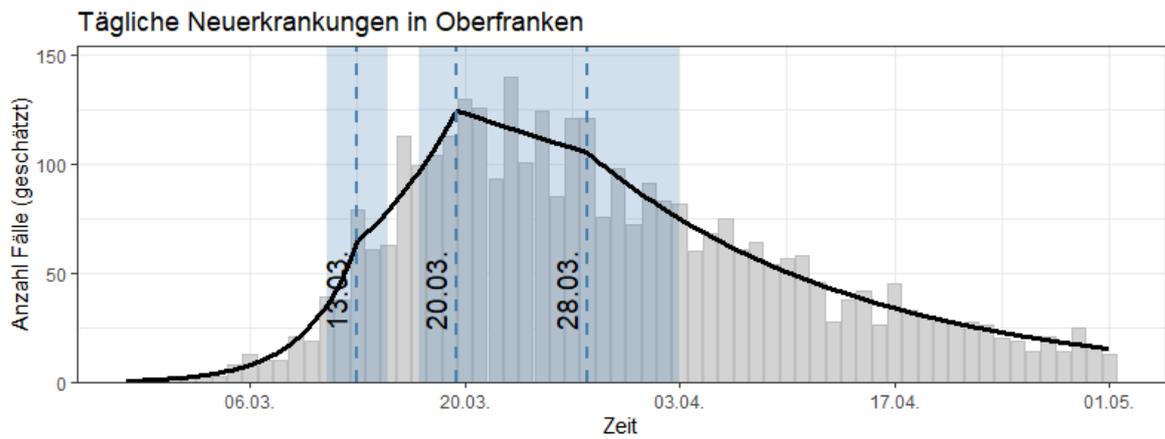


Abbildung 45: Geschätzte Bruchpunkte in Oberfranken

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	15 (13.03.2020)	13,2 (11.03.2020)	16,8 (15.03.2020)
2	21,5 (20.03.2020)	19,4 (17.03.2020)	23,6 (22.03.2020)
3	30 (28.03.2020)	24,2 (22.03.2020)	35,8 (03.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,35	1,27	1,43
2	1,11	1,04	1,18
3	0,980	0,945	1,02
4	0,945	0,939	0,952

Tabelle 9: Bruchpunkte in Oberfranken

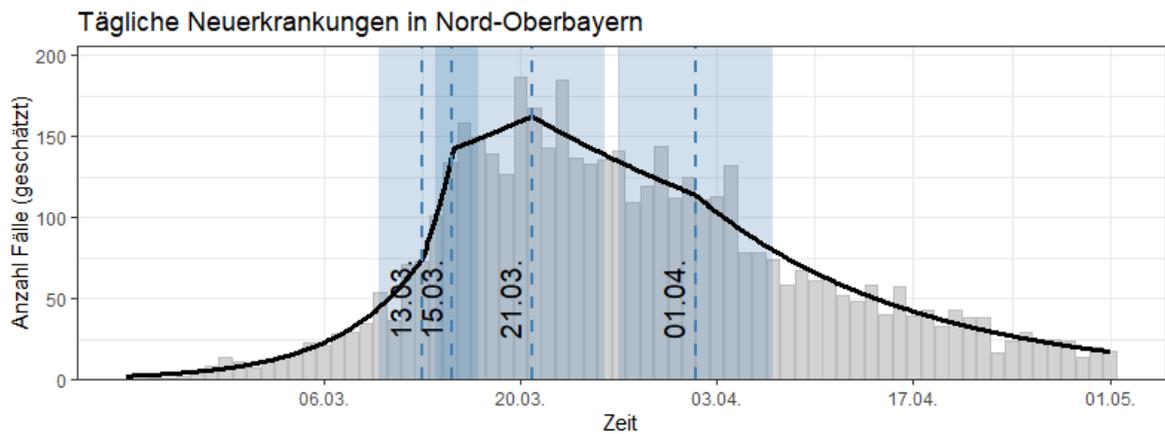


Abbildung 46: Geschätzte Bruchpunkte in Nord-Oberbayern

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	21 (13.03.2020)	18,4 (10.03.2020)	23,6 (16.03.2020)
2	23,2 (15.03.2020)	22 (14.03.2020)	24,3 (17.03.2020)
3	28,9 (21.03.2020)	24,5 (16.03.2020)	33,2 (26.03.2020)
4	40,5 (01.04.2020)	35,4 (27.03.2020)	45,6 (07.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,19	1,15	1,22
2	1,35	1,12	1,62
3	1,02	0,959	1,09
4	0,970	0,952	0,988
5	0,938	0,930	0,946

Tabelle 10: Bruchpunkte in Nord-Oberbayern

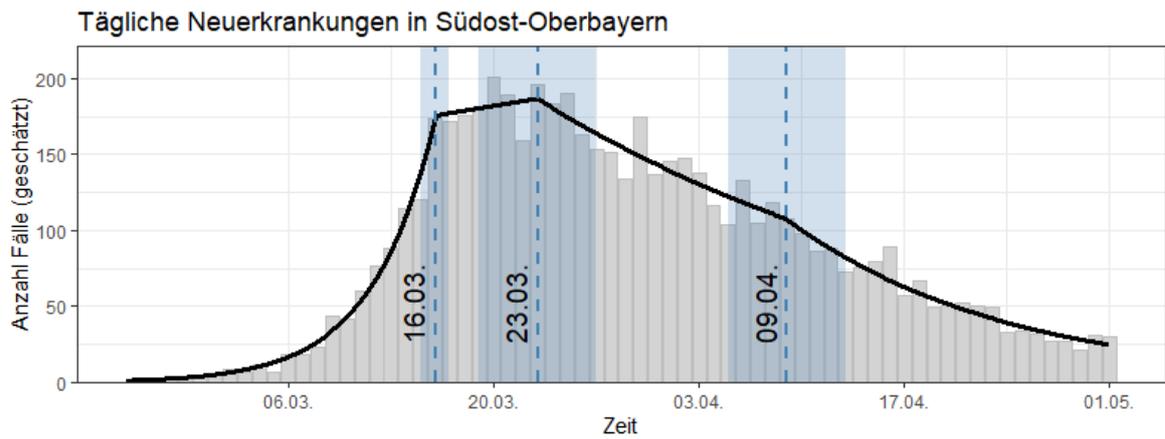


Abbildung 47: Geschätzte Bruchpunkte in Südost-Oberbayern

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	21 (16.03.2020)	20,3 (15.03.2020)	21,7 (17.03.2020)
2	28 (23.03.2020)	24,8 (19.03.2020)	31,2 (27.03.2020)
3	45 (09.04.2020)	41,1 (05.04.2020)	48,9 (13.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,26	1,24	1,29
2	1,01	0,981	1,04
3	0,968	0,959	0,977
4	0,935	0,927	0,944

Tabelle 11: Bruchpunkte in Südost-Oberbayern

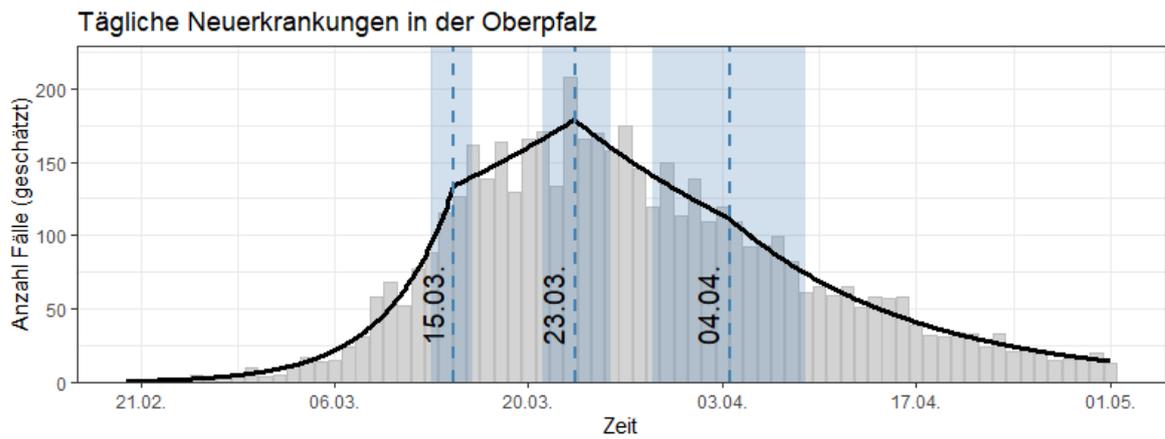


Abbildung 48: Geschätzte Bruchpunkte in der Oberpfalz

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	23,6 (15.03.2020)	22,5 (13.03.2020)	24,7 (16.03.2020)
2	32,2 (23.03.2020)	30,1 (21.03.2020)	34,5 (26.03.2020)
3	43,5 (04.04.2020)	38,3 (29.03.2020)	48,7 (09.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,24	1,21	1,26
2	1,03	1,01	1,06
3	0,959	0,941	0,977
4	0,929	0,920	0,937

Tabelle 12: Bruchpunkte in der Oberpfalz

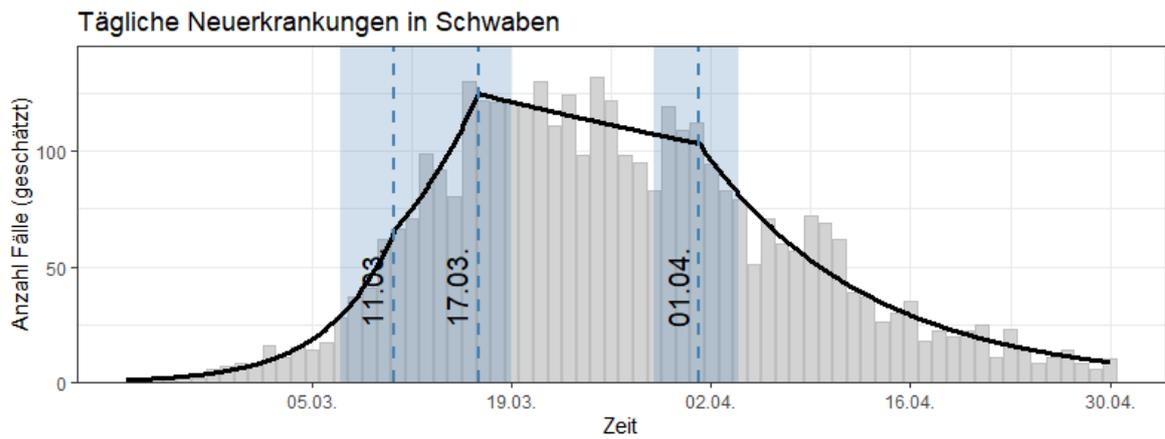


Abbildung 49: Geschätzte Bruchpunkte in Schwaben

Bruchpunkt	Zeitpunkt	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	18,7 (11.03.2020)	15,9 (07.03.2020)	21,6 (14.03.2020)
2	24,7 (17.03.2020)	22,7 (14.03.2020)	26,6 (19.03.2020)
3	40,2 (01.04.2020)	37,9 (29.03.2020)	42,5 (04.04.2020)
Phase j	Faktor $\exp(\beta_j)$	95 %-KI Untergrenze	95 %-KI Obergrenze
1	1,25	1,20	1,30
2	1,12	1,05	1,19
3	0,988	0,976	1,00
4	0,918	0,909	0,928

Tabelle 13: Bruchpunkte in Schwaben

6.3 Eingliederung der Starkbierfeste

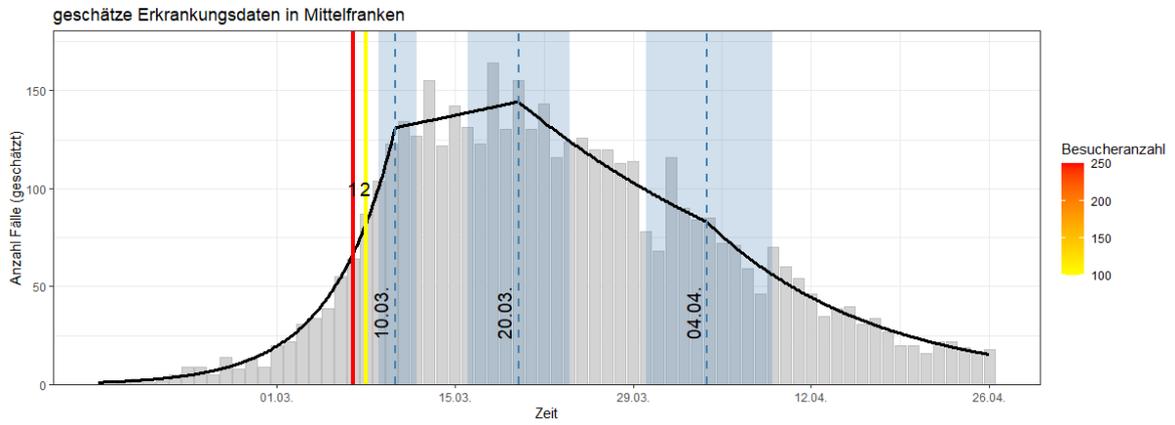


Abbildung 50: Starkbierfeste in Mittelfranken

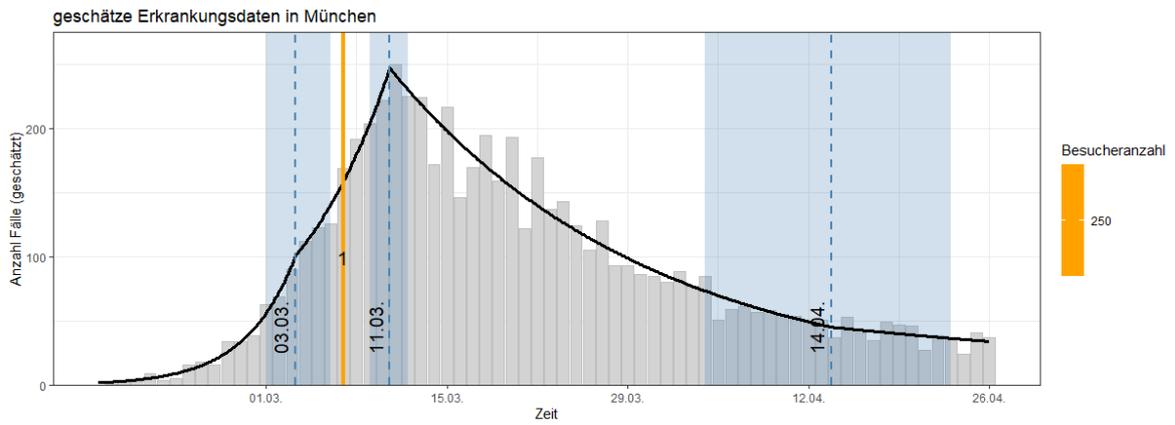


Abbildung 51: Starkbierfeste in München

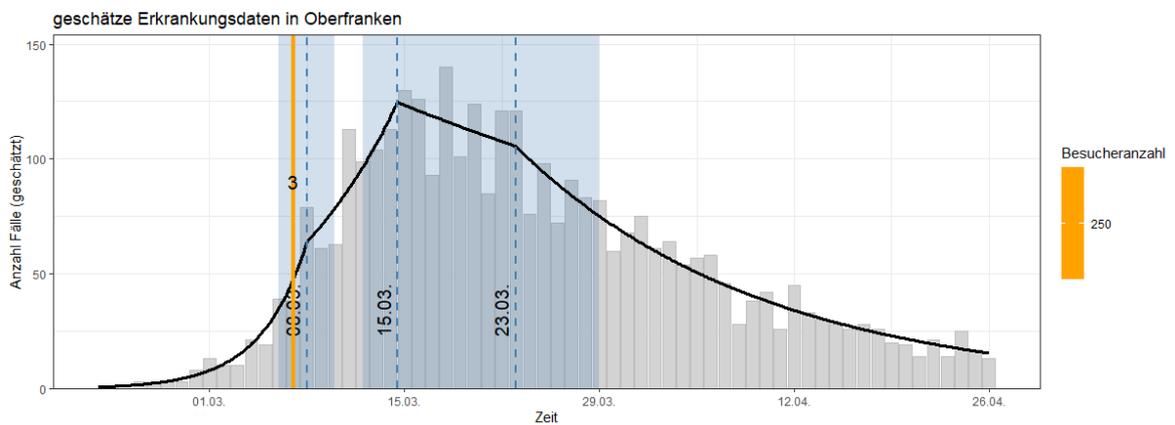


Abbildung 52: Starkbierfeste in Oberfranken

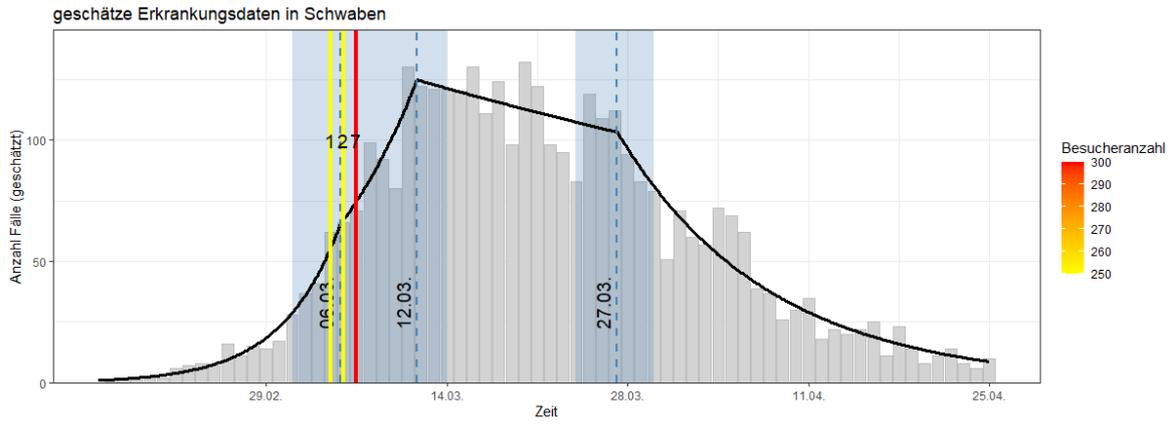


Abbildung 53: Starkbierfeste in Schwaben

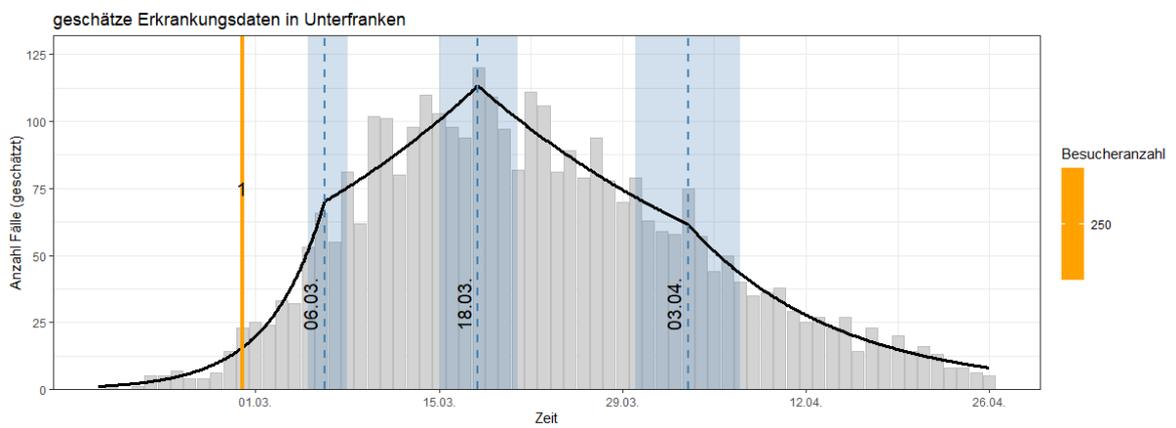


Abbildung 54: Starkbierfeste in Unterfranken

6.4 Tabelle der eingeführten Maßnahmen

Die Tabelle erstreckt sich über die folgenden vier Seiten. Die zugehörigen Quelle einer jeder Maßnahme ist auf der nächsten Seite zu finden.

id	Region	Ort	Datum	Kategorie	Maßnahme
1	Bayern	Bayern	10.03.2020	Social Distancing	Veranstaltungen von über 1000 Personen nicht gestattet
2	Oberbayern	Oberbayern	13.03.2020	Kirche	keine Gottesdienste mehr
3	Bayern	Bayern	16.03.2020	Bildung	Schulschließung
4	Bayern	Bayern	16.03.2020	Bildung	Kindergartenschließung
5	München	München	11.03.2020	Bildung	viele Schulen geschlossen
6	München	München	16.03.2020	Reisen	München schränkt ÖPNV ein
7	Bayern	Bayern	16.03.2020	Ansprachen	Katastrophenfall
8	Bayern	Bayern	18.03.2020	Ansprachen	Ansprache von Angela Merkel
9	Bayern	Bayern	17.03.2020	Social Distancing	Schließung von Bars, Kinos und Schwimmbädern
10	Bayern	Bayern	21.03.2020	Social Distancing	Restaurantschließungen
11	Bayern	Bayern	21.03.2020	Social Distancing	Ausgangsbeschränkungen
12	Bayern	Bayern	27.03.2020	Ansprachen	Bußgeldkatalog
13	Bayern	Bayern	27.04.2020	Social Distancing	Maskenpflicht
14	Südost-Oberbayern	Rosenheim	22.04.2020	Social Distancing	Maskenpflicht
15	Niederbayern	Straubing	23.04.2020	Social Distancing	Maskenpflicht
16	Bayern	Bayern	11.03.2020	Social Distancing	Schließung von Theater, Oper, Konzertsäle
17	Bayern	Bayern	14.03.2020	Social Distancing	Schließung von Museen und Bibliotheken
18	Bayern	Bayern	18.03.2020	Bildung	Verschiebung von Abitur
19	Bayern	Bayern	19.03.2020	Bildung	Verschiebung von Staatsexamen
20	Bayern	Bayern	19.03.2020	Bildung	Verschiebung von Abschlussprüfungen
21	Bayern	Bayern	27.04.2020	Bildung	Schrittweise Schulöffnung
22	Oberbayern	Oberbayern	12.03.2020	Kirche	Absage von Taufe und Firmungen
23	Bayern	Bayern	13.03.2020	Pflege	Besuchverbot für Pflege- und Altenheime
24	Bayern	Bayern	16.03.2020	Reisen	Bahn schränkt Betrieb ein
25	Bayern	Bayern	18.03.2020	Pflege	Schließung von Behinderten Werkstätten
26	Bayern	Bayern	20.03.2020	Pflege	weiter Einschränkungen für Pflege- und Altenheime
27	Bayern	Bayern	27.03.2020	Reisen	weitere Einschränkungen bei der Bahn
28	Oberbayern	Oberbayern	01.04.2020	Kirche	Firmung und Erstkommunion verschoben
29	Bayern	Bayern	01.04.2020	Pflege	keine Aufnahmen ,ehr bei Alten- und Pflegeheimen
30	Bayern	Bayern	04.04.2020	Pflege	keine Aufnahmen bei Behinderteninrichtungen
31	Bayern	Bayern	22.04.2020	Reisen	Betrieb wird wieder hochgefahren
32	Oberpfalz	Mitterteich	18.03.2020	Social Distancing	Ausgangssperre

id	Quelle
1	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
2	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
3	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
4	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
5	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
6	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
7	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
8	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
9	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
10	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
11	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
12	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
13	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
14	https://www.br.de/nachrichten/bayern/weitere-coronafaelle-in-niederbayern-absagen-und-quarantaene,RsjhWOA
15	https://www.br.de/nachrichten/bayern/in-straubing-gilt-ab-sofort-die-maskenpflicht,Rwu4wib
16	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
17	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
18	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
19	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
20	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
21	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-april-1.4873340
22	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
23	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
24	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
25	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
26	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
27	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-maerz-1.4865723
28	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-april-1.4873340
29	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-april-1.4873340
30	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-april-1.4873340
31	https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-bayern-rueckblick-april-1.4873340
32	https://www.br.de/nachrichten/bayern/strenge-ausgangssperre-in-mitterteich-endet-fortsetzung-unklar,Ruteerv

id	Region	Ort	Datum	Kategorie	Maßnahme
33	München	München	20.03.2020	Social Distancing	Sperrung der Eisbachwelle
34	Oberpfalz	Mitterteich	06.04.2020	Social Distancing	aufhebung der Ausgangssperre
35	Bayern	Bayern	20.04.2020	Social Distancing	Schrittweise Ladenöffnung
36	Bayern	Bayern	17.03.2020	Reisen	Reisewarnungen
37	Oberfranken	Wunsiedel	19.03.2020	Social Distancing	Ausgangssperre
38	Bayern	Bayern	18.03.2020	Bildung	keine Fahrprüfungen mehr
39	Niederbayern	Passau	16.03.2020	Kirche	keine Gottesdienste mehr
40	München	München	02.03.2020	Absagen	Internationale Handelsmesse abgesagt
41	München	München	04.03.2020	Absagen	Immobilienmesse wird verschoben
42	Niederbayern	Rottal	10.03.2020	Absagen	Rottaler Volksfest wird abgesagt
43	Bayern	Bayern	11.03.2020	Bildung	Betrieb an Unis eingestellt
44	Bayern	Bayern	12.03.2020	Reisen	verschärfung der Grenzkontrollen
45	Schwaben	Neu-Ulm	12.03.2020	Pflege	Besuchverbot für Pflege- und Altenheime
46	Schwaben	Unterallgäu	12.03.2020	Social Distancing	Veranstaltungen von über 500 Personen nicht gestattet
47	Mittelfranken	Fürth	13.03.2020	Reisen	stark eingeschränkt
48	Niederbayern	Deggendorf	13.03.2020	Social Distancing	alle öffentlichen Einrichtungen werden geschlossen
49	Bayern	Bayern	14.04.2020	Ansprachen	Merkel plädiert keine Kontakte zu andere
50	Bayern	Bayern	16.03.2020	Reisen	Grenzschließung zu Frankreich, Österreich und Schweiz
51	Bayern	Bayern	17.03.2020	Reisen	Flixbus stellt Betrieb ein
52	Bayern	Bayern	17.03.2020	Reisen	Einreiseverbot für nicht EU-Bürger
53	München	München	19.03.2020	Ansprachen	Apell von Münchener OB
54	Bayern	Bayern	25.03.2020	Reisen	Saisonarbeiter dürfen nicht mehr einreisen
55	Bayern	Bayern	26.03.2020	Ansprachen	Appell von Präsidenten der Deutschen Krankenhausesellschaft
56	Bayern	Bayern	02.04.2020	Reisen	Saisonarbeiter dürfen nicht mehr einreisen wird gelockert
57	Bayern	Bayern	05.04.2020	Ansprachen	Apell von Söder
58	Bayern	Bayern	20.04.2020	Social Distancing	minimale Lockerung der Beschränkungen
59	Mittelfranken	Nürnberg	13.03.2020	Social Distancing	Veranstaltungen vonüber 100 Personen nicht gestattet
60	Niederbayern	Niederbayern	17.03.2020	Social Distancing	Schließung von Thermalbädern
61	Niederbayern	Niederbayern	17.03.2020	Pflege	Besuchsregelungen für Krankenhäuser
62	Oberfranken	Coburg	12.03.2020	Social Distancing	Veranstaltungen mit mehr als 200 Personen nicht gestattet
63	Schwaben	Augsburg	16.03.2020	Kirche	keine Gottesdienste mehr
64	Oberfranken	Kronach	12.03.2020	Pflege	Besuchsverbot für Pflege- und Altenheime

id	Quelle
33	https://www.muenchen.de/aktuell/2020-03/coronavirus-eisbach-welle-stillgelegt.html
34	https://www.br.de/nachrichten/bayern/ausgangssperre-in-mitterteich-vorzeitig-ab-morgen-aufgehoben,RvNojXL
35	https://www.br.de/nachrichten/bayern/br24live-ab-12-25-uhr-soeder-informiert-ueber-corona-lockerungen,RwIwYQc
36	https://www.spiegel.de/panorama/gesellschaft/coronavirus-bundesregierung-spricht-weltweite-reisewarnung-aus-a-9209a1d9-ec60-4619-84e1-c25318d676a5
37	https://www.muenchen.de/aktuell/2020-03/coronavirus-eisbach-welle-stillgelegt.html
38	https://www.swp.de/suedwesten/staedte/reutlingen/corona-tuev-setzt-fuehrerscheinpruefung-aus-44680216.html
39	https://www.br.de/nachrichten/bayern/weitere-coronafaelle-in-nieder-bayern-absagen-und-quarantaene,RsjhWOA
40	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-02-maerz-bis-08-maerz,Rtxuqgn
41	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-02-maerz-bis-08-maerz,Rtxuqgn
42	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
43	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
44	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
45	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
46	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
47	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
48	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
49	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
50	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK
51	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-rueckblickticker-vom-16-maerz-bis-22-maerz,Rty8Muc
52	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-rueckblickticker-vom-16-maerz-bis-22-maerz,Rty8Muc
53	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-rueckblickticker-vom-16-maerz-bis-22-maerz,Rty8Muc
54	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-23-maerz-und-29-maerz,RuJlAnn
55	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-23-maerz-und-29-maerz,RuJlAnn
56	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-30-maerz-bis-05-april,RupeX1N
57	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-30-maerz-bis-05-april,RupeX1N
58	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-13-april-bis-19-april,Rw9nk2V
59	https://www.br.de/nachrichten/bayern/corona-ticker-mittelfranken-inzwischen-48-infizierte,Rt0pU0I
60	https://www.br.de/nachrichten/bayern/weitere-coronafaelle-in-nieder-bayern-absagen-und-quarantaene,RsjhWOA
61	https://www.br.de/nachrichten/bayern/weitere-coronafaelle-in-nieder-bayern-absagen-und-quarantaene,RsjhWOA
62	https://www.br.de/nachrichten/bayern/wegen-coronavirus-viele-veranstaltungen-verschoben-oder-abgesagt,RsIA620
63	https://www.br.de/nachrichten/bayern/liveticker-coronavirus-in-schwaben-und-im-allgaeu,RswQ17M
64	https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/corona-die-ereignisse-vom-09-maerz-bis-15-maerz,Rt22D TK

Tabelle 14: erhobene Maßnahmen in Bayern

6.5 Tabelle der erhobenen Starkbierfeste

Die Tabelle erstreckt sich über die folgenden acht Seiten. Die zugehörigen Quelle eines Starkbierfestes ist auf der nächsten Seite zu finden.

id	Landkreis	Regierungsbezirk	Ort	Datum	Besucheranzahl
1	Aichach-Friedberg	Schwaben	Wulfertshausen	06.03.2020	250
2	Aichach-Friedberg	Schwaben	Aichach	07.03.2020	
3	Aichach-Friedberg	Schwaben	Baar	abgesagt (13.03)	
4	Aichach-Friedberg	Schwaben	Ried	07.03.2020	
5	Altötting	Südost-Oberbayern	Töging	abgesagt	
6	Altötting	Südost-Oberbayern	Markt	07.03.2020	
7	Altötting	Südost-Oberbayern	Neuötting	02.03.2020	
8	Altötting	Südost-Oberbayern	Tüßling	07.03.2020	500
9	Amberg-Weilheim	Oberpfalz	Auerbach	07.03.2020	340
10	Amberg-Weilheim	Oberpfalz	Hirschau	12.03.2020	
11	Amberg-Weilheim	Oberpfalz	Sorghof bei Vilseck	12.03.2020	
12	Ansbach (Stadt und Landkreis)	Mittelfranken	Ansbach	abgesagt	
13	Ansbach (Stadt und Landkreis)	Mittelfranken	Dorf Kemmatten	08.03.2020	100
14	Augsburg (Stadt und Landkreis)	Schwaben	Herbertshofen	abgesagt	
15	Augsburg (Stadt und Landkreis)	Schwaben	Nordendorf	07.03.2020	300
16	Bad Tölz-Wolfratshausen	Südwest-Oberbayern	Wolfratshausen	28.02.2020	600
17	Bad Tölz-Wolfratshausen	Südwest-Oberbayern	Geretsried	28.02.2020	
18	Bad Tölz-Wolfratshausen	Südwest-Oberbayern	Königsdorf	07.03.2020	
19	Bayreuth (Stadt und Landkreis)	Oberfranken	Bindlach	abgesagt	300
20	Berchtesgadener Land	Südost-Oberbayern	Teisendorf	abgesagt	
21	Cham	Oberpfalz	Bad Kötzting	abgesagt	
22	Cham	Oberpfalz	Zandt	07.03.2020	
23	Coburg (Stadt und Landkreis)	Oberfranken	Ahorn	07.03.2020	
24	Dachau	Nord-Oberbayern	Dachau	abgesagt	550
25	Deggendorf	Niederbayern	Deggendorf	05.03.2020	
26	Deggendorf	Niederbayern	Auerbach	07.03.2020	
27	Deggendorf	Niederbayern	Hengersberg	07.03.2020	
28	Dingolfing-Landau	Niederbayern	Landau	08.03.2020	
29	Dingolfing-Landau	Niederbayern	Loiching	07.03.2020	
30	Donau-Ries	Schwaben	Megesheim	abgesagt	

id	Quelle
1	http://stadtkapellfriedberg.de/Termine/index.php/?focus=STRATP_cm4all_com_widgets_EventCalendar_1119094?a=20191125145257-1805&m=d
2	http://fsg-aichach.de/2020/03/09/starkbierfest-2020-2/
3	https://gs-baar-ebenhausen.de/Veranstaltungskalender-der-Gemeinde.o38.html?
4	page=&s_month=6-2020&s_startdate=&s_enddate=&s_category=0&s_keyword= https://ffw-ried.de/starkbierfest
5	https://www.pnp.de/lokales/landkreis-altoetting/neuoetting-toeing/Angst-vor-Corona-Virus-CSU-sagt-Starkbierfest-ab-3632225.html
6	https://www.facebook.com/pg/CSU-Freie-Liste-Markt1-2433458350009219/posts/
7	https://www.pnp.de/lokales/landkreis-altoetting/neuoetting-toeing/CSU-Starkbierfest-Manfred-Wimmer-wieder-als-Fastenprediger-3622537.html
8	https://www.ovb-online.de/muehldorf/kaum-einer-beim-tuesslinger-starkbierfest-ungeschoren-davon-13590350.html
9	https://www.nordbayern.de/region/pegnitz/desinfektionsmittel-und-seitenhiebe-bei-spd-starkbierfest-1.9917573
10	https://www.onetz.de/oberpfalz/hirschau/schlossgeist-sucht-hirschauer-bockbierfest-heim-id2993059.html
11	https://www.onetz.de/oberpfalz/sorghof-vilseck/sorghofer-bockbierfest-riesengaudi-id2992256.html
12	https://www.sv-frankenhoehle.de/userfiles/downloads/termine/Aushang_Starkbierfest_2020.pdf
13	https://langfurth.de/Veranstaltungskalender-der-Gemeinde-Langfurth.o38.html?
14	id=38%2C1&page=&s_month=3-2020&s_startdate=&s_enddate=&s_keyword=0&detailvent=4539
15	http://lechtal-schuetzen.de/?p=3285
16	http://www.musikverein-nordendorf.de/
17	https://www.oberland.de/magazin/kultur/wolfratshausen/scharfzuegiges-singspiel-und-stimmungslits
18	https://www.merkur.de/lokales/wolfratshausen/geretsried-ort46843/geretsried-derblecken-fastenpredigt-starkbierfest-13567167.html
19	https://www.merkur.de/lokales/wolfratshausen/koenigsdorf-ort377103/koenigsdorf-bruder-josephus-frotzelt-ueber-demmel-kopnicky-co-13594064.html
20	https://www.wiesentbote.de/2020/03/12/csu-bindlach-sagt-starkbierfest-ab/
21	https://www.bglannd24.de/bglannd/region-bad-reichenhall/landkreis-berchtesgadener-land-ort77362/berchtesgadener-land-abgesagte-veranstaltungen-geschlossene-einrichtungen-13593499.html
22	https://www.mittelbayerische.de/region/cham-nachrichten/lindner-braeu-sagt-starkbierfest-ab-20909-art1890322.html
23	https://www.donaukurier.de/lokales/eichstaett/Kommunalwahl-Eichstaett-2020-Deftige-Starkbierrede;art575,4518918
24	https://www.initiative-rodachtal.de/357,5070,0/Starkbierfest.html
25	https://www.kurier-dachau.de/nachrichten/dachau/Absage+THW-Starkbierfest+2020,27737.html
26	https://www.idowa.de/inhalt.deggendorf-ausgelassene-stimmung-beim-starkbierfest-im-klosterhof.619577c3-daa6-45a7-85ab-b34492860750.html
27	https://www.google.com/url?sa=t&trct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjdh6_VzJ3rAhVLqaQKH2OCHkQFjADegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.onetz.de%2Foberpfalz%2Fderblecken-derbleckt-beim-spd-starkbierfest-auebach-id2992391.html&usq=AOvVaw2vHezeKmbP9CVyY20kOPTz
28	https://spd-hengersberg.de/termine/?id=481480
29	https://www.landau-isar.de/freizeit-und-tourismus/veranstaltungen/veranstaltungskalender/veranstaltung/veranstaltung/2020-03-07/starkbierfest-in-der-ff-landau-1615/va-action/show/va-controller/Event/
30	https://www.idowa.de/inhalt.loiching-bruder-franziskus-und-die-hohe-kunst-des-derbleckens.4b95fa61-8b1a-42d7-b893-54dd24d70e6.html
	https://www.facebook.com/events/megeshheim/verschoben-auf-2021-16-rieser-starkbieranstich-in-megeshheim/2972151492818491/

id	Landkreis	Regierungsbezirk	Ort	Datum	Besucheranzahl
31	Donau-Ries	Schwaben	Buchdorf	06.03.2020	
32	Eichstätt	Nord-Oberbayern	Gaimersheim	07.03.2020	100
33	Eichstätt	Nord-Oberbayern	Kipfenberg	07.03.2020	
34	Eichstätt	Nord-Oberbayern	Lenting	abgesagt	
35	Erding	Nord-Oberbayern	Altenerding	07.03.2020	
36	Erding	Nord-Oberbayern	Erding	07.03.2020	200
37	Erding	Nord-Oberbayern	Eching	07.03.2020	
38	Erlangen	Mittelfranken	Mühlhausen	07.03.2020	
39	Freising	Nord-Oberbayern	Weihenstephan	abgesagt	
40	Freyung-Grafenau	Niederbayern	Grafenau	12.03.2020	
41	Freyung-Grafenau	Niederbayern	Kreuzberg	07.03.2020	
42	Freyung-Grafenau	Niederbayern	Spiegelau	07.03.2020	
43	Fürstenfeldbruck	Nord-Oberbayern	Fürstenfeldbruck	09.03.2020	370
44	Fürth (Stadt und Landkreis)	Mittelfranken	Fürth	abgesagt	
45	Garmisch-Partenkirchen	Südwest-Oberbayern	Garmisch-Partenkirchen	abgesagt	
46	Garmisch-Partenkirchen	Südwest-Oberbayern	Bad Kohlgrub	07.03.2020	
47	Garmisch-Partenkirchen	Südwest-Oberbayern	Farchant	07.03.2020	200
48	Günzburg	Schwaben	Günzburg	07.03.2020	
49	Günzburg	Schwaben	Ursberg	06.03.2020	
50	Haßberg	Unterfranken	Neubrunn	abgesagt	
51	Haßberg	Unterfranken	Obertheres	abgesagt	
52	Hof	Oberfranken	Döhlau	07.03.2020	
53	Hof	Oberfranken	Schwarzenbach	abgesagt	
54	Ingolstadt	Nord-Oberbayern	Ingolstadt	05.03.2020	120
55	Kaufbeuren	Schwaben	Kaufbeuren	05.03.2020	
56	Kempten	Unterfranken		abgesagt	
57	Kitzingen	Unterfranken		abgesagt	
58	Landshut (Stadt und Landkreis)	Niederbayern	Landshut	abgesagt	
59	Landshut (Stadt und Landkreis)	Niederbayern	Hockerberg	abgesagt	
60	Landshut (Stadt und Landkreis)	Niederbayern	Adlkofen	07.03.2020	

id	Quelle
31	https://www.pwg-fw-buchdorf.de/rueckblick/
32	https://www.donaukurier.de/lokales/ingolstadt/Kommunalwahl-Eichstaett-2020-Derbleckt-und-aufspuit;art599,4520168
33	https://www.donaukurier.de/lokales/eichstaett/Kommunalwahl-Eichstaett-2020-Kommunalwahl-praegt-Starkbierfest;art575,4520131
34	http://www.csu-lenting.de/starkbierfest-2020/
35	https://vor-ort.kolping.de/kolpingsfamilie-altenerding/2020/03/15/altenerding-starkbierfest-muss-abgesagt-werden/
36	https://www.merkur.de/lokales/erding/erding-ort28651/abschiedstrunk-im-gasthof-zur-post-prosper-starkbieranstich-13586519.html
37	https://www.echinger-echo.de/veranstaltungen/1119-o-zapft-gspuit-gsunga-und-derbleckt
38	https://www.hoellentaler.de/event/starkbierfest-muehlhausen-2020/
39	https://www.sueddeutsche.de/muenchen/freising/veranstaltungen-im-kreis-freising-absagen-wegen-corona-1.4831627
40	https://www.pnp.de/lokales/landkreis-freyung-grafenau/Starkbierfest- Virtuose-Singspiel-Premiere-3634944.html
41	https://www.merkur.de/bayern/coronavirus-bayern-starkbierfeste-soeder-huml-heinsberg-hotspot-alarmszeichen-13698420.html
42	https://www.echinger-echo.de/veranstaltungen/1119-o-zapft-gspuit-gsunga-und-derbleckt
43	https://www.top-fm.de/ffb-koenigliches-starkbierfest-ein-voller-erfolg-18589/
44	https://www.augustinerfreundefurhev.de/event/7-augustiner-starkbierfest/
45	
46	http://fwg-bad-kohlgrub.de/Aktuelles-Veranstaltungen/
47	https://www.csu.de/verbaende/ov/farchant/meldungen/maerz-2020/starkbieranstich/?pdf
48	https://www.augsburger-allgemeine.de/guenzburg/Der-Vorverkauf-fuers-5-GZ-Starkbierfest-beginnt-id56771306.html
49	http://www.mv-deisenhausen.de/archiv/galerie.htm
50	https://www.mainpost.de/regional/hassberge/Corona-Diese-Veranstaltungen-fallen-im-Kreis-Hassberge-aus;art513833,10421170
51	http://www.abersfelder-musikanten.de/termine/
52	https://www.partefreie-gemeinschaft.de/impressionen-des-neujahrsempfangs-der-pfg
53	https://csu-schwarzenbach.de/
54	https://www.donaukurier.de/lokales/ingolstadt/Starkbierfest-bei-Nordbraeu-mit-neuem-Redner;art599,4513270
55	https://www.sueddeutsche.de/bayern/csu-cdu-kanzlerkandidat-vorsitzender-laschet-merz-soeder-1.4834355
56	
57	https://www.mainpost.de/regional/kitzingen/Coronavirus-Diese-Veranstaltungen-fallen-in-Kitzingen-aus;art773,10421176
58	https://www.idowa.de/inhalt.wegen-coronavirus-gefahr-diese-veranstaltungen-in-ostbayern-sind-abgesagt.2d63f1fa-ffef-4cf9-bf75-dfc9f4c3f1d5.html
59	https://www.idowa.de/inhalt.wegen-coronavirus-gefahr-diese-veranstaltungen-in-ostbayern-sind-abgesagt.2d63f1fa-ffef-4cf9-bf75-dfc9f4c3f1d5.html
60	https://www.idowa.de/inhalt.starkbierfest-der-csu-adllofen-starkes-bier-und-beste-stimmung.f7410b3e-f960-4d1f-9484-2bdfa3e39244.html

id	Landkreis	Regierungsbezirk	Ort	Datum	Besucheranzahl
61	Landshut (Stadt und Landkreis)	Niederbayern	Geisenhausen	10.03.2020	100
62	Miesbach	Südwest-Oberbayern	Bayrischzell	09.03.2020	200
63	Mühldorf am Inn	Südwest-Oberbayern	Haag	05.03.2020	
64	Mühldorf am Inn	Südwest-Oberbayern	Hofhambach	07.03.2020	
65	Mühldorf am Inn	Südwest-Oberbayern	Gars	29.02.2020	
66	Mühldorf am Inn	Südwest-Oberbayern	Maitenbeth	07.03.2020	500
67	München (Stadt und Landkreis)	Südwest-Oberbayern	Ismaning	08.03.2020	400
68	München (Stadt und Landkreis)	Südwest-Oberbayern	Trudering	01.03.2020	250
69	München (Stadt und Landkreis)	Südwest-Oberbayern	Unterschleißheim	07.03.2020	
70	München (Stadt und Landkreis)	München	Nockherberg, Löwenbräu	abgesagt	2000
71	München (Stadt und Landkreis)	München	Augustinerkeller	07.03.2020	
72	Neuburg-Schrobenhausen	Nord-Oberbayern	Neuburg	07.03.2020	
73	Neuburg-Schrobenhausen	Nord-Oberbayern	Brugheim	29.02.2020	
74	Neuburg-Schrobenhausen	Nord-Oberbayern	Rohrenfels	07.03.2020	
75	Neumarkt in der Oberpfalz	Oberpfalz	Dietfurt	07.03.2020	
76	Neumarkt in der Oberpfalz	Oberpfalz	Postbauer-Heng	07.03.2020	
77	Neustadt a.d. Waldnaab	Oberpfalz	Pressath		
78	Neustadt a.d. Waldnaab	Oberpfalz	Weierhammer	07.03.2020	
79	Neustadt a.d. Waldnaab	Oberpfalz	Neustadt	05.03.2020	
80	Neustadt a.d. Waldnaab	Oberpfalz	Flossenbürg	07.03.2020	
81	Neustadt a.d. Waldnaab	Oberpfalz	Eslarn	07.03.2020	
82	Neustadt a.d. Waldnaab	Oberpfalz	Parkstein	07.03.2020	
83	Neustadt a.d. Waldnaab	Oberpfalz	Speinshart	29.02.2020	
84	Oberallgäu	Schwaben	Kempten	abgesagt	
85	Ostallgäu	Schwaben	Pfronten	07.03.2020	
86	Ostallgäu	Schwaben	Rückholz	07.03.2020	250
87	Ostallgäu	Schwaben	Boos	07.03.2020	
88	Passau (Stadt und Landkreis)	Niederbayern	Passau	abgesagt	
89	Passau (Stadt und Landkreis)	Niederbayern	Iglbach	29.02.2020	
90	Pfaffenhofen	Nord-Oberbayern	Geisenbach	07.03.2020	340

- id **Quelle**
- 61 <https://www.facebook.com/CSUGeisenhausen/>
- 62 <https://www.merkur.de/bayern/coronavirus-bayern-starkbierfeste-soeder-huul-heinsberg-hotspot-alarmszeichen-13698420.html>
- 63 <https://www.wasserburg24.de/wasserburg/haager-land/haag-in-oberbayern-ort46903/haag-gelungene-premiere-haager-starkbierfest-2020/03/08/gstanzl-und-lieder-beim-starken-bier.ovb>
- 64 <https://www.ovb-heimatzeitungen.de/muehldorf/2020/03/08/gstanzl-und-lieder-beim-starken-bier.ovb>
- 65 <https://www.ovb-online.de/rosenheim/wasserburg/fastenprediger-gars-decken-schonungslos-13567323.html>
- 66 <http://faltermailer.blogspot.com/2019/03/>
- 67 <https://www.merkur.de/bayern/corona-ausbreitung-bayern-volksfest-starkbierfeste-bier-fallzahlen-zr-13703426.html>
- 68 <https://www.wochenanzeiger.de/article/228590.html>
- 69 <https://boeck2020.de/starkbierfest-wie-immer-ein-zuschauer magnet/>
- 70
- 71 <https://de-de.facebook.com/Harthouser-Musi-Blasmusik-rockt-152667491743697/>
- 72 <https://www.donaukurier.de/lokales/neuburg/Starkbierfest-findet-statt;art1763,4514407>
- 73 <https://www.donaukurier.de/lokales/neuburg/Die-saure-Zitrone-und-viel-Satire;art1763,4508180>
- 74 <https://www.donaukurier.de/lokales/neuburg/Lokalkolorit-mit-sueffigem-Starkbier;art1763,4516493>
- 75 <https://www.donaukurier.de/lokales/beilngries/dietfurt/Ein-toller-und-runder-Abend;art394147,4517653>
- 76 <https://www.nordbayern.de/region/neumarkt/starkbierfest-der-csu-postbauer-heng-1.9917922?offset=3#ancTitle>
- 77 <https://www.tsv-pressath.de/>
- 78 <https://www.onetz.de/oberpfalz/kaltenbrunn-weilerhammer/kaltenbrunn-schwaecheln-beim-starkbierfest-id2985485.html>
- 79 <https://www.onetz.de/oberpfalz/neustadt-waldnaab/volles-haus-beim-starkbierfest-neustaeter-spd-id2987651.html>
- 80 <https://www.onetz.de/oberpfalz/flossenbuerg/deftige-brotzeiten-sprueche-beim-flossenbuerg-starkbierfest-id2989984.html>
- 81 <https://www.onetz.de/oberpfalz/eslarn/starkbierfest-fluessige-politische-kost-id2991397.html>
- 82 <https://www.onetz.de/oberpfalz/parkstein/cyberdirigent-gibt-takt-id2989561.html>
- 83 <https://www.onetz.de/oberpfalz/speinshart/eroeffnung-starkbierzeit-hiess-speinshart-bock-id2984603.html>
- 84
- 85 <https://www.kreisbote.de/lokales/fuessen/csu-starkbierfest-pfrontener-pfarheim-wird-einmal-mehr-sehr-besucht-13581946.html>
- 86 https://www.all-in.de/rueckholz/c-lokales/nicht-nur-einfach-ein-bockbierabend-im-ostallgaeuer-rueckholz_a5057955
- 87 <https://www.musikkapelle-heimertingen.de/>
- 88 <https://www.muw-nachrichten.de/absage-innstadt-starkbierspektakel/>
- 89 <https://www.fcunteriglbad.de/news/iglbacher-starkbierfest-29-02-2020/>
- 90 <https://www.donaukurier.de/lokales/pfaffenhofen/Kommunalwahl-Pfaffenhofen-2020-Sueffisantes-und-Humoriges-ueber-die-Wahlkaempfer;art600,4517629>

id	Landkreis	Regierungsbezirk	Ort	Datum	Besucheranzahl
91	Pfaffenhofen	Nord-Oberbayern	Jetzendorf	07.03.2020	160
92	Pfaffenhofen	Nord-Oberbayern	Reichertshausen	29.02.2020	
93	Pfaffenhofen	Nord-Oberbayern	Reichertshofen	07.03.2020	
94	Regen	Niederbayern	Regen	abgesagt	
95	Regen	Niederbayern	Bischofsmais	07.03.2020	
96	Regensburg (Stadt und Landkreis)	Oberpfalz	Adlersberg	abgesagt	
97	Regensburg (Stadt und Landkreis)	Oberpfalz	Wiesent	07.03.2020	
98	Regensburg (Stadt und Landkreis)	Oberpfalz	Barberg	07.03.2020	120
99	Rhön-Grabenfeld	Unterfranken	Melrichtstadt	29.02.2020	
100	Rosenheim (Stadt und Landkreis)	Südost-Oberbayern	Rosenheim	07.03.2020	1000
101	Rosenheim (Stadt und Landkreis)	Südost-Oberbayern	Bernau	07.03.2020	
102	Rosenheim (Stadt und Landkreis)	Südost-Oberbayern	Schonstett	07.03.2020	
103	Rosenheim (Stadt und Landkreis)	Südost-Oberbayern	Vogareuth	07.03.2020	
104	Rottal-Inn	Niederbayern	Bad Birnbach	07.03.2020	
105	Schwandorf	Oberpfalz	Wackersdorf	07.03.2020	600
106	Schwandorf	Oberpfalz	Bodenwöhr	01.03.2020	
107	Schwandorf	Oberpfalz	Teublitz	07.03.2020	
108	Straubing	Südwest-Oberbayern	Pöcking	01.03.2020	750
109	Straubing-Bogen (Stadt und Landkreis)	Niederbayern	Straubing	07.03.2020	1500
110	Straubing-Bogen (Stadt und Landkreis)	Niederbayern	Pfaffenberg	06.03.2020	
111	Tirschenreuth	Oberpfalz	Mitterteich	07.03.2020	1400
112	Tirschenreuth	Oberpfalz	Immenreuth	29.02.2020	
113	Traunstein	Südost-Oberbayern	Traunstein	29.02.2020	200
114	Traunstein	Südost-Oberbayern	Traunstein	07.03.2020	
115	Traunstein	Südost-Oberbayern	Rettenbach	07.03.2020	
116	Traunstein	Südost-Oberbayern	Friedolfing	01.03.2020	
117	Weiden in der Oberpfalz	Oberpfalz	Weiden	07.03.2020	
118	Weilheim-Schongau	Südwest-Oberbayern	Schongau	abgesagt	
119	Weißenburg-Gunzenhausen	Mittelfranken	Auernheim	08.03.2020	100
120	Wunsiedel	Oberfranken	Niederlamitz	07.03.2020	

id	Quelle
91	https://www.donaukurier.de/lokales/pfaffenhofen/Ausgelassene-Stimmung-beim-Starkbierfest;art600,4517806
92	https://www.donaukurier.de/lokales/pfaffenhofen/Kommunalwahl-Pfaffenhofen-2020-Von-Wahl-U-Booten-und-Hochzeitssupp-n;art600,4508809
93	https://www.donaukurier.de/lokales/ingolstadt/Kommunalwahl-Pfaffenhofen-2020-Sauber-eing-schenkt;art599,4518855
94	
95	https://www.facebook.com/pg/CSUBischofsmais/posts/
96	https://www.br.de/nachrichten/bayern/palmator-abgesagt-fertiges-bier-wird-dennoch-getrunken,Rv0H0tr
97	https://www.idowa.de/inhalt/csu-wiesent-singspiel-sorgte-fuer-gute-stimmung.8b7995ad-d1ba-4324-b382-3d7b0011dbfd.html
98	https://www.wochenblatt.de/politik/regensburg/artikel/319782/barbinger-feierten-zuenftiges-starkbierfest
99	https://www.mainpost.de/regional/rhoengrabfeld/Warum-Mellerscht-ganz-nah-am-Nockherberg-liegt;art777,10415591
100	https://www.spiegel.de/panorama/gesellschaft/corona-krise-in-bayern-die-fatale-liebe-zum-starkbier-a-b400b534-3f22-4de9-8549-1f657f502e97
101	https://www.samerbergernachrichten.de/starkbierfest-in-bernau-mit-predigt-im-wortlaut/
102	https://www.wasserburger-stimme.de/schlagzeilen/starkbierfest-kam-prima-an/2020/03/09/
103	https://bleistift-rotstift-satz.de/blog/2020/03/13/kommunalwahl-per-handschlag-die-fastenpredigt-vogtareuth-2020/
104	https://www.csu.de/verbaende/ov/bad-birnbach/aktuelles/maerz-2020/starkbierfest/
105	https://www.ostbayern-kurier.de/index.php?option=com_easyblog&view=entry&id=39132&Itemid=170
106	https://www.otv.de/bodenwehr-20-jubilaum-des-jacobator-anstichs-419462/
107	https://www.spd-teublitz.de/index.php/starkbierfest/143-starkbierfest-2020
108	https://www.sueddeutsche.de/muenchen/starnberg/poeking-der-politische-supergau-1.4826899
109	https://www.wochenblatt.de/news-stream/straubing/artikel/280176/achtung-achtung-trinkt-ihn-laaaaangsam#gallery&2677&0&280176
110	https://feuerwehr-pfaffenberg.feuerwehren.bayern/nachricht/20403/
111	https://www.frankenpost.de/region/bayern/Experten-sehen-Starkbierfest-als-Ausgangspunkt-der-Infektion;art2832,7184476
112	https://www.sv-immenreuth.de/chronik/2020/10-starkbierfest/
113	https://www.traunsteiner-tagblatt.de/region/landkreis-traunstein/traunstein-artikel,-ob-derbleckte-aus-dem-derblecken-etwas-lernen-_arid,556492.html
114	https://www.festei.de/bildergalerie/2020/Bilder/bilder-maerz-2020/wochinger-starkbierfest-5
115	https://www.bayernwelle.de/meine-fotos/starkbierfest-2020-in-rettenbach
116	https://www.csu.de/verbaende/ov/fridolfing/regionales/maerz-2020/zuenftiges-starkbierfest-mit-fastenpredigt-von-bruder-ignaz/
117	https://www.spiegel.de/panorama/gesellschaft/corona-krise-in-bayern-die-fatale-liebe-zum-starkbier-a-b400b534-3f22-4de9-8549-1f657f502e97
118	https://www.merkur.de/lokales/weilheim/weilheim-ort29677/coronavirus-weilheim-schongau-fall-im-landkreis-13583960.html
119	https://www.nordbayern.de/region/treuchtlingen/starkbierfest-der-spd-schwarze-locher-und-raketen-1.9917079
120	http://www.csu-kirchenlamitz.de/news/1/553712/nachrichten/starkbierfest-in-niederlamitz.html

Tabelle 15: erhobene Starkbierfeste in Bayern