

Smarte Lösungen statt „Lockdown“? Der „Tübinger Weg“ in der Corona-Pandemiebekämpfung auf dem Prüfstand

Thomas Wieland

(Dr. Thomas Wieland, Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Geographie und Geoökologie, Abt. Humangeographie, Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe, thomas.wieland@kit.edu)

1 ABSTRACT

Die baden-württembergische Universitätsstadt Tübingen verfolgte in der „zweiten Welle“ der Corona-Pandemie ein eigenes Interventionsprogramm („Tübinger Weg“), das insbesondere auf den Schutz von Risikogruppen (u. a. Corona-Tests in Alten-/Pflegeheimen, Ausgabe von FFP2-Masken) sowie auf freiwillige Verhaltensänderungen (u. a. niedrigschwellige Testangebote, Einkaufszeiten für Ältere) setzte. Vor diesem Hintergrund wurde geprüft, ob dieses Maßnahmenpaket messbare Erfolge im Hinblick auf den Verlauf der Pandemie in der Herbst- und Wintersaison 2020/2021 gezeigt hat. Hierzu wurde eine vergleichende statistische Analyse des Landkreises Tübingen mit dessen fünf Nachbarkreisen vorgenommen, da in diesen grundsätzlich ein ähnlicher zeitlicher Verlauf der Infektionen sowie identische allgemeine „Lockdown“-Maßnahmen bestanden. Der untersuchte Zeitraum umfasst sechs Monate (01.09.2020-28.02.2021). Als Indikatoren fungieren allgemeine und altersspezifische Inzidenzen, tödliche Infektionen, effektive Reproduktionszahlen und die Auslastung der Intensivstationen. Als „Stichtag“ zum Vergleich der Entwicklung wurde der 02.11.2020 verwendet, da hier bundesweit der sog. „Lockdown light“ begann und zugleich der „Tübinger Appell“ veröffentlicht und vor Ort mit einer Reihe von Maßnahmen begonnen wurde. Tatsächlich zeigt sich, dass der Kreis Tübingen bei zunächst gleichen oder sogar ungünstigeren Ausgangsbedingungen bei den meisten Indikatoren signifikant bessere Ausprägungen zeigt als die Nachbarregionen. Dies betrifft vor allem eine deutlich geringere Dichte an tödlichen Infektionen, aber auch geringere Inzidenzwerte bei Risikogruppen. Zumindest aus dem Blickwinkel dieser statistischen Analyse lässt dies den Schluss zu, dass die Maßnahmen des „Tübinger Wegs“ wirkungsvoll waren. Es lässt sich jedoch nicht kausal nachweisen, auf welche der einzelnen getroffenen Maßnahmen dies zurückzuführen ist.

Keywords: Lockdown, Nichtpharmazeutische Interventionen, Pandemie, Corona, Risikogruppenschutz

2 HINTERGRUND

Seit Januar 2020 ist Europa von der Verbreitung des neuartigen Coronavirus (SARS-CoV-2) bzw. der dadurch in manchen Fällen ausgelösten Lungenerkrankung COVID-19 betroffen. Die meisten Staaten reagierten darauf mit „Lockdowns“, die u. a. Grundrechtseinschränkungen (z. B. Kontaktbeschränkungen, Ausgangssperren), die Schließung von Einrichtungen (z. B. Einzelhandel, Freizeiteinrichtungen, Schulen) und das Verbot von Veranstaltungen umfassen, um so Kontakte zwischen Menschen zu reduzieren. Während kein Zweifel daran besteht, dass die Reduzierung (naher) physischer Kontakte prinzipiell auch Infektionen senkt, ist die Effektivität einzelner Maßnahmen – der sog. *nichtpharmazeutischen Interventionen (NPI)* – nicht eindeutig geklärt, was sich an sehr unterschiedlichen Ergebnissen in international angelegten Studien (z. B. Chaudhry et al., 2020; Flaxman et al., 2020; Sharma et al., 2021) und Studien zu einzelnen Ländern (z. B. Baier et al., 2020; Berlemann/Haustein, 2020; Bourdin et al., 2021; Dehning et al., 2020; Donsimoni et al., 2020; Gibson, 2020; Kosfeld et al., 2021; Santamaría/Hortal, 2020; Küchenhoff et al., 2021; Wieland, 2020a; 2020b; Wood, 2021) zeigt. Viele empirische Studien, die auf Zeitreihenanalyse basieren bzw. Infektionskurven auf Brüche untersuchen, finden Rückgänge an Infektionen, die mit der Einsetzung von Maßnahmen koinzidieren, jedoch keinen zusätzlichen Effekt besonders strikter Maßnahmen (z. B. Berlemann/Haustein, 2020; Santamaría/Hortal, 2020; Küchenhoff et al., 2021; Wieland, 2020a, 2020b). Weiterhin gibt es für schwere bzw. potenziell tödlich verlaufende COVID-19-Erkrankungen recht klar definierte Risikogruppen; z. B. gilt in Deutschland eine Person ab 65 Jahren per Definition zur „Risikogruppe“ (Rommel et al., 2021). Mehrere empirische Studien zeigen jedoch, dass zumindest COVID-19-Todesfälle und schwere Krankheitsverläufe durch besonders einschneidende Maßnahmen (z. B. Ausgangssperren) nicht signifikant beeinflusst werden (z. B. Chaudhry et al., 2020; Sharma et al., 2021).

Der erste deutsche „Lockdown“ bestand im Frühjahr 2020, wobei schrittweise Öffnungen bis zum Sommer hin erfolgten. In der „zweiten Welle“ (Herbst/Winter 2020/2021) begann ein neuer „Lockdown“ mit der als „Teil-Shutdown“ (bzw. „Lockdown light“) bezeichneten Schließung von Gastronomiebetrieben, Bars und Freizeiteinrichtungen, die bundesweit ab 02.11.2021 in Kraft trat. Ab dem 16.12.2020 folgte ein bundesweit

abgestimmter vollständiger „Lockdown“, der die Schließung von Schulen sowie der meisten Einzelhandels- und Dienstleistungsbetriebe beinhaltete. Weiterhin wurden bundeslandspezifisch Kontaktbeschränkungen verschärft (z.B. Treffen von nur zwei Haushalten ab Anfang Dezember 2020). Zudem führten mehrere Länder (u.a. Bayern, Sachsen, Thüringen) parallel zur Schließung der Handels- und Dienstleistungsbetriebe erstmals eine landesweite „nächtliche“ Ausgangssperre ein; das Land Baden-Württemberg installierte diese bereits vor dem bundesweiten „Lockdown“ (12.12.2020), während andere Bundesländer komplett darauf verzichteten bzw. den jeweiligen Landkreisen die Entscheidung zu ihrer Umsetzung überließen.

Die o.g. Studien zur Effektivität von Maßnahmen beziehen sich auf das Frühjahr 2020. Zur Wintersaison in Deutschland fehlt bisher eine systematische Evaluation der NPI im o.g. Sinne. Bisherige Analysen haben allerdings gezeigt, dass eine Stabilisierung der Infektionszahlen bereits vor dem „Lockdown light“ einsetzte (Küchenhoff et al., 2020) und dass sich die o.g. Maßnahmenpakete nicht unmittelbar in der effektiven Reproduktionszahl der Corona-Infektionen niedergeschlagen haben (Hoyer et al., 2021). Auch der Effekt von Ausgangssperren wurde für hessische Landkreise untersucht, wobei kein signifikanter Einfluss auf das Infektionsgeschehen ermittelt werden konnte (de Haas et al., 2021). Die mit vielen Maßnahmen verbundenen „Kollateralschäden“ (z.B. Betriebsaufgaben, psychosoziale Folgen) sind aber im Wesentlichen unumstritten (Miles et al., 2021). Daher erscheint es geboten, alternative oder zumindest ergänzende Maßnahmen zu diskutieren, die – wie zu Beginn der Pandemie unter dem Aufruf „Flatten the curve!“ proklamiert – darauf abzielen, eine Überlastung der Kapazitäten des Gesundheitssystems sowie Todesfälle zu verhindern.

Im Herbst/Winter 2020 begann in Deutschland eine Diskussion zum sog. „Tübinger Weg“ (auch: „Tübinger Modell“) der Pandemiebekämpfung, was sich auf eigene, ergänzende Schutzmaßnahmen in der baden-württembergischen Universitätsstadt Tübingen (rd. 91.000 Einwohner) und zum Teil im umgebenden Landkreis Tübingen bezieht. Der „Tübinger Weg“ ist jedoch nicht von Anfang an ein einheitlich konzipiertes Maßnahmenpaket gewesen, sondern beruht auf *zunächst* individuellen Interventionen, die auf einzelne Akteure zurückgehen, vor allem auf den Tübinger Oberbürgermeister Boris Palmer und die Tübinger DRK-Präsidentin Lisa Federle, deren Kooperation im Zuge der sich aufbauenden „zweiten Welle“ intensiviert wurde. Am 01.11.2020 erschien in diesem Zusammenhang der sog. „Tübinger Appell“, der einerseits die getroffenen Maßnahmen zusammenfasste und andererseits auf deren Inanspruchnahme sowie eigenverantwortliches Handeln im Zuge der Pandemie hinwies; neben der Stadt Tübingen und dem DRK waren das Universitätsklinikum Tübingen und der Kreis- und Stadtseniorenrat Unterzeichner des Aufrufs (Universitätsstadt Tübingen, 2020). Die Maßnahmen – von denen einige später in ganz Deutschland installiert wurden – umfassten folgende Punkte (Auskunft OB Palmer, 2021; Deutsche Welle, 2020; Südkurier, 2020; Universitätsstadt Tübingen, 2020):

Corona-Schnelltests in Alten-/Pfleheimen für Beschäftigte (seit September 2020) und Besucher (seit Oktober 2020); zunächst nur Stadt Tübingen, schrittweise auch in Heimen im Kreis Tübingen

(Wieder-)Eröffnung der PCR-Teststation auf dem Tübinger Festplatz (ab 17.08.2020) und Eröffnung eines Schnelltestzentrums für kostenlose Schnelltests (ab 26.11.2020); nur Stadt Tübingen

Kostenloser Versand von FFP2-Masken an alle Personen ab 65 Jahren (ab 02.11.2020); nur Stadt Tübingen

Anrufsammeltaxis zum gängigen ÖPNV-Tarif für alle Personen ab 60 Jahren; nur Stadt Tübingen

Appell zur Freihaltung bestimmter Zeitfenster beim Einkauf für ältere Personen

Im vorliegenden Fall wurde geprüft, ob die o.g. NPI („Tübinger Weg“) im Herbst/Winter 2020/2021 einen signifikanten Beitrag zur Reduktion von Infektionen – vor allem in Risikogruppen bzw. hinsichtlich tödlicher Infektionen und schwerer Krankheitsverläufe – beigetragen hat. Der gewählte Ansatz ist regional und orientiert sich an Studien zur Analyse von räumlich differenzierten Infektionsverläufen über die Zeit (z.B. Kosfeld et al., 2021; Wieland, 2020a) sowie an einer Arbeit zum Effekt einer singulären regional eingeführten NPI, der „Jenaer Maskenstudie“ (Mitze et al., 2020). Hierbei wurde das Infektionsgeschehen im Landkreis Tübingen – was die kleinste mögliche Raumeinheit darstellt, für die vollständige Daten vorliegen – mit dem in einer „Kontrollgruppe“ verglichen. Als Vergleichsmaßstab wurden jedoch keine zufällig oder nach bestimmten Homogenitätskriterien ausgewählte Landkreise verwendet, sondern die fünf Nachbarkreise (Böblingen, Calw, Freudenstadt, Reutlingen, Zollernalbkreis). Hintergrund dessen ist einerseits, dass das Infektionsgeschehen räumlich autokorreliert ist, d.h. statistisch signifikante Ähnlichkeiten z.B. hinsichtlich Inzidenz und Mortalität zwischen benachbarten Regionen bestehen, was bezüglich der „ersten Welle“ für deutsche Landkreise gezeigt werden konnte (Wieland, 2020a). Andererseits gehören die sechs Kreise zum

selben Bundesland (Baden-Württemberg), weshalb dort – von den Maßnahmen des „Tübinger Wegs“ abgesehen – gleiche Ausprägungen sonstiger NPI bestanden. Weiterhin war der Anspruch, mehrere Indikatoren zu verwenden, da epidemiologische Maßzahlen – auch in Anbetracht unentdeckter Infektionen („Dunkelziffer“) – unterschiedlich große Aussagekraft besitzen (Brinks et al., 2020; Wieland, 2020b).

3 DATENGRUNDLAGE UND METHODIK

Um Einflüsse von NPI auf das Infektionsgeschehen identifizieren zu können, ist es notwendig, den Verlauf der Infektionen in Echtzeit nachzuvollziehen. Hierbei ist demnach nicht das Meldedatum der SARS-CoV-2/COVID-19-Fälle, sondern deren Infektionsdatum – d.h. der Tag, an dem die jeweilige Infektion stattfand – entscheidend. Dieses Datum ist aber i.d.R. unbekannt bzw. wird in den offiziellen Fallstatistiken nicht dokumentiert, so dass es anhand der vorliegenden Daten geschätzt werden muss (Küchenhoff et al., 2021; Wieland, 2020a; 2020b; Wood 2021). Der hier zu Grunde gelegte Datensatz beinhaltet die täglichen Infektions-Fallmeldungen in Deutschland beim Robert-Koch-Institut (RKI, 2021a). Jede Meldung umfasst mindestens eine beim jeweiligen Gesundheitsamt als mit SARS-CoV-2 infiziert (d.h. positiver PCR-Test) gemeldete Person sowie u.a. Angaben zu Altersgruppe, Geschlecht und Wohnort (Landkreis). Außerdem ist erfasst, ob ein SARS-CoV-2/COVID-19-Todesfall vorliegt (was in diesen Fällen nachgemeldet wird). Zudem enthält der Datensatz das *Meldedatum* (Tag der Meldung des Falls beim örtlichen Gesundheitsamt) sowie, für einem Teil der Fallmeldungen, auch den *Erkrankungsbeginn*, d.h. das Datum, an dem die ersten Erkrankungssymptome begannen (Erläuterung siehe an der Heiden/Hamouda, 2020; Datensatzbeschreibung siehe RKI, 2021b). Der hier verwendete Datensatz (Stand: 18.05.2021) enthält 3.602.668 SARS-CoV-2-Fälle und 86.379 zugehörige Todesfälle. Für 1.887.836 Fälle (52,4 %) ist ein Erkrankungsbeginn bekannt.

Um auf dieser Grundlage das Infektionsdatum zu schätzen, wird analog zu Wieland (2020b) vorgegangen: Der erste Teil der Zeitspanne zwischen Infektion der betroffenen Person und deren Fallmeldung ans Gesundheitsamt ist die Zeit zwischen Infektion und Erkrankungsbeginn, d.h. die *Inkubationszeit*. Für jeden Infektionsfall i , bei dem das Datum des Symptombeginns, DO_i , bekannt ist, wird vom Erkrankungsbeginn die Inkubationszeit, IP , subtrahiert, um das ungefähre Infektionsdatum, DI_i , zu erhalten: $DI_i = DO_i - IP$. Hierbei wird, unter Rückgriff auf die epidemiologische Fachliteratur, eine mittlere Inkubationszeit von $IP = 5$ (Tagen) angenommen (Backer et al., 2020; Linton et al., 2020). Für die 1.714.832 Fälle, in denen kein Erkrankungsbeginn bekannt ist, wird der zweite Teil der Zeitspanne zwischen Infektion und Fallmeldung berücksichtigt, nämlich die Zeit zwischen Erkrankungsbeginn und Meldung, d.h. der *Meldeverzug*. Dieser lässt sich aus den Fallmeldungen, bei denen sowohl das Meldedatum als auch der Symptombeginn vorliegen (1.887.836 Fälle), empirisch ermitteln. Der Meldeverzug für Fallmeldung i lässt sich nicht sinnvoll mit einem Lageparameter annähern, da eine große und, was wichtiger ist, systematische Streuung vorliegt. Im Folgenden wird daher berücksichtigt, dass der Meldeverzug von Fallmeldung i , $RD_{i,agcwt}$, von der Altersgruppe a , dem Geschlecht g , dem Landkreis c und dem Wochentag w sowie der Zeit t abhängt. Anhand der Fälle mit bekanntem Erkrankungsdatum wurde folgendes Dummy-Regressionsmodell geschätzt:

$$RD_{i,agcwt} = \alpha + \sum_a^{A-1} \beta_a D_{agegroupa} + \sum_g^{G-1} \gamma_g D_{genderg} + \sum_c^{C-1} \delta_c D_{countyc} + \sum_w^{W-1} \zeta_w D_{weekdayw} + \varphi t + \varepsilon_{i,agcwt}$$

wobei α , β_a , γ_g , δ_c , ζ_w und φ die zu schätzenden Regressionsparameter sind und $\varepsilon_{i,agcwt}$ der stochastische Störterm (bzw. Residuum) ist. Mit Hilfe dieses Modells wurde der Meldeverzug für die Fallmeldungen, bei denen kein Erkrankungsbeginn bekannt ist, interpoliert, und so der Erkrankungsbeginn geschätzt. Bei diesen Fällen ergibt sich das ungefähre Infektionsdatum, DI_i , aus dem Meldedatum des Falls, DR_i , dem geschätzten Meldeverzug und der Inkubationszeit: $DI_i = DR_i - RD_{i,agcwt} - IP$.

Aus den Infektionsdaten wurden im nächsten Schritt alle Infektionen extrahiert, die – ausgehend vom geschätzten Infektionsdatum (s.o.) – im Untersuchungszeitraum („Zweite Welle“; 01.09.2020-28.02.2021) stattfanden. Nach diesem ersten Extraktionsschritt wurde ein Sub-Datensatz für das Untersuchungsgebiet (6 LK: Böblingen, Calw, Freudenstadt, Reutlingen, Tübingen, Zollernalbkreis) erstellt. Die Infektionsfälle wurden nun anhand des Infektionsdatums und nach Landkreisen aufsummiert. Für die Ermittlung der tödlichen Infektionen wurde analog verfahren, wobei nur die Infektionen berücksichtigt wurden, die als Todesfall gekennzeichnet sind. Um Infektionen der (altersbedingten) Risikogruppen abzubilden, wurden zudem landkreisspezifische Infektionszeitreihen nach Altersgruppen berechnet.

Im vorliegenden Fall wurden *7-Tage-Inzidenzen* auf der Basis der geschätzten Infektionsdaten berechnet (Porta, 2008; RKI, 2021c). Für Landkreis c an Tag t wurde für die Infizientengruppe s (1. Alle Infektionen, 2. Tödliche Infektionen) bzw. für die Altersgruppe a (1. 60-79 Jahre, 2. 80 Jahre und älter) die Inzidenz, Inc_{ct}^s bzw. Inc_{ct}^a , wie folgt berechnet:

$$Inc_{ct}^s = \frac{\sum_t^{t-6} I_{ct}^s}{POP_{ct}} * 100.000 \quad \text{bzw.} \quad Inc_{ct}^a = \frac{\sum_t^{t-6} I_{ct}^a}{POP_{ct}^a} * 100.000$$

wobei I_{ct}^s bzw. I_{ct}^a die Neuinfektionen in Infizientengruppe s bzw. Altersgruppe a in Landkreis c an Tag t darstellen. Zur Normierung wurde die Bevölkerung in Landkreis c , POP_{ct} , bzw. die altersgruppenspezifische Bevölkerung für Altersgruppe a , POP_{ct}^a , verwendet. Hierdurch werden Unterschiede in den Anteilen der Altersgruppen an der Bevölkerung zwischen den Landkreisen ausgeglichen. Die Bevölkerungsdaten entstammen der Regionaldatenbank des Statistischen Bundesamtes (2021), Stand: 31.12.2019.

Weiterhin wurde aus den Infektionszeitreihen die *effektive Reproduktionszahl* berechnet. Dieser in der Epidemiologie etablierte Indikator beschreibt die durchschnittliche Zahl von Sekundärinfektionen, die von einem infizierten Individuum ausgehen, zum Zeitpunkt t . Die effektive Reproduktionszahl, R_t , trifft eine Aussage über die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Infektionskrankheiten im zeitlichen Verlauf; ein Wert oberhalb von eins bedeutet eine überproportionale Zunahme von Infektionen, während ein Wert gleich eins linearem Wachstum und ein Wert unter eins einem Rückgang an Infektionen entspricht (Nishiura/Chowell, 2009). Hier wurde die Reproduktionszahl für Infizientengruppe s (1. Alle Infektionen, 2. Tödliche Infektionen) in Landkreis c zum Zeitpunkt t , R_{ct}^s , als Quotient der Neuinfektionen in zwei aufeinander folgenden Zeitabschnitten von jeweils vier Tagen berechnet (an der Heiden/Hamouda, 2020):

$$R_{ct}^s = \frac{\sum_t^{t-3} I_{ct}^s}{\sum_t^{t-4} I_{ct}^s}$$

Da das o.g. Interventionsprogramm vorrangig auf den Schutz von Risikogruppen abzielt, deren Angehörige eine erhöhte Wahrscheinlichkeit eines schweren Krankheitsverlauf haben, wurden ergänzend Indikatoren zur COVID-19-Intensivbettenauslastung berechnet. Als Datengrundlage dienten hierbei die Tagesreports des DIVI-Intensivregisters (DIVI, 2021a), in denen die DIVI (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V.) tagesaktuelle Daten zur COVID-19-Intensivbettenbelegung (1. COVID-19-Intensivfälle insgesamt, 2. COVID-19-Intensivfälle mit invasiver Beatmung) sowie zur Gesamtauslastung (Freie und belegte Intensivbetten) bereitstellt. Die Daten sind auf Landkreisebene verfügbar und umfassen nur „betreibbare“ Betten (d.h. jene, für die auch Pflegepersonal verfügbar ist). Berücksichtigt wurden Intensivbetten für Erwachsene und Kinder (Datensatzbeschreibung siehe DIVI, 2021b). Aus den freien und belegten Betten wurden für die sechs Landkreise einerseits der Besatz (ITS-Betten pro 100.000 Einwohner) und andererseits die Belegungsquote (freie Betten in % aller Betten) berechnet. Unter Zuhilfenahme der o.g. Bevölkerungsdaten wurde je Landkreis c an Tag t für die Behandlungsgruppe b (1. Alle Intensivfälle, 2. Invasiv beatmete) die *COVID-19-Intensivbettenbelegung*, IOC_{ct}^b , wie folgt berechnet:

$$IOC_{ct}^b = \frac{ICU_{ct}^b}{POP_{ct}} * 100.000$$

Um einen möglichen Effekt des „Tübinger Wegs“ zu überprüfen, wurde die Entwicklung im Landkreis Tübingen der in den fünf Nachbarkreisen gegenübergestellt, wobei der Untersuchungszeitraum in zwei Abschnitte unterteilt wurde. Als Trennwert zwischen Zeitabschnitt I und II wurde der 02.11.2020 gesetzt, da an diesem Datum einerseits der „Lockdown light“ in Kraft trat und andererseits der „Tübinger Appell“ veröffentlicht und mit der Umsetzung von Vor-Ort-Maßnahmen begonnen wurde. Als Kriterium der Wirksamkeit wurde definiert, dass die o.g. Indikatoren (z.B. Inzidenz) in Zeitabschnitt II (02.11.2020-28.02.2021) im Landkreis Tübingen durchschnittlich signifikant geringer sein müssen als in den Nachbarkreisen. Um das Baseline-Niveau zu überprüfen, wurde derselbe Vergleich auch für Zeitabschnitt I (01.09.-01.11.2020) vollzogen. Da nicht für alle Indikatoren eine Normalverteilung angenommen werden kann, wurden zwecks Gruppenvergleich ein parametrischer und ein nichtparametrischer Test durchgeführt, nämlich 1.) ein *t-Test* für zwei Gruppen unter Annahme ungleicher Varianzen (*Welch-t-Test*) und 2.) ein *Mann-Whitney-U-Test*. Weiterhin wurden die Infektionsindikatoren noch zwecks Vergleich über die Zeitabschnitte kumuliert.

4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Abbildungen 1 bis 5 zeigen jeweils die Verläufe der einzelnen o.g. Indikatoren über den Untersuchungszeitraum (01.09.2020-28.02.2021) für die sechs berücksichtigten Landkreise. Hierbei ist zur Orientierung der 02.11.2020 markiert, der im vorliegenden Fall als Trennwert der beiden betrachteten Teilzeiträume (s.o.) fungiert. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Signifikanztests für die betrachteten Indikatoren für beide Zeitabschnitte. Sofern mittels Welch-t-Test oder Mann-Whitney-U-Test signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen Tübingen und dem Mittel der benachbarten Landkreise festgestellt wurden, sind diese fett markiert. Tabelle 2 zeigt den Vergleich der kumulierten Werte der Infiziertengruppen, d.h. die Werte der Vergleichsgruppe sind hier nicht die Mittelwerte der Nachbarkreise, sondern die Summen.

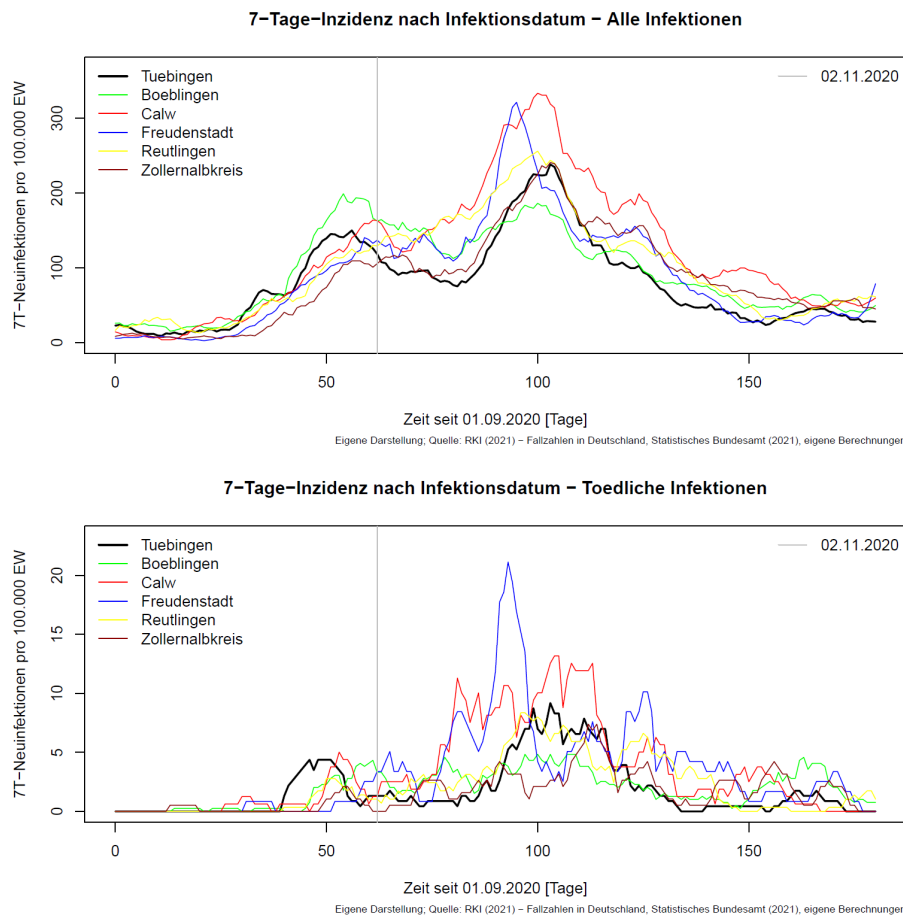
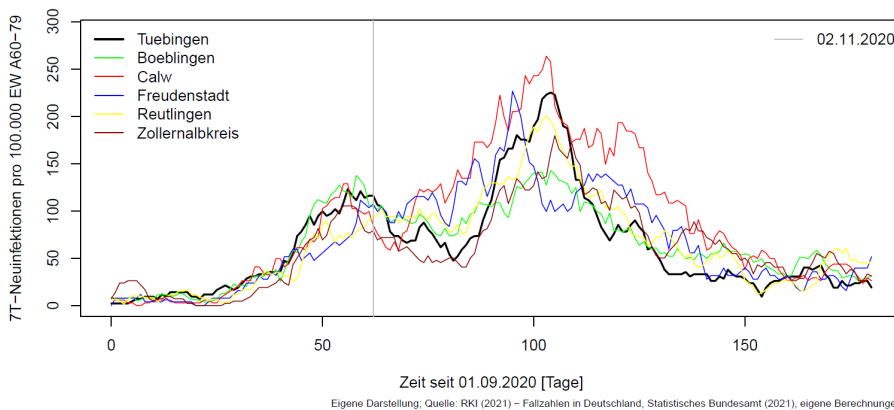


Abb. 1: Zeitverlauf der 7-Tage-Inzidenz für alle Infektionen (oben) bzw. tödliche Infektionen (unten) nach Landkreisen

Die 7-Tage-Inzidenzen für unterschiedliche Infiziertengruppen (alle Infektionen, nur tödliche Infektionen, Altersgruppe 60-79, Altersgruppe 80+; Abb. 1 und 2) zeigen zunächst einen vergleichbaren zeitlichen Verlauf: Die Infektionen – ausgehend vom geschätzten Infektionsdatum – steigen Ende September/Anfang Oktober 2020 erkennbar an, stabilisieren sich etwa ab Mitte Oktober, gefolgt von einem weiteren Wachstum ab Mitte November. Das Maximum („Peak“) der Infektionen liegt, je nach Indikator und Landkreis leicht abweichend, in der ersten Dezemberhälfte 2020. Im ersten Abschnitt des Untersuchungszeitraums (01.09.-01.11.2020) unterscheidet sich die 7-Tage-Inzidenz für alle Infektionen, tödliche Infektionen und Infektionen in der Altersgruppe der 60-79jährigen nicht signifikant zwischen dem Kreis Tübingen und dem Mittelwert der angrenzenden fünf Landkreise (siehe Tab. 1). Die mittlere Inzidenz bei mindestens 80-jährigen ist im Kreis Tübingen in Zeitabschnitt I signifikant höher, was die Ergebnisse sowohl des parametrischen (Welch-t-Test) als auch den nichtparametrischen Tests (Mann-Whitney-U-Test) aufzeigen. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch für die kumulierten Infektionen (siehe Tab. 2); diese Werte sind für den ersten Zeitabschnitt im Kreis Tübingen (zum Teil deutlich) höher als in den Vergleichsregionen. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die „Ausgangsbedingungen“ des Infektionsschutzes, insbesondere für Ältere, im Kreis Tübingen keinesfalls günstiger gewesen sind als in den Nachbarkreisen (z.B. durch eine mögliche stärkere räumliche Segregation der Altersgruppen o.ä.); wäre dies nämlich der Fall, müssten besagte Indikatoren in Tübingen bereits vor Inkrafttreten der Maßnahmen des „Tübinger Wegs“ geringere Werte aufweisen. In Zeitraum II

(02.11.2020-28.01.2021) zeigt sich hingegen, dass alle vier Inzidenzindikatoren in den Vergleichskreisen signifikant höher liegen als im Kreis Tübingen, was durch den Mann-Whitney-U-Test und, bis auf eine Ausnahme, auch durch den Welch-t-Test bestätigt wird. In der Altersgruppe 60-79 beträgt beispielsweise die mittlere altersgruppenspezifische 7-Tage-Inzidenz im Kreis Tübingen 75,56 und in den benachbarten Kreisen 87,76 (t-Test: $p = 0,03$; Mann-Whitney-U-Test: $p < 0,01$). Die mittlere Inzidenz tödlicher Infektionen ist in den Vergleichskreisen um den Faktor 1,52 erhöht (3,41 vs. 2,25; t-Test: $p < 0,01$; Mann-Whitney-U-Test: $p < 0,01$). Die altersspezifischen Inzidenzwerte für die Altersgruppe 80+ liegen in allen Landkreisen deutlich über den Inzidenzwerten für die anderen Subgruppen, in den Vergleichskreisen gegenüber Tübingen jedoch im Mittel um den Faktor 1,15 erhöht (194,84 vs. 168,99; t-Test: $p = 0,11$; Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,03$). Auch die kumulierten Infektionen liegen im Kreis Tübingen für Zeitraum II unterhalb der benachbarten Landkreise, wengleich sich der Unterschied vorrangig bei den tödlichen Infektionen bemerkbar macht, die in den Vergleichsregionen gegenüber Tübingen um den Faktor 1,38 erhöht sind (52,06 vs. 37,61). Es lässt sich demnach festhalten, dass im Kreis Tübingen im Zeitraum der Interventionen des „Tübinger Wegs“ a) weniger Infektionen, b) weniger tödliche Infektionen, c) weniger Infektionen in der Altersgruppe 60-79 und d) weniger Infektionen in der Altersgruppe 80+ als in den Vergleichslandkreisen zu verzeichnen waren. Dies zeigt sich sowohl an den durchschnittlichen Inzidenzwerten als auch an den kumulierten Indikatoren.

7-Tage-Inzidenz nach Infektionsdatum – Altersgruppe 60-79



7-Tage-Inzidenz nach Infektionsdatum – Altersgruppe 80+

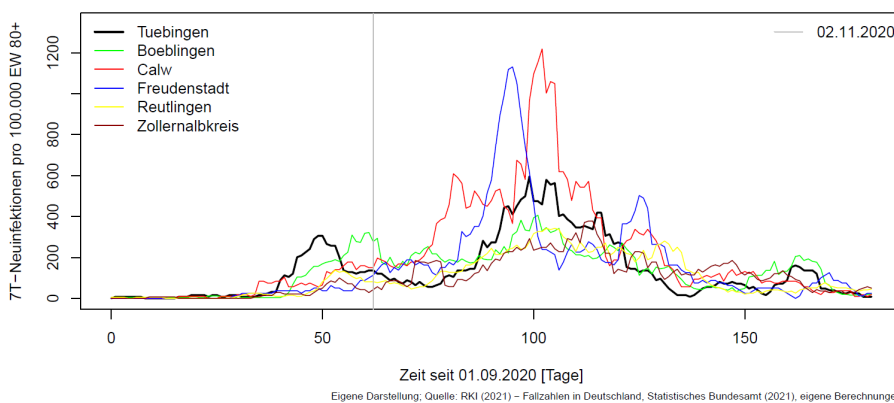


Abb. 2: Zeitverlauf der 7-Tage-Inzidenz für Altersgruppe 60-79 (oben) bzw. 80+ (unten) nach Landkreisen

In Bezug auf die effektive Reproduktionszahl (Abb. 3) zeigen sich für beide Zeiträume keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Kreis Tübingen und seinen benachbarten Vergleichslandkreisen; in beiden Gruppen liegt R_t in Zeitraum I im Mittel über eins und in Zeitraum II im Mittel unter eins. Allerdings ist R_t für tödliche Infektionen in Zeitraum II im Kreis Tübingen signifikant geringer und unter eins, während die mittlere Ausprägung dieses Indikators in den Vergleichsregionen über eins bleibt (1,19 vs. 0,91; t-Test: $p = 0,01$; Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,09$).

Eine grundlegend andere Entwicklung zeigen allerdings die Indikatoren, die sich auf die Intensivstationen der Kliniken beziehen (s. Abb. 4 und 5): Sowohl die durchschnittliche Zahl der COVID-19-Intensivfälle als auch die der invasiv beatmeten Intensivfälle ist im Kreis Tübingen in beiden Zeiträumen deutlich höher. In

Zeitraum II waren auf Intensivstationen im Kreis Tübingen mehr als doppelt so viele COVID-19-Fälle (5,03 vs. 2,24; t-Test: $p < 0,01$; Mann-Whitney-U-Test: $p < 0,01$) und etwa dreimal so viele beatmete Fälle (4,55 vs. 1,43; t-Test: $p < 0,01$; Mann-Whitney-U-Test: $p < 0,01$) zu verzeichnen als in den Vergleichslandkreisen. Es ist hierbei allerdings zu berücksichtigen, dass die genutzte DIVI-Statistik zur Intensivbelegung auf den belegten Intensivbetten basiert, ohne dass die Herkunft der Patientinnen und Patienten berücksichtigt wird; die o.g. Infektionsdaten beziehen sich hingegen auf den Wohnort der infizierten Personen. Im Kreis Tübingen ist auch das Universitätsklinikum Tübingen ansässig, dessen Einzugsgebiet – nicht nur für COVID-19-Fälle – weit über den Landkreis hinausgeht (Universitätsklinikum Tübingen, 2017) und dort zudem, wie auch in anderen Unikliniken, besonders schwere COVID-19-Erkrankungsfälle konzentriert werden (Schwäbisches Tagblatt, 2021). Dies zeigt sich auch an der wesentlich besseren Intensivbettenausstattung und der höheren durchschnittlichen Belegung im Landkreis Tübingen, die sich beide signifikant von den Umlandkreisen unterscheiden (siehe Abb. 5 und Tab. 1): Durchschnittlich betrug der Intensivbettenbesatz im Kreis Tübingen in Zeitraum I 46,92 und in Zeitraum II 47,25 Betten je 100.000 Einwohner. In den Vergleichskreisen lag dieser Indikator bei 15,65 bzw. 14,16 Betten. Auch die durchschnittliche Bettenauslastung hat sich in Tübingen kaum verändert (88,54 bzw. 88,42 %), während sie in den Nachbarkreisen angestiegen ist (70,47 bzw. 78,74 %). Diese Indikatoren lassen demnach keinen Schluss auf die tatsächliche Infektionslage im Vergleich der Landkreise zu, sondern dokumentieren stattdessen ein deutlich erhöhtes Ausstattungsniveau bei gleichzeitig höherer Auslastung der Intensivstationen im Kreis Tübingen.

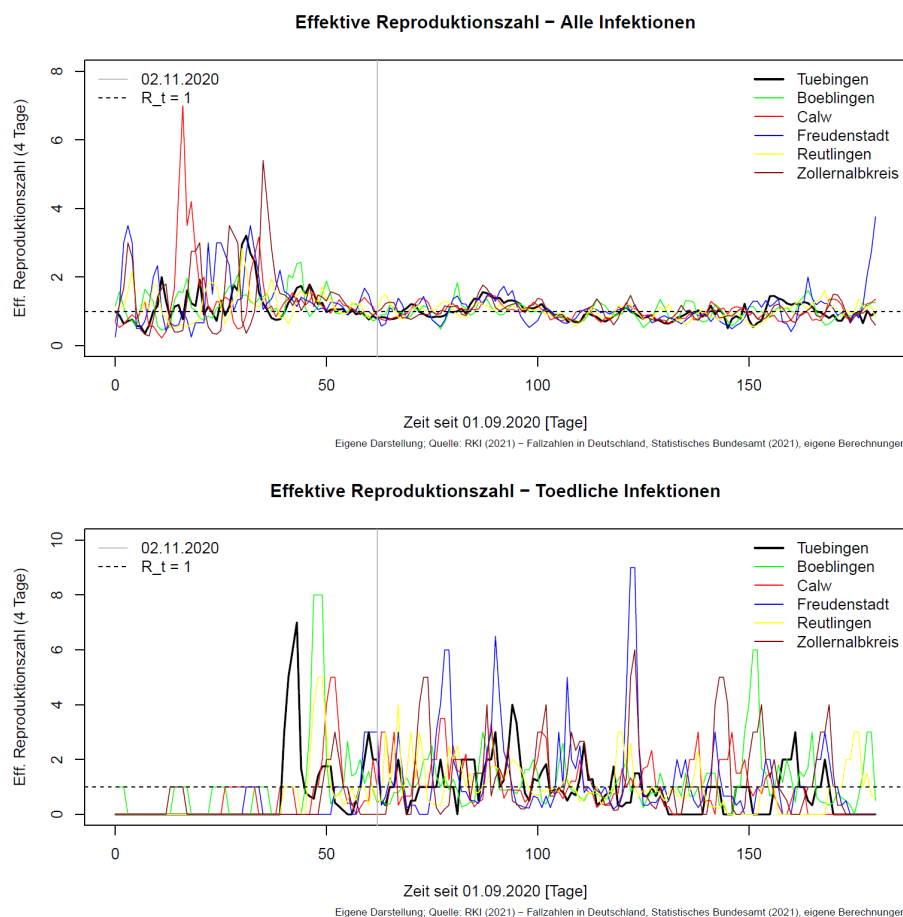


Abb. 3: Zeitverlauf der effektiven Reproduktionszahl für alle Infektionen (oben) bzw. tödliche Infektionen (unten) nach Landkreisen

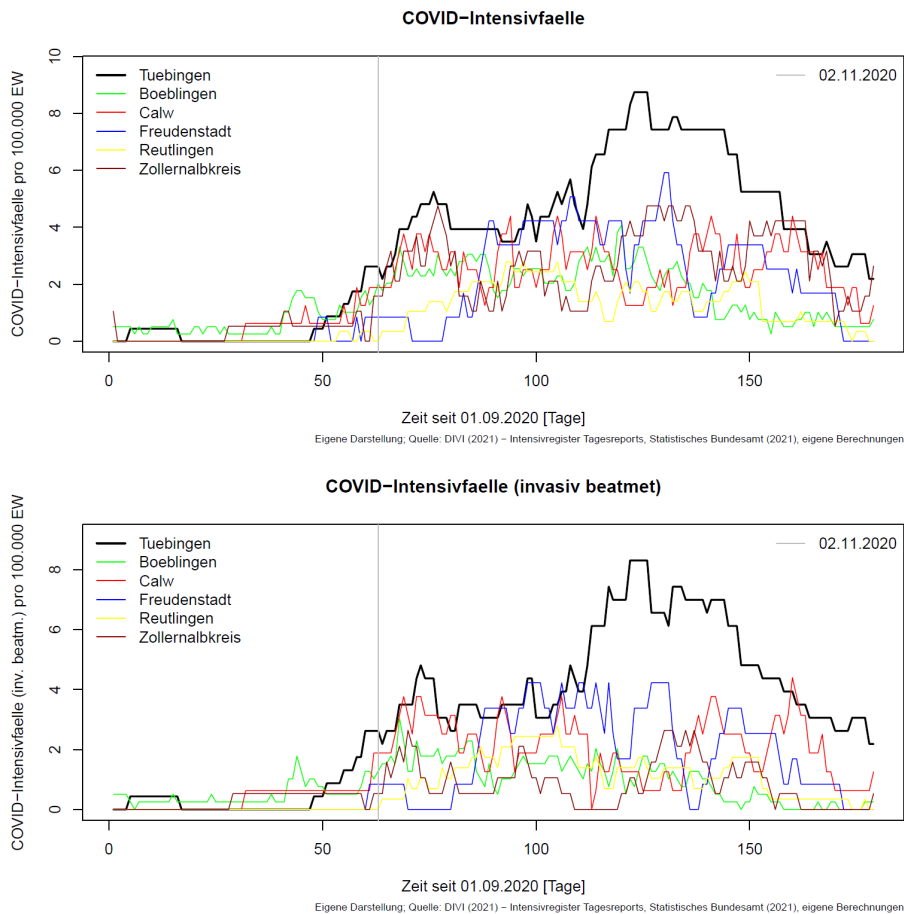


Abb. 4: Zeitverlauf der COVID-Intensivfälle (oben) bzw. invasiv beatmeten COVID-Intensivfälle (unten) nach Landkreisen

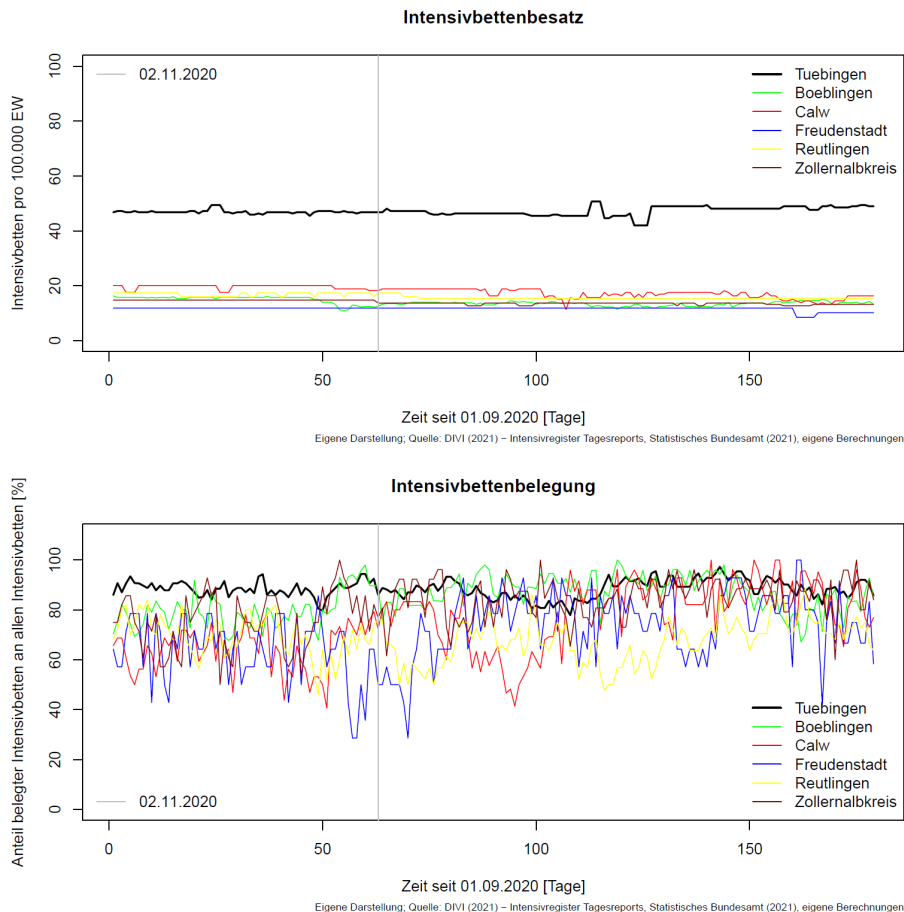


Abb. 5: Zeitverlauf des Intensivbettenbesatzes (oben) bzw. der Intensivbettenbelegung (unten) nach Landkreisen

Indikator	Zeitraum I 01.09.-01.11.2020				Zeitraum II 02.11.2020-28.02.2021			
	Arithm. Mittelwert		Signifikanztest (p)		Arithm. Mittelwert		Signifikanztest (p)	
	LK TUE	Andere	W-t-Test	M-W-U-Test	LK TUE	Andere	W-t-Test	M-W-U-Test
Inzidenz alle Infektionen	59,71	51,58	0,25	0,13	91,41	121,51	< 0,01	< 0,01
Inzidenz tödliche Infektionen	0,95	0,56	0,05	0,73	2,25	3,41	< 0,01	< 0,01
Inzidenz AG 60-79	42,17	35,09	0,20	0,09	75,56	87,76	0,03	< 0,01
Inzidenz AG 80 und älter	72,55	36,03	0,01	0,01	168,99	194,84	0,11	0,03
Effektive Reproduktionszahl Infektionen	1,21	1,35	0,08	0,22	0,97	0,99	0,28	0,37
Effektive Reproduktionszahl tödliche Infektionen	0,66	0,53	0,50	0,98	0,91	1,19	0,01	0,09
COVID-Intensivfälle je 100.000 EW	0,42	0,32	0,27	0,86	5,03	2,24	< 0,01	< 0,01
Invasiv beatmete COVID-Intensivfälle je 100.000 EW	0,40	0,22	0,04	0,44	4,55	1,43	< 0,01	< 0,01
Intensivbetten je 100.000 EW	46,92	15,65	< 0,01	< 0,01	47,25	14,16	< 0,01	< 0,01
Anteil belegter Intensivbetten	88,54	70,47	< 0,01	< 0,01	88,42	78,74	< 0,01	< 0,01

Tab. 1: Vergleich der Indikatoren jeweils für Zeiträume I und II (Mittelwerte, Welch-t-Tests, Mann-Whitney-U-Tests)

Indikator	Zeitraum I 01.09.-01.11.2020		Zeitraum II 02.11.2020-28.02.2021	
	Kumulierte Inzidenz		Kumulierte Inzidenz	
	LK TUE	Andere	LK TUE	Andere
Alle Infektionen	567,61	546,64	1.517,85	1.980,03
Tödliche Infektionen	9,18	6,28	37,61	52,06
Infektionen Altersgruppe 60-79	419,57	358,66	1.244,49	1.417,07
Infektionen Altersgruppe 80 und älter	708,14	410,97	2.808,40	3.036,27

Tab. 2: Vergleich der kumulierten Indikatoren jeweils für Zeiträume I und II

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass der Kreis Tübingen bei zunächst gleichen oder sogar ungünstigeren Ausgangsbedingungen im Herbst/Winter 2020/2021 signifikant positivere Ausprägungen der verwendeten Infektionsindikatoren zeigt als die Vergleichsregionen; dies betrifft vor allem tödliche SARS-CoV-2-Infektionen und Infektionen in (Alters-)Risikogruppen. Zumindest aus einer statistischen Perspektive lässt dies den Schluss zu, dass die Maßnahmen des „Tübinger Wegs“ – die vor allem auf den Risikogruppenschutz abzielten – wirkungsvoll waren. Dies ist insbesondere deshalb beachtlich, weil bisherige Analysen zu den zeitgleichen „Lockdown“-Maßnahmen in Deutschland die Effektivität zumindest einzelner NPI in Frage stellen (z.B. de Haas et al., 2021; Hoyer et al., 2021; Küchenhoff et al., 2020).

Gleichwohl konnten in Tübingen weder Infektionen bei Risikogruppen noch Corona-Todesfälle gänzlich verhindert, sondern nur *reduziert* werden.

Die Aussagekraft dieses Ergebnisses ist aus mindestens drei Gründen eingeschränkt: *Erstens* betreffen viele Maßnahmen nur die *Stadt* Tübingen (z.B. Ausgabe Masken) oder wurden erst sukzessive im Kreis Tübingen eingeführt (Tests in Altenheimen). Die Regionalanalyse bezieht sich jedoch auf den *Landkreis*, da die genutzten Rohdaten nur auf Kreisebene verfügbar sind. *Zweitens* lässt sich nicht klären, ob im Landkreis oder der Stadt Tübingen – *aufgrund* der frühen Schnelltestangebote – möglicherweise anders bzw. mehr auf Corona-Infektionen getestet wurde, was sich in einer mangelnden Vergleichbarkeit der gemeldeten Infektionen – nicht jedoch der *tödlichen* Infektionen (!) – niederschlagen könnte. *Drittens* ist es nicht möglich, kausal nachzuweisen, ob eine *einzelne* Maßnahme zur Reduktion des Infektionsgeschehens beigetragen hat und, wenn ja, wie groß dieser Beitrag ist; dies ist der Tatsache geschuldet, dass die Corona-Infektionsketten in Deutschland weitgehend unbekannt sind (RKI, 2021c). Zudem basierten viele Maßnahmen auf Freiwilligkeit, so dass ihre faktische Umsetzung kaum überprüft werden kann. Dies betrifft z.B. die Frage, ob kostenlos verteilte FFP2-Masken auch wirklich getragen oder in welcher Intensität Schnelltestangebote tatsächlich genutzt wurden (Anm.: Zwischen Eröffnung des Schnelltestzentrums am 26.11.2020 und dem 17.03.2021 wurden 20.000 Schnelltests vollzogen, wobei nur asymptomatische Personen getestet wurden. 350 Tests fielen positiv aus, was einer Positivquote von 1,75% entspricht; Auskunft OB Palmer, 2021). Weiterhin ist zu bedenken, dass zum Jahreswechsel 2020/2021 die Corona-Schutzimpfungen begannen, was viele schwere Erkrankungen bzw. Todesfälle verhindert haben dürfte, jedoch müsste dieser Effekt in allen sechs Landkreisen auftreten.

Es ist jedoch zumindest naheliegend, dass die Schutzmaßnahmen für Heime einen Effekt hatten. Dass ein wesentlicher Teil, zum Teil eine große Mehrheit, der an und mit COVID-19 verstorbenen Bewohnerinnen und Bewohner dieser Einrichtungen waren, ist sowohl international (Comas-Herrera et al., 2021) als auch in Deutschland nachweisbar (Ärzteblatt, 2021). Weiterhin weisen zwei deutsche Regionalstudien auf die Wirksamkeit von Masken im Einzelhandel bzw. ÖPNV hin (Kosfeld et al., 2021; Mitze et al., 2020), wobei FFP2-Masken überwiegend eine erhöhte Schutzfunktion zugesprochen wird (z.B. Hemmer et al., 2021). Sofern diese real genutzt und dabei korrekt angewendet wurden, ist es naheliegend, dass auch die Verteilung kostenloser FFP2-Masken an Ältere einen Anteil an der Reduktion der Infektionen in diesen Altersgruppen hatte.

6 LITERATUR

- an der Heiden, M./Hamouda, O.: Schätzung der aktuellen Entwicklung der SARS-CoV-2-Epidemie in Deutschland - Nowcasting. In: Epidemiologisches Bulletin, Bd. 17, S. 10-15. 2020. <https://www.doi.org/10.25646/6692>.
- Ärzteblatt: Umfrage: Unter Coronatoten sind mindestens 29.000 Heimbewohner. 08.03.2021. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/121826/Umfrage-Unter-Coronatoten-sind-mindestens-29-000-Heimbewohner>.
- Backer, J. A./Klinkenberg, D./Wallinga, J.: Incubation period of 2019 novel coronavirus (2019- nCoV) infections among travellers from Wuhan, China, 20-28 January 2020. In: Eurosurveillance, Bd. 25, Nr. 5, Art. 2000062. 2020. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.5.2000062>.
- Baier, L./Kühl, N./Schöffler, J./Satzger, G.: Utilizing Concept Drift for Measuring the Effectiveness of Policy Interventions: The Case of the COVID-19 Pandemic. In: European Journal of Information Systems. <https://doi.org/10.5445/IR/1000126905>.
- Berlemann, M./Haustein, E.: Right and Yet Wrong: A Spatio-Temporal Evaluation of Germany's COVID-19 Containment Policy. 2020. CESifo Working Paper, Nr. 8446. <https://ssrn.com/abstract=3662054>.
- Bourdin, S./Jeanne, L./Nadou, F./Noiret, G.: Does lockdown work? A spatial analysis of the spread and concentration of Covid-19 in Italy. In: Regional Studies. 2021. <https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1887471>.
- Brinks, R./Küchenhoff, H./Timm, J./Kurth, T./Hoyer, A.: Epidemiological measures for informing the general public during the SARS-CoV-2-outbreak: simulation study about bias by incomplete case-detection. MEDRXIV preprint. <https://doi.org/10.1101/2020.09.23.20200089>.
- Chaudhry, R./Dranitsaris, G./Mubashir, T./Bartoszek, J./Riazi, S.: A country level analysis measuring the impact of government actions, country preparedness and socioeconomic factors on COVID-19 mortality and related health outcomes. In: EClinicalMedicine, Bd. 25, Art. 100464. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100464>.
- Comas-Herrera, A./Zalakaín, J./Lemmon, E./Henderson, D./Litwin, C./Hsu, A.T./Schmidt, A.E./Arling, G./Kruise, F./Fernández, J.-L.: Mortality associated with COVID-19 in care homes: international evidence. 2021. LTCcovid.org. https://ltccovid.org/wp-content/uploads/2021/02/LTC_COVID_19_international_report_January-1-February-.pdf.
- de Haas, S./Götz, G./Heim, S.: Measuring the effects of COVID-19-related night curfews: Empirical evidence from Germany. Arbeitspapier, Stand: 28.04.2021. 2021. <https://www.uni-giessen.de/fbz/fb02/fb/professuren/vwl/goetz/forschung/publikationenordner/arbeitspapiere/Curfews>.
- Dehning, J./Zierenberg, J./Spitzner, F. P./Wibrall, M./Pinheiro Neto, J./Wilczek, M./Priesemann, V.: Inferring change points in the spread of COVID-19 reveals the effectiveness of interventions. In: Science, Bd. 369, Nr. 6500, Art. eabb9789. 2020. <https://doi.org/10.1126/science.abb9789>.

- Deutsche Welle: Wie Tübingen seine Alten vor Corona schützt. 15.12.2020. <https://www.dw.com/de/wie-t%C3%BCbingen-seine-alten-vor-corona-sch%C3%BCtzt/a-55941233>.
- DIVI [=Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V.]: DIVI-Intensivregister Tagesreports. 2021a. <https://www.intensivregister.de/#/aktuelle-lage/reports>.
- DIVI [=Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V.]: Erläuterungen zur öffentlichen Tagesdaten-CSV (DIVI-Intensivregister), Stand: 29.03.2021. 2021b. <https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/7989/Tagesdaten%20CSV%20Erkl%C3%A4rung%20Stand%2029.3.pdf>.
- Donsimoni, J. R./Glawion, R./Hartl, T./Plachter, B./Timmer, J./Wälde, K./Weber, E./Weiser, C. Covid-19 in Deutschland – Erklärung, Prognose und Einfluss gesundheitspolitischer Maßnahmen. In: Perspektiven der Wirtschaftspolitik, Bd. 21, Nr. 3, S. 250-262. 2020. <https://doi.org/10.1515/pwp-2020-0019>.
- Flaxman, S./Mishra, S./Gandy, A./Unwin, H.J.T./Mellan, T.A./Coupland, H./Whittaker, C./Zhu, H./Berah, T./Eaton, J.W./Monod, M./Imperial College COVID-19 Response Team/Ghani, A.C.A./Donnelly, C.A./Riley, S.M./Vollmer, M.A.C./Ferguson, N.M./Okell, L.C./Bhatt, S.: Estimating the effects of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in Europe. In: Nature, Bd. 584, S. 257-261. 2020. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2405-7>.
- Gibson, J.: Hard, not early: putting the New Zealand Covid-19 response in context. In: New Zealand Economic Papers. 2020. <https://doi.org/10.1080/00779954.2020.1842796>.
- Hemmer, C.J./Hufert, F./Siewert, S./Reisinger, S.: Schutz vor COVID-19: Wirksamkeit des Mund-Nasen-Schutzes. In: Deutsches Ärzteblatt, Bd. 118, Nr. 5, S. 59-65. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0119>.
- Hoyer, A./Rad, L./Brinks, R.: Bewertung des Epidemie-Geschehens in Deutschland: Zeitliche Trends in der effektiven Reproduktionszahl. In: CODAG Bericht Nr. 16 vom 28.05.2021, S. 12-17. 2021. https://www.covid19.statistik.uni-muenchen.de/pdfs/codag_bericht_16.pdf.
- Kosfeld, R./Mitze, T./Rode, J./Wälde, K.: The Covid-19 containment effects of public health measures. A spatial difference-in-differences approach. In: Journal of Regional Science. 2021. <https://doi.org/10.1111/jors.12536>.
- Küchenhoff, H./Günther, F./Höhle, M./Bender, A.: Analysis of the early COVID-19 epidemic curve in Germany by regression models with change points. In: Epidemiology & Infection, Bd. 149, Art. e68. 2021. <https://doi.org/10.1017/S0950268821000558>.
- Küchenhoff, H./Günther, F./Bender, A./Höhle, H./Schlichting, D.: Aktuelle Analysen zum Verlauf der Pandemie: Kein deutlicher Rückgang nach dem Lockdown. In: CODAG Bericht Nr. 3 vom 27.11.2020, S. 4-8. 2020. <https://www.covid19.statistik.uni-muenchen.de/pdfs/bericht-3.pdf>.
- Linton, N. M./Kobayashi, T./Yang, Y./Hayashi, K./Akhmetzhanov, A. R./Jung, S.-m./Yuan, B./Kinoshita, R./Nishiura, H.: Incubation Period and Other Epidemiological Characteristics of 2019 Novel Coronavirus Infections with Right Truncation: A Statistical Analysis of Publicly Available Case Data. In: Journal of Clinical Medicine, Bd. 9, Nr. 2, Art. 538. 2020. <https://doi.org/10.3390/jcm9020538>.
- Miles, D. K./Stedman, M./Heald, A.H.: “Stay at Home, Protect the National Health Service, Save Lives”: A cost benefit analysis of the lockdown in the United Kingdom. In: International Journal of Clinical Practice, Bd. 75, Art. e13674. <https://doi.org/10.1111/ijcp.13674>.
- Mitze, T./Kosfeld, R./Rode, J./Wälde, K.: Face masks considerably reduce COVID-19 cases in Germany. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Bd. 117, Nr. 51, S. 32293-32301. 2020. <https://doi.org/10.1073/pnas.2015954117>.
- Nishiura H./Chowell G.: The Effective Reproduction Number as a Prelude to Statistical Estimation of Time-Dependent Epidemic Trends. In: Chowell G./Hyman J.M./Bettencourt L.M.A./Castillo-Chavez C. (Hrsg.): Mathematical and Statistical Estimation Approaches in Epidemiology. S. 103-122. 2009. Springer. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2313-1_5.
- Porta, M.: A Dictionary of Epidemiology. 5. Aufl. 2008. Oxford University Press.
- RKI [=Robert-Koch-Institut]: Fallzahlen in Deutschland. Lizenz: dl-de/by-2-0. Verfügbar über COVID-19 Datenhub. 2021a. https://npgeo-corona-npgeo-de.hub.arcgis.com/datasets/dd4580c810204019a7b8eb3e0b329dd6_0.
- RKI [=Robert-Koch-Institut]: Beschreibung der Daten des RKI Covid-19-Dashboards. 2021b. <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=dd4580c810204019a7b8eb3e0b329dd6>.
- RKI [=Robert-Koch-Institut]: Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) vom 18.05.2021. 2021c. https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Mai_2021/2021-05-18-de.pdf?__blob=publicationFile.
- Rommel, A./von der Lippe, E./Treskova-Schwarzbach, M./Scholz, S.: Bevölkerung mit einem erhöhten Risiko für schwere COVID-19-Verläufe in Deutschland. Auswertungen der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. In: Journal of Health Monitoring, Bd. 6, Nr. S2. 2021. <https://doi.org/10.25646/7858.3>.
- Santamaría, L./Hortal, J.: Chasing the ghost of infection past: identifying thresholds of change during the COVID-19 infection in Spain. In: Epidemiology and Infection, Bd. 148, Nr. e282, S. 1-12. <https://doi.org/10.1017/S0950268820002782>.
- Savaris, R.F./Pumi, G./Dalzochio, J./Kunst, R.: Stay-at-home policy is a case of exception fallacy: an internet-based ecological study. In: Nature Scientific Reports, Bd. 11, Nr. 5313. 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84092-1>.
- Schwäbisches Tagblatt: Lage am Uniklinikum: Die zweite Corona-Welle ist ganz anders. 21.01.2021. <https://www.tagblatt.de/Nachrichten/Die-zweite-Welle-ist-sanfter-487022.html>.
- Sharma, M./Mindermann, S./Rogers-Smith, C./Leech, G./Snodin, B./Ahuja, J./Sandbrink, J.B./Teperowski, J./Monrad, G.A./Dhaliwal, G./Finnveden, L./Norman, A.J./Oehm, S.B./Sandkühler, J.F./Mellan, T./Kulveit, J./Chindelevitch, L./Flaxman, S./Gal, Y./Mishra, S./Brauner, J.M./Bhatt, S.: Understanding the effectiveness of government interventions in Europe’s second wave of COVID-19. MEDRXIV. <https://doi.org/10.1101/2021.03.25.21254330>.
- Statistisches Bundesamt: Bevölkerung nach Geschlecht und Altersgruppen - Stichtag 31.12. - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte (Regionaldatenbank, Tab. 12411-02-03-4), Abruf 10.03.2021. 2021. <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/>.
- Südkurier: Das kleine Wunder von Tübingen: So schützt die Stadt Senioren besser vor Corona. 12.12.2020. <https://www.suedkurier.de/baden-wuerttemberg/das-kleine-wunder-von-tuebingen-so-schuetzt-die-stadt-senioren-besser-vor-corona;art417930,10689132>.
- Universitätsklinikum Tübingen: Klinikkompass. 2017. <https://www.medizin.uni-tuebingen.de/files/download/YQOdMDrv9IEQw9l05onjp4L7/klinikkompass.pdf>.

- Universitätsstadt Tübingen: Tübinger Appell vom 1. November 2020. <https://www.tuebingen.de/31785.html#/31304/31305>.
- Wieland, T.: Flatten the Curve! Modeling SARS-CoV-2/COVID-19 Growth in Germany at the County Level. In: REGION, Bd. 7, Nr. 2, S. 43-83. 2020a. <https://doi.org/10.18335/region.v7i2.324>.
- Wieland, T.: A phenomenological approach to assessing the effectiveness of COVID-19 related nonpharmaceutical interventions in Germany. In: Safety Science, Bd. 131, Art. 104924. 2020b. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104924>.
- Wood, S. N.: Inferring UK COVID-19 fatal infection trajectories from daily mortality data: Were infections already in decline before the UK lockdowns? In: Biometrics. 2021. <https://doi.org/10.1111/biom.13462>.
- Weitere Quellen:
Experteninterview: Boris Palmer, Oberbürgermeister Stadt Tübingen, 17.03.2021.