

Der Einfluss von Virus-Mutationen und der Unvorsichtigen auf den Pandemieverlauf

Peter Möller und Harry Drewes

16.3.2021

Die Methode, die wir im Artikel „Der Einfluss der Unvorsichtigen auf den Pandemieverlauf“ verwendet haben, lässt sich auch für die Berechnung der Auswirkungen von Virus-Mutationen auf den Pandemieverlauf anwenden. Auch hier können wir das Infektionsgeschehen mit zwei verschiedenen R-Werten beschreiben. Wir untersuchen den Einfluss der britischen Virus-Mutation auf Deutschland und Großbritannien. Wie weit die Ausbreitung der Mutationen in diesen Ländern schon fortgeschritten ist, sieht man in der Tabelle 1.

Länder	Anteil
Großbritannien	100 %
Deutschland	ca. 70 %

Tabelle 1: Anteil der britischen Virusmutation für Großbritannien und Deutschland. Quelle der Daten [D1] und [D2]. Hochrechnung auf den Stand 15.3.2021

Der Einfluss der Virus-Mutation auf Deutschland

Der Lockdown Mitte Dezember 2020 hat den R-Wert von 1,07 auf 0,92 reduziert. Die Lockdown Verschärfung am 22.1.2021 konnte den R-Wert auf 0,89 verbessern. An der grünen Kurve in Abbildung 1 ist gut zu sehen, wie die Infektionszahlen immer weiter abnehmen – der Lockdown zeigt seine Wirkung, der Virustyp 1 geht zurück. Am 15.3.2021 hatten die Virusmutationen einen Anteil von etwa 70 Prozent an den Neuinfektionen in Deutschland (siehe Abbildung 2). Außerdem wissen wir aus unserer Analyse der Daten aus anderen Ländern, dass der neue Virustyp 2 um den Faktor 1,35 ansteckender ist. Der R-Wert von Virustyp 1 ist 0,89. Der R-Wert für den Virustyp 2 ist 1,20. Dieser Wert errechnet sich aus dem Produkt 0,89 mal 1,35. Damit können wir die rote Kurve berechnen (siehe Abbildung 1). Die Summe aus der grünen Kurve (Virustyp 1) und der roten Kurve (Virustyp 2) ergibt die blaue Kurve. Diese nahm bis etwa Mitte Februar ab, weil der Einfluss der bisherigen Variante überwog. Seit Anfang März hat die neue Variante (Virustyp 2) das Regime übernommen und die blaue Kurve steigt wieder an. Die blaue Kurve passt gut mit den gemessenen Werten (blaue Punkte) zusammen.

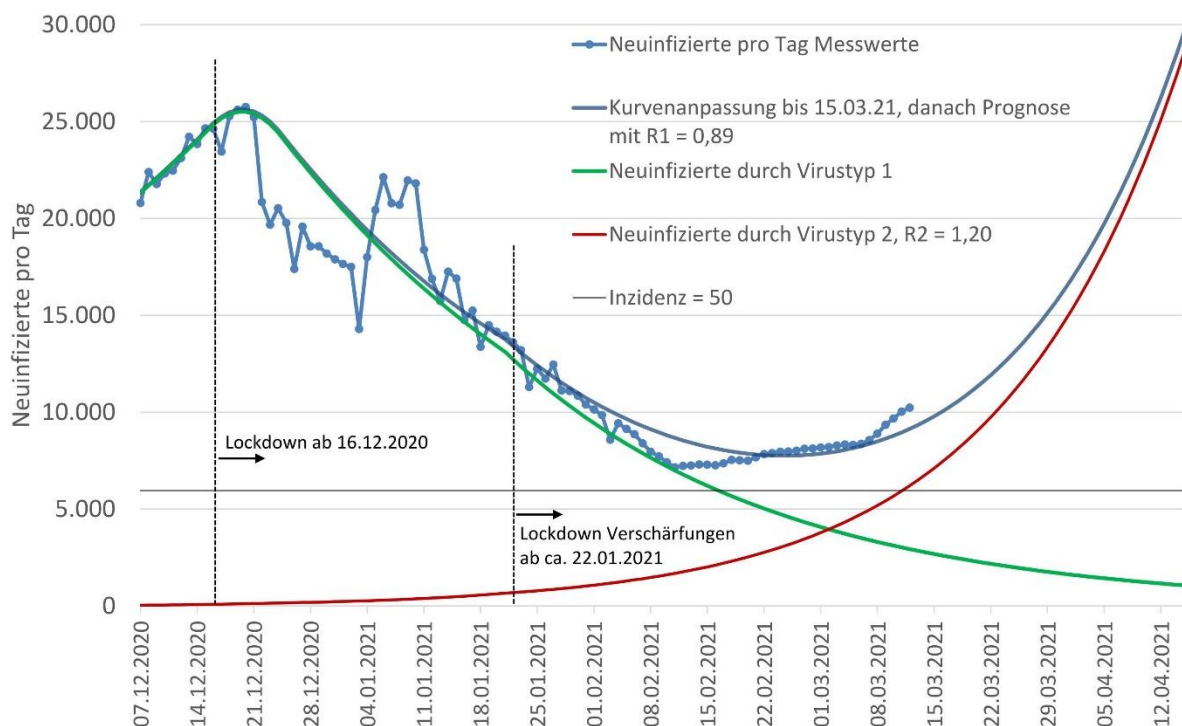


Abbildung 1: Einfluss der Virus-Mutationen auf das Infektionsgeschehen in Deutschland. Stand 15.3.2021. Berechnet mit Daten aus [D2] und [D3]

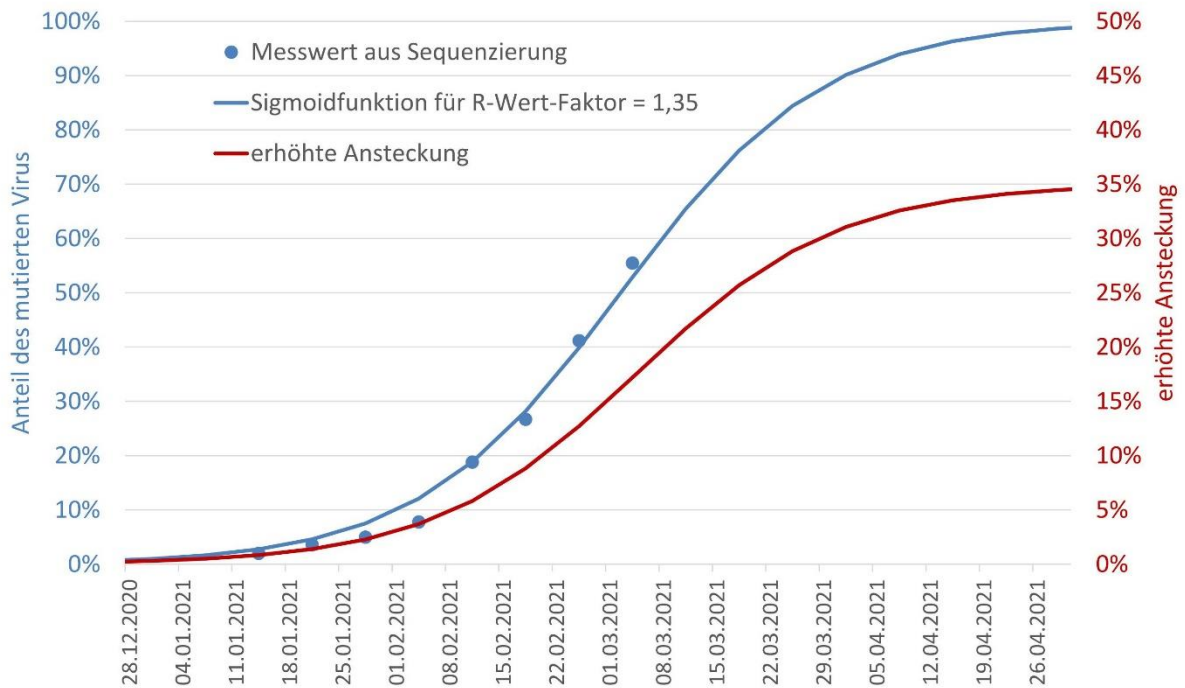


Abbildung 2: Der Anteil der Virus-Mutationen am Infektionsgeschehen in Deutschland. Daten aus [D2]. Stand Kalenderwoche 09/21

Das Berechnungsverfahren

Aus diesem Beispiel kann man ein Berechnungsverfahren ableiten, dass auch für andere Länder und andere Mutationen anwendbar ist. Zunächst bestimmt man eine logistische Funktion. Für eine logistische Funktion sind nur zwei Parameter erforderlich. Dafür reichen zwei Messpunkte aus. Damit kann man das Datum, an dem der Anteil des neuen Virus 50% ist und den erhöhten Ansteckungsfaktor berechnen. Kennt man den Ansteckungsfaktor, reicht sogar ein Messpunkt aus. Weitere Messpunkte, wie in Abbildung 2, erhöhen allerdings die Genauigkeit der Berechnung.

Als nächstes berechnet man den R-Wert vom Virustyp 1 nach dem Lockdown. Durch Multiplikation mit dem erhöhten Ansteckungsfaktor (1,35) erhält man die den R-Wert vom Typ 2. Zusammen mit dem Datum für den 50%-Anteil können wir damit die rote Kurve berechnen (siehe Abbildung 1). Die Summe aus der grünen Kurve (Virustyp 1) und der roten Kurve (Virustyp 2) ergibt die blaue Kurve (Neuinfizierte pro Tag), die man mit den Messwerten (blaue Punkte) vergleichen kann.

Der Einfluss der Virus-Mutation auf Großbritannien

Im Artikel „Der Einfluss der Unvorsichtigen auf den Pandemieverlauf“ hatten wir vermutet, dass für Großbritannien im Dezember 2020 die britische Virus-Mutation bereits eine Rolle gespielt hat. In diesem Abschnitt wollen wir diese Vermutung beweisen. Der Anteil der Virusmutation am Infektionsgeschehen ist am 11.12.2020 50 Prozent und erreicht bereits am 8.2.2021 fast 100 Prozent (siehe Abbildung 3). Die beste Kurvenanpassung mit einer logistischen Funktion an die Messwerte (blaue Punkte) ergibt einen erhöhten Ansteckungsfaktor von 1,35.

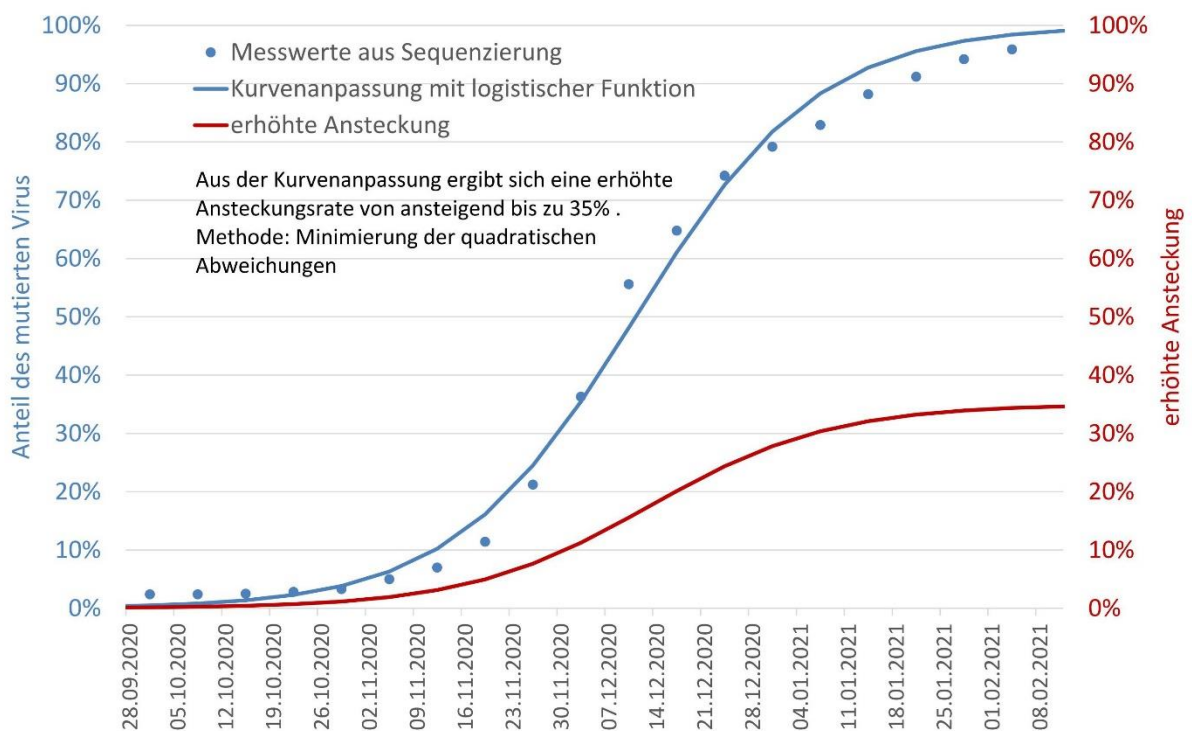


Abbildung 3: Der Anteil der Virus-Mutationen am Infektionsgeschehen in Großbritannien. Quelle der Daten [D1].

Der Einfluss der Unvorsichtigen und der Virus-Mutation auf Großbritannien

Gäbe es keine Unvorsichtigen und keine Virus-Mutationen, dann hätten die Neuinfiziertenzahlen nach dem Lockdown Mitte November exponentiell abgenommen (siehe grüne Kurve in Abbildung 4). Die rote Kurve zeigt die

Auswirkung einer Virusmutation, die 35% ansteckender ist, die schwarze Kurve den Einfluss der Unvorsichtigen. Die Neuinfiziertenzahlen (blaue Kurve) ergeben sich dann als Summe aus der grünen Kurve (Vorsichtige), der schwarzen Kurve (Unvorsichtige) und der roten Kurve (Virus-Mutation). Die Parameter der Berechnungen und eine ausführliche Erklärung sind im Anhang zu finden.

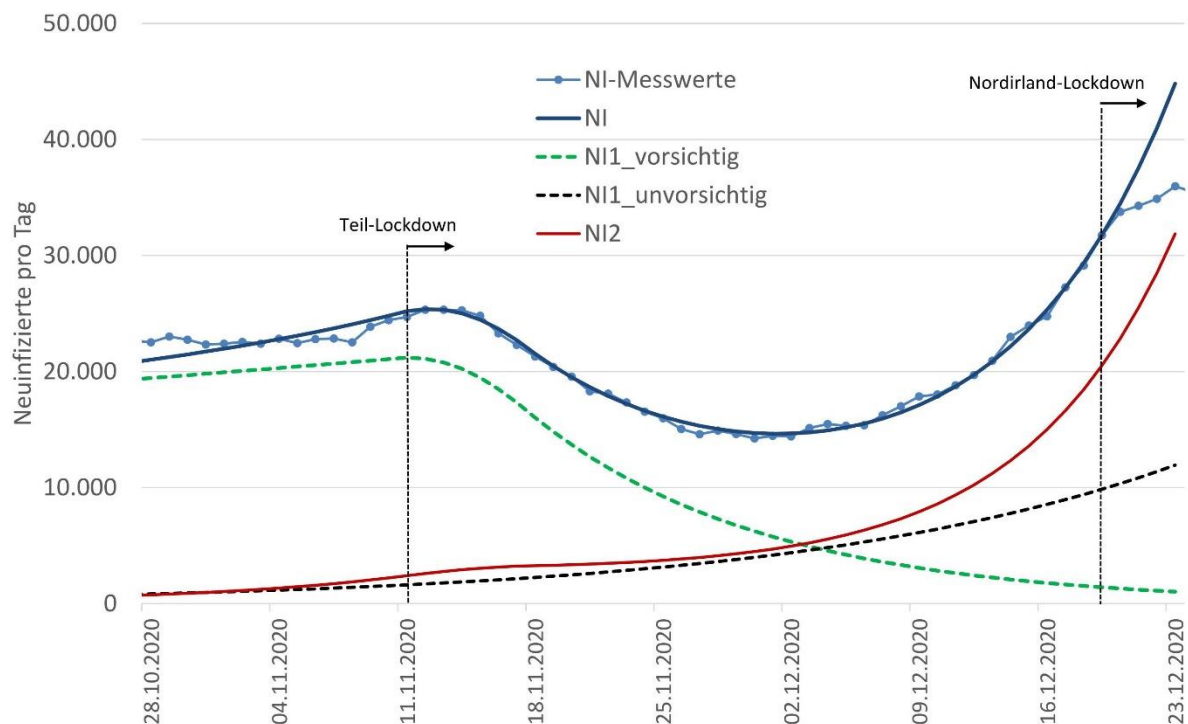


Abbildung 4. Die Anzahl der Neuinfizierten pro Tag für Großbritannien (blaue Kurve) ergibt sich als Summe der Vorsichtigen (grünen Kurve), der Unvorsichtigen (schwarze Kurve) und der roten Kurve (Virusmutation). Berechnet mit Daten aus [D1] und [D3].

Abbildung 4 zeigt, dass in Großbritannien von Mitte November bis Anfang Dezember der Einfluss der Unvorsichtigen fast genauso groß war wie der Einfluss der Virus-Mutation. Erst ab Dezember überwiegt der Anteil der Mutation an den Neuinfektionen.

Welche Maßnahmen soll man ergreifen?

Diese Frage ist aus unserer Sicht sehr wichtig, wenn es darum geht, das Optimum der Pandemiebekämpfung zu finden. Nur wenn man die Gründe für einen Wiederanstieg der Neuinfiziertenzahlen kennt, kann man gezielt Maßnahmen dagegen ergreifen. Nach unseren Analysen kommen drei Hauptgründe in Frage, nämlich Virus-Mutationen, Unvorsichtige und Lockerung von Maßnahmen. Mit unserer Methode können wir die Gründe für den Anstieg analysieren und daraus konkreten Empfehlungen für die Politik ableiten.

Zusammenfassung

Es ist möglich, sowohl den Einfluss der Unvorsichtigen als auch die Auswirkungen der Virus-Mutationen auf den Pandemieverlauf zu berechnen. Die blaue Kurve in Abbildung 4 (Neuinfizierte) ergibt sich als Summe aus der grünen Kurve (Vorsichtige), der schwarzen Kurve (Unvorsichtige) und der roten Kurve (Virus-Mutation). Diese Analyse kann mithelfen, das Optimum der Pandemiebekämpfung zu finden.

Anhang

In der Tabelle 2 sind die R-Werte vor und nach dem Lockdown und die gerundeten Prozentsätze der Neuinfektionen in der Gruppe der Unvorsichtigen in Großbritannien, aufgelistet.

Land	Vor dem Lockdown R	Vorsichtige nachher R_{vors}	Unvorsichtige nachher R_{unvors}	Neuinfektionen bei den Unvorsichtigen
Großbritannien	1,03	0,73	1,21	7%*

*Tabelle 2. R-Werte für vor und nach dem Lockdown für Großbritannien
Neuinfektionen bei den Unvorsichtigen zum Beginn des Lockdowns am 10.11.20, danach steigen die Neuinfektionen bei den Unvorsichtigen entsprechend dem R-Wert 1,21 an.

Verfahren, um sowohl den Einfluss von Unvorsichtigen als auch Virusmutationen zu berechnen

Aus der Analyse von Großbritannien kann man ein Berechnungsverfahren ableiten, dass auch für andere Länder und andere Virusmutationen anwendbar ist. Zunächst werden die gemessenen Anteile des neuen Virustyps 2 für das untersuchte Land durch eine Sigmoidfunktion angepasst.

Mit der Sigmoidfunktion wird $NI2_mess$ berechnet und mit Hilfe der Beziehung

$$NI1_mess = NI_mess - NI2_mess$$

kann man $NI1_mess$ berechnen (siehe Abbildung 5).

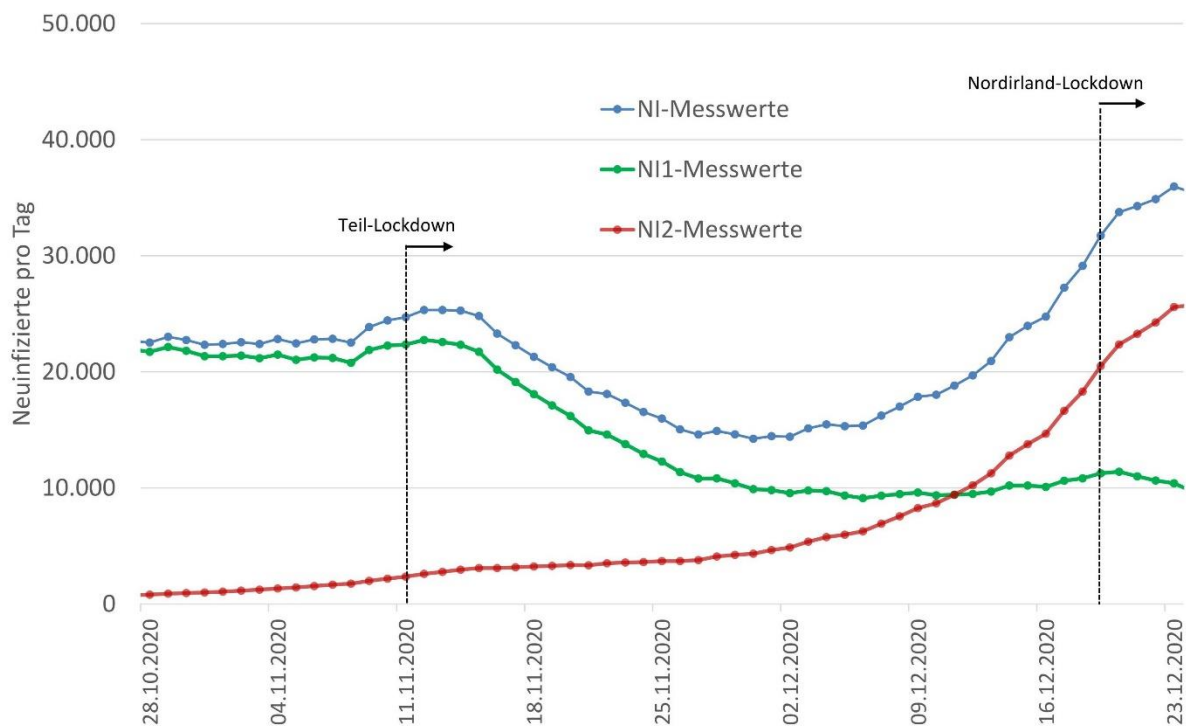


Abbildung 5. Die Anzahl der Neuinfizierten pro Tag für Großbritannien (blaue Kurve) ergibt sich als Summe der grünen Kurve (Virustyp 1) und der roten Kurve (Virustyp 2). Berechnet mit Daten aus [D1] und [D3].

Die Neuinfektionen $NI1_{mess}$ sind unabhängig von der Mutation, d.h. wenn $NI1_{mess}$ trotz Lockdown Mitte Dezember 2020 erneut ansteigt (siehe Abbildung 5), muss es einen anderen Grund geben. Dieser Grund wird mit hoher Wahrscheinlichkeit der Einfluss der Unvorsichtigen sein. Natürlich ist jeweils auch zu prüfen, ob Lockerung von Maßnahmen oder eine Änderung in der Anzahl der täglichen Tests einen Einfluss haben konnten.

Wie in "Der Einfluss der Unvorsichtigen auf den Pandemieverlauf" beschrieben, werden aus den Messwerten $NI1_{mess}$ die Neuinfektionen durch "Vorsichtige" und durch "Unvorsichtige" berechnet (grün und schwarz gestrichene Kurve). Die Summe aus den beiden Kurven ergibt die grüne Kurve $NI1$ (siehe Abbildung 6).

Es gilt die Beziehung: $NI1 = NI1_{vorsichtig} + NI1_{unvorsichtig}$

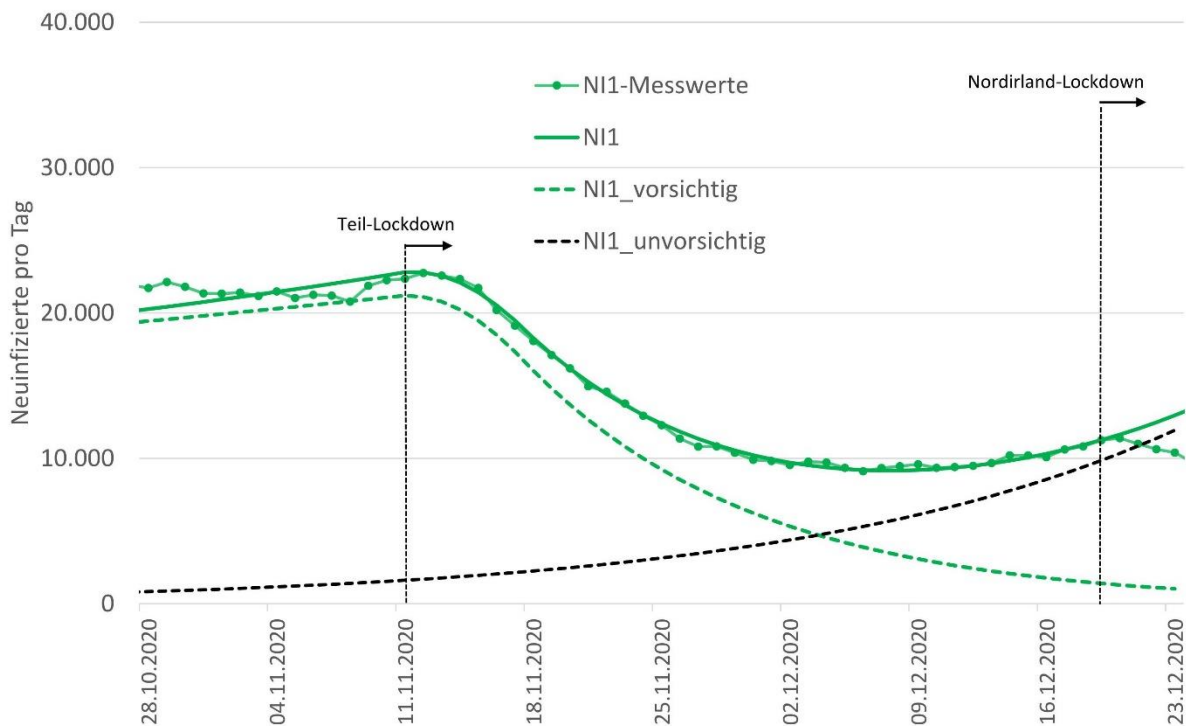


Abbildung 6. Die Anzahl der Neuinfizierten pro Tag für Großbritannien (grüne Kurve) ergibt sich als Summe der Vorsichtigen (grün gestrichenen Kurve) und der Unvorsichtigen (schwarz gestrichene Kurve). Alle Kurven gelten für den Virustyp 1. Berechnet mit Daten aus [D1] und [D3].

Die glatte Kurve NI_2 in Abbildung 4 lässt sich wie folgt berechnen. Der $Anteil_Typ2$ ist in Abbildung 3 dargestellt.

$$NI = \frac{1}{1 - Anteil_Typ2} * NI1$$

$$NI_2 = NI - NI1 \text{ aus } NI = NI1 + NI_2$$

Damit können die Neuinfektionen NI zusammengesetzt aus drei Anteilen beschrieben werden.

$$NI = NI1_vorsichtige + NI1_unvorsichtige + NI_2$$

Quellen der Daten

- [D1] Public Health England Investigation of SARS-CoV-2 variants of concern in England, Technical briefing 6 vom 13.02.2021
- [D2] Aktualisierter Bericht zu Virusvarianten von SARS-CoV-2 in Deutschland, insbesondere zur Variant of Concern (VOC) B.1.1.7 vom 10.03.2021
- [D3] Humanitarian Data Exchange <https://data.humdata.org/dataset/novel-coronavirus-2019-ncov-cases>