
Mathematische Modellierung und Vorhersage von COVID-19 Fällen, Hospitalisierung (inkl. Intensivstation und Beatmung) und Todesfällen in den deutschen Bundesländern

Christiane Dings¹, Katharina Götz¹, Katharina Och¹, Iryna Sihinevich¹, Dr. Dominik Selzer¹, Quirin Werthner¹, Lukas Kovar¹, Fatima Marok¹, Christina Schräpel¹, Laura Fuhr¹, Denise Türk¹, Hannah Britz¹, Prof. Dr. Sigrun Smola², Prof. Dr. Thomas Volk³, Prof. Dr. Sascha Kreuer³, Dr. Jürgen Rissland², Prof. Dr. Thorsten Lehr¹

¹Klinische Pharmazie, Universität des Saarlandes

²Institut für Virologie, Universitätsklinikum des Saarlandes

³Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum des Saarlandes



Report vom 21. Oktober 2020
Modellstand vom 21. Oktober 2020
Datenstand vom 20. Oktober 2020

Leitung:

Professor Dr. Thorsten Lehr
Klinische Pharmazie, Universität des Saarlandes
Campus C2 2, 66123 Saarbrücken
thorsten.lehr@mx.uni-saarland.de
www.clinicalpharmacy.me
www.covid-simulator.com

Zusammenfassung

Zielsetzung

- Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines mechanistischen mathematischen Modells zur Vorhersage der COVID-19 Infektionen inkl. Krankenhausbettenbelegung, intensivmedizinische Behandlung (ICU), Beatmung und Todesraten in den einzelnen Bundesländern und der Abschätzung von Nicht-Pharmazeutischen Interventionen (NPI, z. B. Schulschließung) über die Zeit.
- Das Modell soll verwendet werden, um den weiteren Verlauf der Infektionen (inkl. Krankenhausbelegung, ICU, Beatmung, Todesraten) vorherzusagen und verschiedene möglichen Szenarien zu simulieren.
- Das Modell und die Vorhersagen werden in regelmäßigen Abständen (alle ein bis zwei Wochen) mit neuen Daten angepasst. Es werden neue Vorhersagen für alle Bundesländer als PDF Bericht zur Verfügung gestellt. Die Webseite www.covid-simulator.com dient als Online-Plattform für die Informationsübermittlung und die Bereitstellung eines Online Simulators.

Ergebnisse

- Ein modifiziertes Infektionsmodell (Susceptible - Exposed - Infectious - Recovered - Death; SEIRD) konnte entwickelt werden und auf die Situation der Bundesländer angepasst werden. Das Modell zeigt eine ausgezeichnete deskriptive Eigenschaft der COVID-19 Fallzahlen, der Belegung von stationären Betten, Intensivbetten (beatmet und nicht-beatmet), Todesfällen und Genesenen in allen 16 Bundesländern und Gesamtdeutschland.
- Der Einfluss von Nicht-Pharmazeutischen Interventionen (NPI) auf $R(t)$ wurde untersucht:
 - Zu Beginn des Infektionsgeschehens in Deutschland liegt der $R(t)$ Wert dort im Schnitt bei 2.78.
 - Schulschließung, Kontaktverbot (ab 23.03.2020) und ein nachgeschalteter Kontaktverbotseffekt (ab 01.04.2020) haben einen signifikanten Effekt ($p < 0.001$) auf die Reduktion von $R(t)$. Aufgrund der engen Aneinanderreihung von NPIs kann nicht ausgeschlossen werden, dass Effekte anderer NPIs davon überlagert werden. Die Reproduktionszahl $R(t)$ senkt sich vom Ausgangswert von $R(t) = 2.78$ auf $R(t) = 0.636$ im bundesdeutschen Schnitt ab dem 01.04.2020 ab.
 - Im April erfolgten noch kleinere, aber statistisch signifikante ($p < 0.001$) Änderungen von $R(t)$. Ab dem 25.04.2020, 5 Tage nach der Öffnung der Geschäfte (20.04.2020), waren Bundesland spezifische $R(t)$ Veränderungen zu verzeichnen.
 - Im Mai (ab dem 06.05.2020), zwei Tage nach der Schulöffnung vom 04.05.2020) erfolgte ein kleiner Anstieg von $R(t)$ im Schnitt um 13% auf 0.716.
 - Im Juni (ab dem 05.06.2020) folgte ein weiterer Anstieg von $R(t)$ Wert um ca. 51% von 0.716 auf 1.08 im bundesdeutschen Schnitt mit anschließender

-
- Reduktion von $R(t)$ ab dem 17.06.2020 im Schnitt um ca. 21% von 1.08 auf 0.857.
- Im Juli (ab dem 12.07.2020) ist ein neuer Anstieg von $R(t)$ um ca. 55% von 0.857 auf 1.33 im bundesdeutschen Schnitt zu beobachten.
 - Im August folgte eine Reduktion von $R(t)$ ab dem 09.08.2020 im Schnitt um ca. 21% von 1.33 auf 1.05 mit anschließender weitere Reduktion von $R(t)$ ab dem 19.08.2020 um ca. 10% von 1.05 auf 0.946 im bundesdeutschen Schnitt.
 - Im September beobachtet man einen neuen Anstieg von $R(t)$ ab dem 07.09.2020 um ca. 31% von 0.946 auf 1.24 im bundesdeutschen Schnitt mit anschließendem weiterem Anstieg von $R(t)$ ab dem 30.09.2020 im Schnitt um ca. 20% von 1.24 auf 1.49.
 - Seit den bundesweiten Lockerungen der Corona-Maßnahmen zeigt sich ein allgemeiner Infektionsanstieg. Die $R(t)$ Änderungen im Juni scheinen die Entstehung und Bekämpfung von lokalen “Corona-Hotspots” in manchen Bundesländern (z.B. Nordrhein-Westfalen, Berlin, Brandenburg, Sachsen-Anhalt) abzubilden. Im Zeitraum Juli bis August spielen auch steigende Fallzahlen positiv getesteter Einreisender zunehmend eine bedeutende Rolle. Im September beobachtet man einen erneuten Anstieg der Fallzahlen mit dem bundesland-spezifischen $R(t)$ Wert über 1.0. Kleinere Ausbrüche in verschiedenen Landkreisen tragen vermehrt zu den steigenden Fallzahlen bei.
 - Die aktuellen $R(t)$ Werte werden auf 1.49 im bundesdeutschen Schnitt geschätzt und liegen für alle 16 Bundesländer derzeit über 1.
- Veränderung von Hospitalisierung und Krankenhaussterblichkeit über die Zeit.
 - Die im Modell abgeschätzte Hospitalisierungsrate ändert sich über die Zeit. Zu Beginn der Pandemie lag sie im Durchschnitt bei etwa 20% und ist im Verlauf der Pandemie im Schnitt auf 3.5% abgesunken. Seit Anfang September ist die Hospitalisierungsrate im Schnitt wieder signifikant um 80% auf 6.4% angestiegen.
 - Die Hospitalisierungsrate ist stark mit der Altersstruktur der infizierten COVID-19 Patienten korreliert. Vor allem der Anteil der über 60-jährigen Patienten bestimmt die Hospitalisierungsrate. Dieser Anteil ist von anfänglich über 35% zwischenzeitlich auf unter 10% zurückgegangen. Seit Anfang September steigt der Anteil der über 60-jährigen wieder stetig an.
 - Bei einer weiteren Ansteckung älterer Patienten ist weiterhin mit einer steigenden Hospitalisierungsrate zu rechnen, selbst bei gleichbleibenden Neuinfektionsszahlen.
 - Die Sterberaten im Krankenhaus (Normalstation, ICU beatmet und nicht beatmet) nehmen, ähnlich wie die Hospitalisierungsrate über die Zeit deutlich ab. Dies ist ebenfalls durch das Absinken des Alters der infizierten Patienten zu erklären. Auch hier ist mit einer erhöhten Krankenhaussterblichkeit zu rechnen, wenn wieder vermehrt ältere Patienten infiziert werden.
 - Vorhersagen mit verschiedenen Annahmen für $R(t)$ werden für jedes Bundesland präsentiert.

-
- Unter der Annahme, dass die Reproduktionszahl $R(t)$ in den Bundesländern einen Wert unter 1 annimmt, erscheint die Bettenkapazität der Krankenhäuser in allen Bundesländern ausreichend.
 - Bei gleichbleibendem R -Wert sind in den nächsten 2-4 Wochen COVID-19 Belegungszahlen im Krankenhaus (Normalstation und ICU) zu erwarten, welche sich in der gleichen Größenordnung bewegen werden wie zu Peak-Zeiten der ersten Welle.
 - Das Robert Koch-Institut (RKI) veröffentlicht regelmäßige Updates zu den aktuellen Reproduktionszahlwerten in Deutschland und den Bundesländern. Die Methode zur Berechnung der Reproduktionszahl des RKI unterscheidet sich erheblich von unserem Modellansatz. Das RKI betrachtet nur neue Infektionen in den letzten 7 Tagen, während unser Modell den kompletten Datensatz (Umfang und auch andere Daten, wie Krankenhausaufenthalte, Verstorbene, Genesene) berücksichtigt. Durch den kurzen Zeitraum der betrachteten Daten des RKI ist deren R -Wert anfälliger gegen Veränderungen und Schwankungen im Berichtswesen und auch sensibel im Bereich von kleinen Neuinfektionszahlen. Der R -Wert des RKI fluktuiert dadurch stärker über die Zeit im Vergleich zu dem von unserem Modell errechneten $R(t)$ Wert. Durch Vergleiche der R -Werte berechnet durch das RKI und unseren berechneten $R(t)$ Werten, konnte aber auch eine große Übereinstimmung über einen großen Zeitraum festgestellt werden.

Änderungen im Dokument

Im Vergleich zum letzten Bericht vom **14.10.2020** wurde vor allem die Datenbasis erweitert und das Modell mit neuen Daten bis einschließlich 20.10.2020 abgeschätzt. Keine zusätzlichen Effekte auf $R(t)$ wurden abgeschätzt. Der Bericht wurde um einige Plots ergänzt.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

Änderungen im Dokument

1	Übersicht der Modellierung	1
1.1	Fragestellung	1
1.2	Zielsetzung	1
1.3	Zielgruppe	1
1.4	Methoden	2
1.5	Modellstruktur	2
1.6	Modellergebnisse	4
1.6.1	Beschreibung der Daten	4
1.6.2	Einfluss von Nicht Pharmazeutischer Interventionen (NPI) und anderer struktureller Änderungen	11
1.6.3	Veränderung von Hospitalisierung und Krankenhaussterblichkeit über die Zeit	15
2	Baden-Württemberg	18
2.1	Modellbeschreibung	18
2.2	Modellvorhersage	22
3	Bayern	27
3.1	Modellbeschreibung	27
3.2	Modellvorhersage	31
4	Berlin	36
4.1	Modellbeschreibung	36
4.2	Modellvorhersage	40
5	Brandenburg	45
5.1	Modellbeschreibung	45
5.2	Modellvorhersage	49

6	Bremen	54
6.1	Modellbeschreibung	54
6.2	Modellvorhersage	58
7	Hamburg	63
7.1	Modellbeschreibung	63
7.2	Modellvorhersage	67
8	Hessen	72
8.1	Modellbeschreibung	72
8.2	Modellvorhersage	76
9	Mecklenburg-Vorpommern	81
9.1	Modellbeschreibung	81
9.2	Modellvorhersage	85
10	Niedersachsen	90
10.1	Modellbeschreibung	90
10.2	Modellvorhersage	94
11	Nordrhein-Westfalen	99
11.1	Modellbeschreibung	99
11.2	Modellvorhersage	103
12	Rheinland-Pfalz	108
12.1	Modellbeschreibung	108
12.2	Modellvorhersage	112
13	Saarland	117
13.1	Modellbeschreibung	117
13.2	Modellvorhersage	121
14	Sachsen	126
14.1	Modellbeschreibung	126
14.2	Modellvorhersage	130

15 Sachsen-Anhalt	135
15.1 Modellbeschreibung	135
15.2 Modellvorhersage	139
16 Schleswig-Holstein	144
16.1 Modellbeschreibung	144
16.2 Modellvorhersage	148
17 Thüringen	153
17.1 Modellbeschreibung	153
17.2 Modellvorhersage	157
18 Deutschland	162
18.1 Modellbeschreibung	162
18.2 Modellvorhersage	166

1 Übersicht der Modellierung

1.1 Fragestellung

Die Infektionen von Menschen mit dem SARS-Coronavirus-2 (die resultierende Krankheit wird als „COVID-19“ bezeichnet) steigen in Deutschland und der Welt teilweise rasant an. Daraus resultieren steigende Hospitalisierungsraten und auch eine vermehrte Belegung von Intensivbetten (ICU) sowie Beanspruchung von Beatmungskapazitäten. Im Verlauf der Pandemie wurden verschiedene Nicht-Pharmazeutische Interventionen (NPI) eingeführt (z.B. Schulschließung), um die Ausbreitung zu verzögern und die Belastungsgrenzen des Gesundheitssystems nicht zu übersteigen. Bedauerlicherweise ist die Vorhersage des weiteren Infektionsverlaufs, die Auslastung des Gesundheitssystems und der Einfluss von NPIs auf den Verlauf ein schwieriges Vorhaben. Dies ist nur über mathematische Modellierung und Simulation zu erreichen.

1.2 Zielsetzung

- Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines mechanistischen mathematischen Modells zur Vorhersage der COVID-19 Infektionen inkl. Krankenhausbettenbelegung, intensivmedizinische Behandlung (ICU), Beatmung und Todesraten in den einzelnen Bundesländern und der Abschätzung von Nicht-Pharmazeutischen Interventionen (NPI, z. B. Schulschließung) über die Zeit.
- Das Modell soll verwendet werden, um den weiteren Verlauf der Infektionen (inkl. Krankenhausbelegung, ICU, Beatmung, Todesraten) vorherzusagen und verschiedene möglichen Szenarien zu simulieren.
- Das Modell und die Vorhersagen werden in regelmäßigen Abständen (alle ein bis zwei Wochen) mit neuen Daten angepasst. Es werden neue Vorhersagen für alle Bundesländer als PDF Bericht zur Verfügung gestellt. Die Webseite www.covid-simulator.com dient als Online-Plattform für die Informationsübermittlung und die Bereitstellung eines Online Simulators.

1.3 Zielgruppe

- Das Modell soll Behörden, Politikern und dem Gesundheitswesen helfen, den Verlauf der aktuellen SARS-Coronavirus-2 Pandemie kurz- und mittelfristig besser abzuschätzen und die Kapazitäten zu planen. Weiterhin können von diesen Personenkreisen der Einfluss von NPIs (z.B. Ausgangssperre) abgeschätzt werden und diese damit entweder rechtfertigen oder auch deren Aufhebung begründen.
- Zum anderen kann das vorgestellte Modell verwendet werden, um der Bevölkerung zu veranschaulichen, welchen Einfluss die Interventionen auf den Infektionsverlauf haben und sie dadurch in den Maßnahmen bestärken.

1.4 Methoden

- Folgende Datenquellen dienen als Grundlage:
 - Datenbank Berliner Morgenpost: (www.morgenpost.de)
 - * Verwendet Datenquellen der Morgenpost: Johns Hopkins University CSSE (internationale Daten von WHO, CDC (USA), ECDC (Europa), NHC, DXY (China) und Meldungen der deutschen Behörden (Robert-Koch-Institut sowie Kreis- und Landesgesundheitsämter).
 - MetaKIS: Dokumentation von anonymisierten Abrechnungsdaten aus über 250 Kliniken deutschlandweit
 - Informationen vom saarländischen und anderen Gesundheitsministerien
 - Ergebnisse von Literatursuche über Interventionsmaßnahmen in den Bundesländern
 - DIVI Intensivregister
- Die Modellierung erfolgt mittels des Non-Linear Mixed Effects (NLME) Ansatzes und wird in der Software NONMEM[®] (Version 7.4.3) durchgeführt
- Statistische Analyse, graphische Darstellung und Reporterstellung wurden mit R[®] (Version 3.6.3) und R-Studio[®] (Version 1.2.5033) durchgeführt
- Ein genehmigter Ethikantrag der Ethik-Kommission der Ärztekammer des Saarlandes liegt vor
- Eine detaillierte Beschreibung der Modellstruktur und die Parametrisierung wird der in Kürze eingereichten Publikation zu entnehmen sein

1.5 Modellstruktur

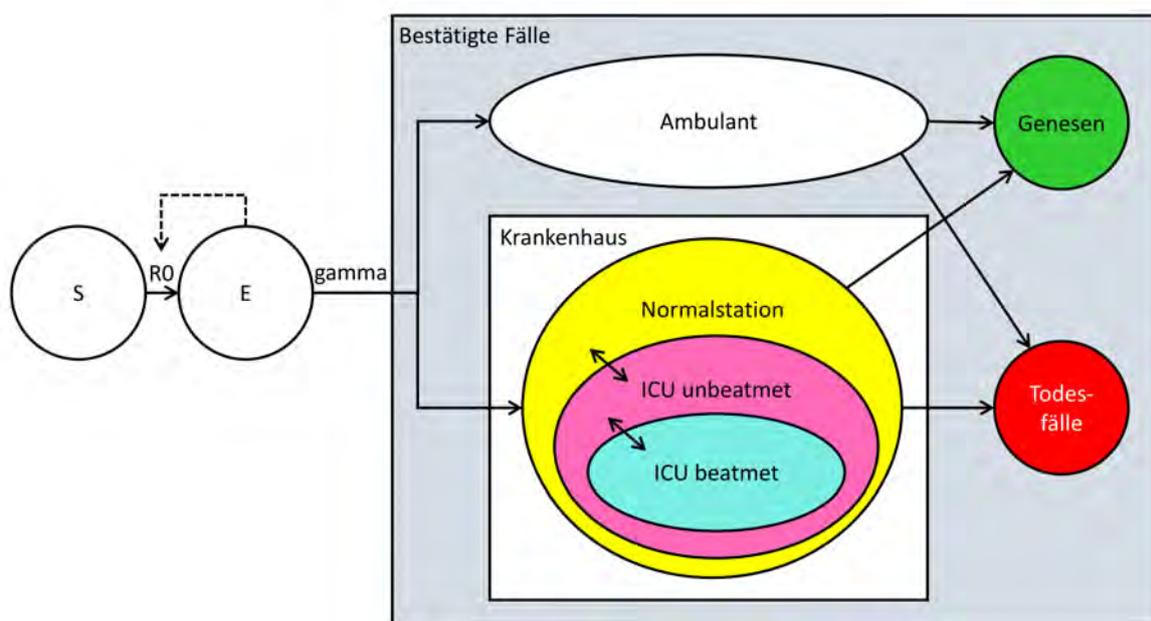
Dem entwickelten Modell liegt ein klassisches SEIR Modell, welches in der mathematischen Epidemiologie die Ausbreitung von Infektionen innerhalb einer Population beschreibt, zugrunde. In diesem klassischen Modell kann ein Individuum vier krankheitsrelevante Stadien durchlaufen: *Stadium S*: Menschen, die infiziert werden können, *Stadium E*: Menschen, die infiziert sind, infektiös sein können, aber noch nicht als Infizierte identifiziert sind, *Stadium I*: Infizierte Menschen, *Stadium R*: Geheilte Menschen.

Das weiterentwickelte SEIR/D Modell beschreibt komplexere Zusammenhänge. Neben den Stadien S, E und R wird für infizierte Menschen zwischen *Stadium C*: Infizierte, die ambulant verbleiben, *Stadium KH*: Infizierte im Krankenhaus, *Stadium ICU*: Infiziert auf Intensivstation sowie *Stadium ICU beatmet*: Beatmungspflichtige Infizierte differenziert. Darüber hinaus wurde das Modell um das *Stadium D*: Infizierte Menschen, die verstorben sind, erweitert. Ebenso wurde das Stadium R in *Stadium KH R*: während des Krankenhausaufenthaltes genesene Patienten, und *Stadium R*: geheilte Menschen außerhalb des Krankenhauses unterteilt.

Menschen aus dem Stadium E infizieren Menschen aus dem Stadium S. Der Faktor R_0 oder $R(t)$ (*Basisreproduktionszahl*) gibt hierbei an, wie viele Menschen aus dem Stadium

S durchschnittlich durch einen einzigen Menschen aus dem Stadium E infiziert werden. Infizierte Menschen im Stadium E werden erst nach einer gewissen Zeit (*gamma*) als Infizierte identifiziert und erreichen somit das Stadium (C: Cases = bestätigte Fälle). Infizierte Personen (C) können entweder ambulant genesen (R) oder im Verlauf stationär aufgenommen werden (KH). Stationär behandelte Menschen können im Krankenhaus genesen (KH R), im Krankenhaus versterben (D: Death) oder auf Intensivstation verlegt werden (ICU). Infizierte Patienten auf Intensivstation (ICU) können ebenfalls genesen (KH R), versterben (D) oder eine Beatmungstherapie benötigen (ICU beatmet).

Die Modellstruktur mit den verschiedenen Stadien sowie ihren Übergängen ist in Abb.1 dargestellt. Die angegebenen Daten (Liegedauern, prozentuale Anteil, Beatmung, etc.) entstammen aus Krankenhausdaten von über 3000 deutschen COVID-19 Patienten von über 250 Krankenhäusern, welche anonymisiert aus dem MetaKIS System hergeleitet wurden.



	Verteilung [%]		Anteil [%]	Liegedauer [Tage]	ICU [% Aufenthalt]	Beatmung [% Aufenthalt]
Normalstation	80.1	Entlassen	84.5	12	-	-
		Verstorben	15.5	8.8	-	-
ICU unbeatmet	5.0	Entlassen	79.6	19	34	-
		Verstorben	20.4	13	57	-
ICU beatmet	14.9	Entlassen	48.6	35	75	49
		Verstorben	51.4	13	88	76

Abbildung 1: SEIR/D Modell - Modellstruktur

1.6 Modellergebnisse

1.6.1 Beschreibung der Daten

Mithilfe des in Abschnitt 1.5 Modellstruktur beschriebenen entwickelten SEIR/D Modells können die COVID-19 Fallzahlen für Infektionen, Belegung von Krankenhausbetten (KH akut und KH kumulativ), Belegung von Intensivstationsbetten (ICU akut und ICU kumulativ), Genesungen sowie Todesfälle in der Bundesrepublik Deutschland und separat für jedes einzelne deutsche Bundesland beschrieben werden.

Abb. 2 zeigt die Modellbeschreibung der Fallzahlen (Linie) sowie die gemeldeten Fallzahlen (Punkte) je nach Bundesland über die Zeit für Infektionszahlen (blau), Genesenenzahlen (grün), Todesfälle (rot), belegte KH Betten akut (rosa) und kumulativ (violett), belegte ICU Betten akut (gelb) und kumulativ (orange), und Anzahl der beatmeten Intensivpatienten (cyan).

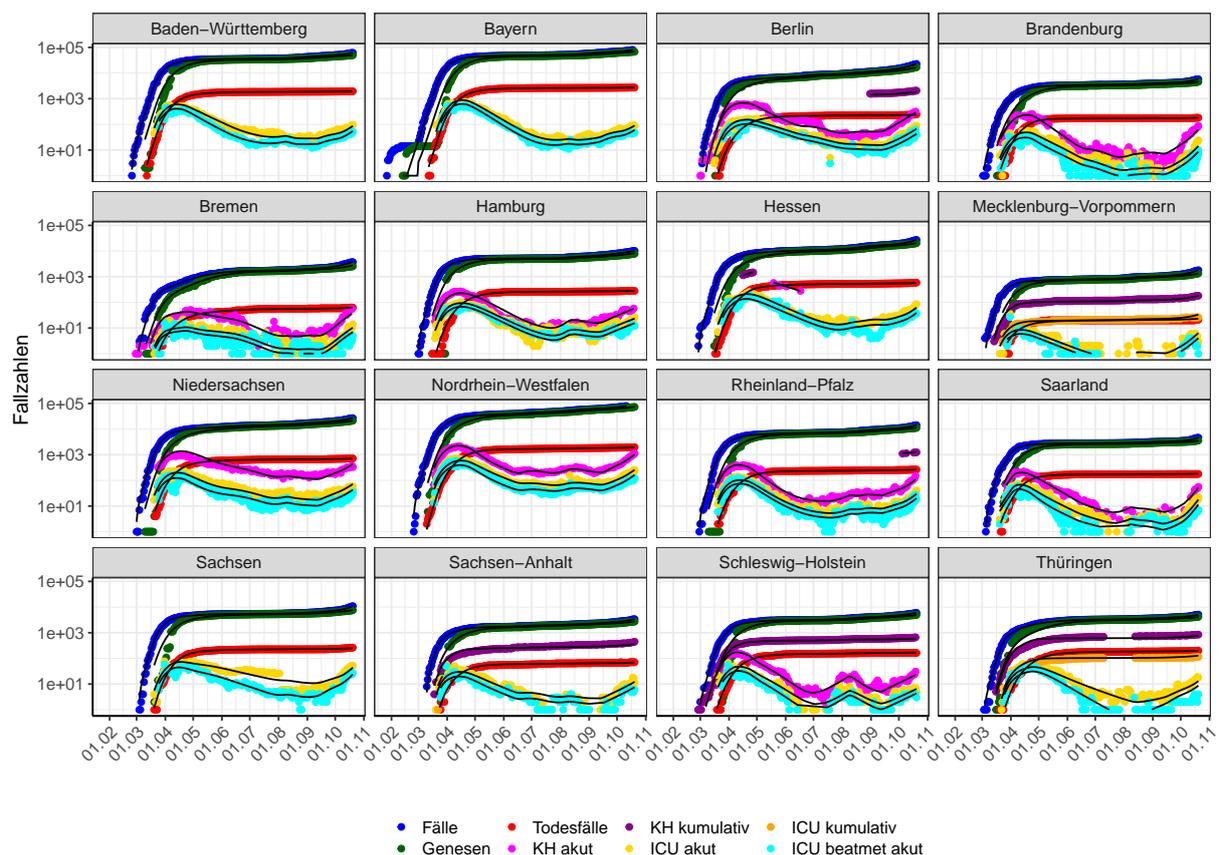


Abbildung 2: Deutschland nach Bundesländern - Modellbeschreibung der Fallzahlen
Punkte: Gemeldete Fallzahlen - Linien: Modellbeschreibung

Abb. 3 und 4 zeigen die Modellbeschreibung der Infektionszahlen (Linie) sowie die gemeldeten Infektionszahlen (Punkte) für jedes Bundesland über die Zeit in linearer (3) und halblogarithmischer (4) Darstellung.

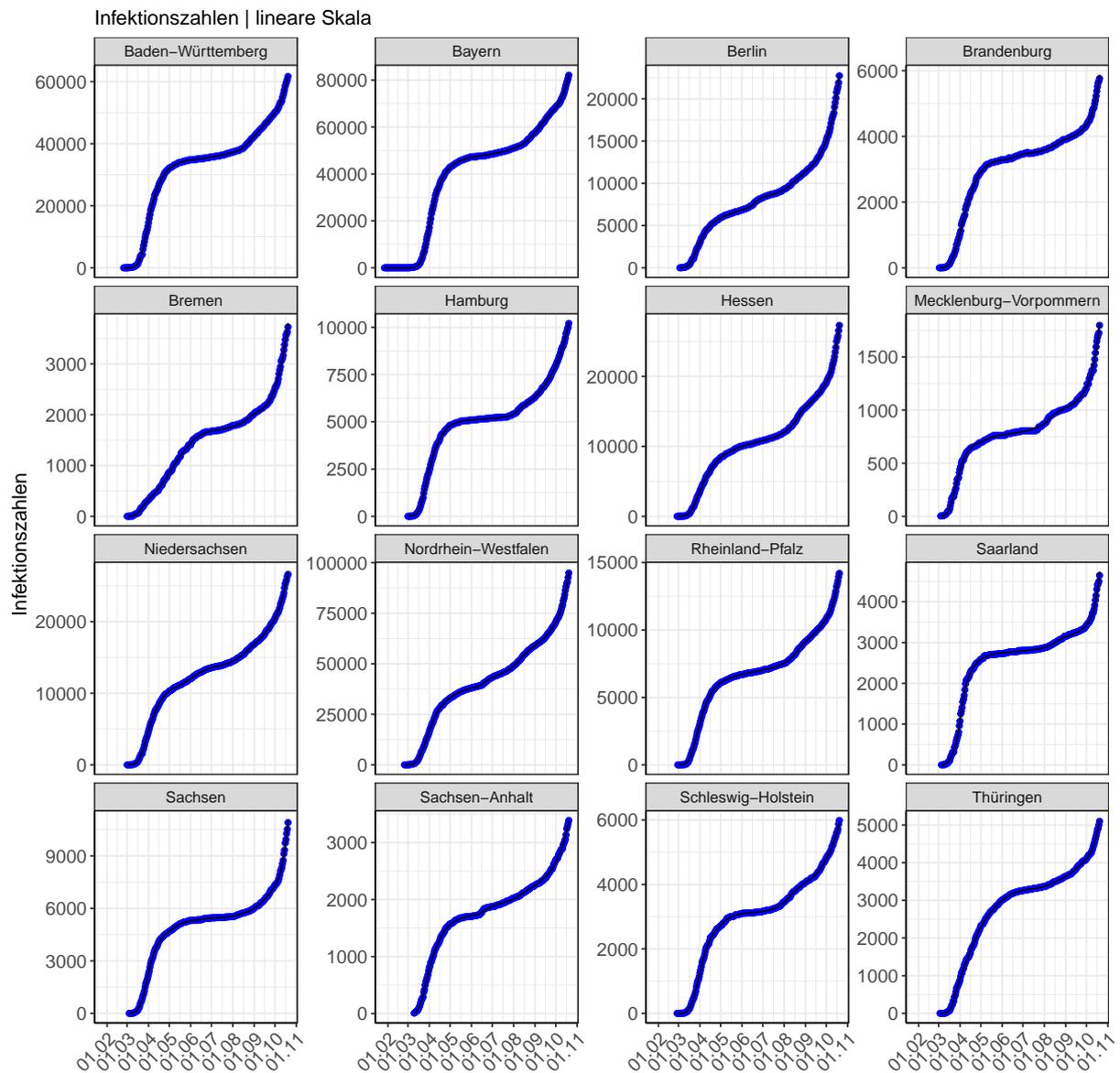


Abbildung 3: Deutschland nach Bundesländern - Modellbeschreibung der Infektionsfälle
Punkte: Gemeldete Infektionsfälle - Linien: Modellbeschreibung

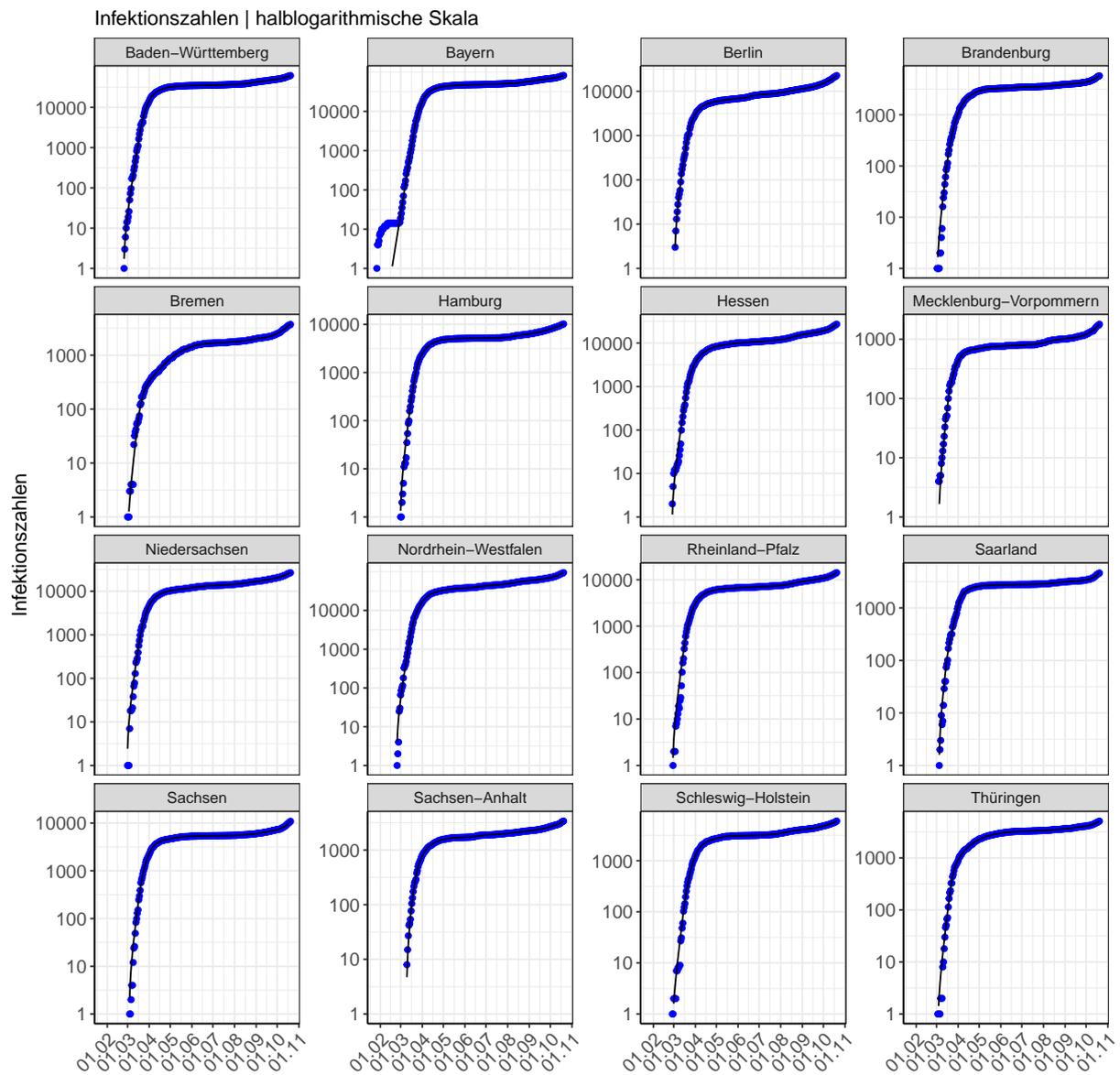


Abb. 5 zeigt die Modellbeschreibung der belegten Betten und der beatmeten Patienten (Linie) sowie die gemeldeten Belegungen der KH und ICU Betten und beatmeten Patienten (Punkte) für jedes Bundesland über die Zeit. Die Belegung der KH und ICU Betten ist akut und/oder kumulativ dargestellt.

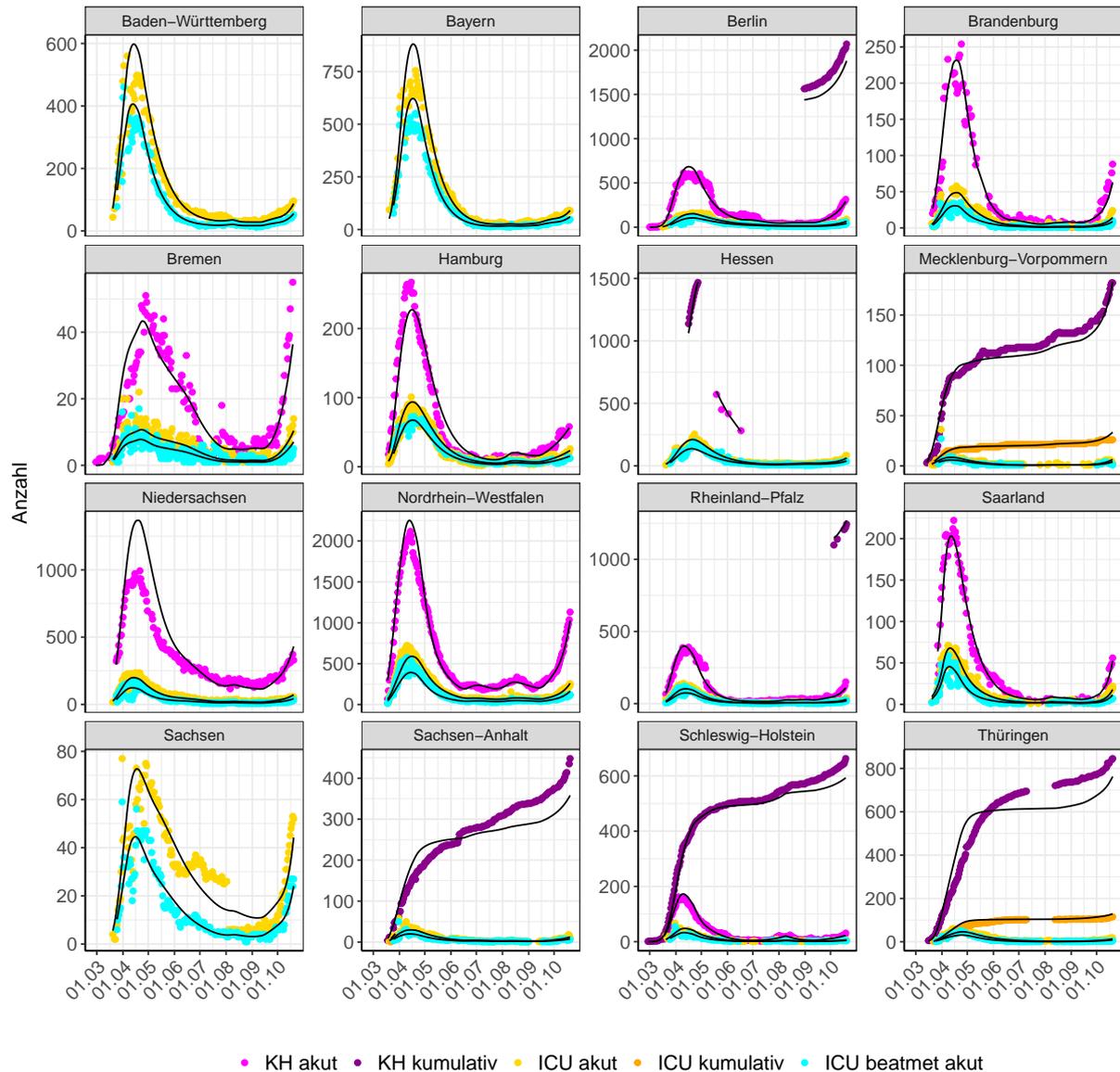


Abbildung 5: Deutschland nach Bundesländern - Modellbeschreibung der KH und ICU Belegung. Punkte: Gemeldete Belegungen - Linien: Modellbeschreibung

Abb. 6 zeigt die Modellbeschreibung der von COVID-19 genesenen Patienten (Linie) sowie die gemeldeten Fälle an Genesenen (Punkte) für jedes Bundesland über die Zeit.

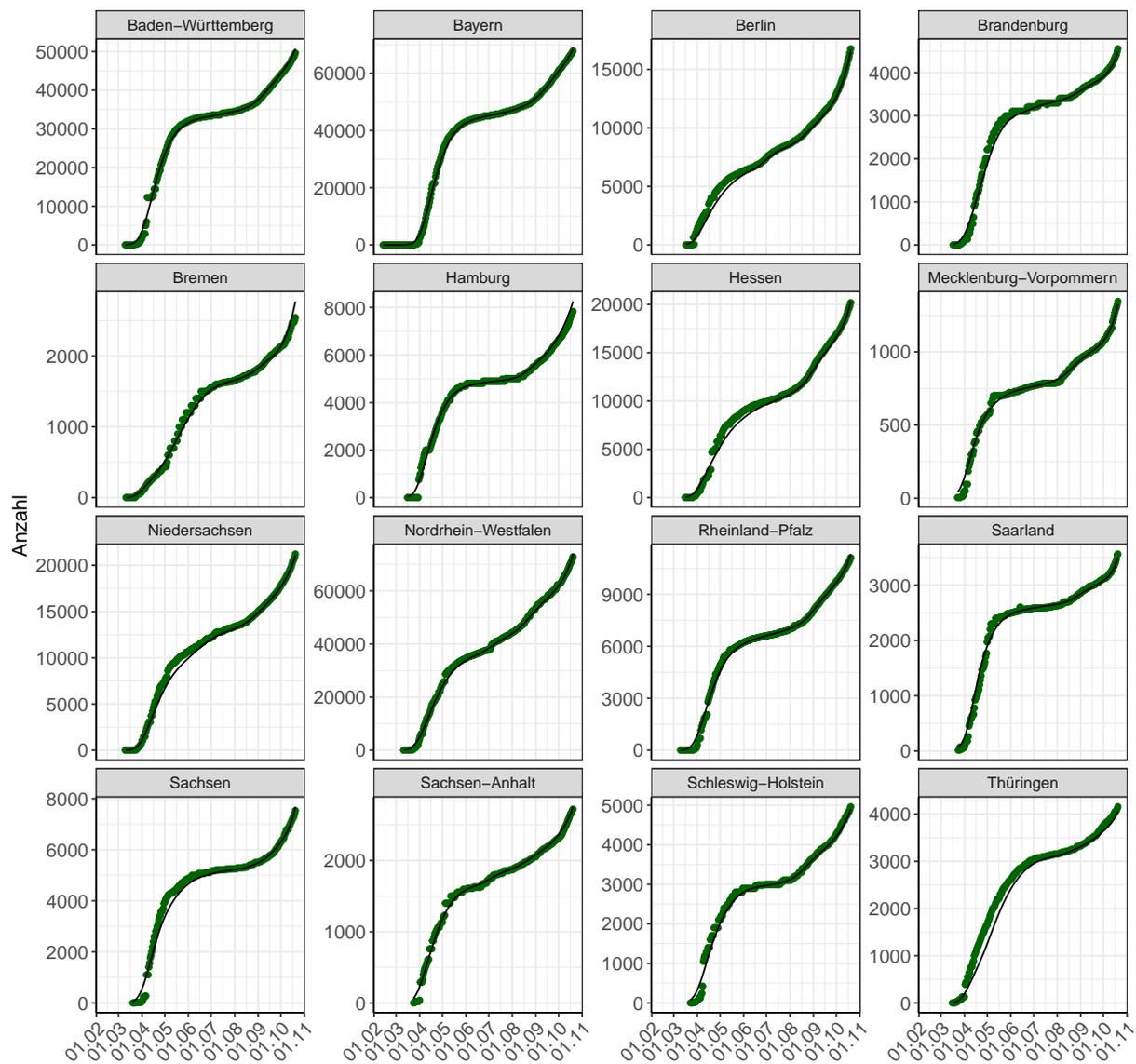


Abbildung 6: Deutschland nach Bundesländern - Modellbeschreibung der von COVID-19 genesenen Patienten

Punkte: Gemeldete Zahlen - Linien: Modellbeschreibung

Abb. 7 zeigt die Modellbeschreibung der an COVID-19 verstorbenen Patienten (Linie) sowie die gemeldeten Todeszahlen (Punkte) für jedes Bundesland über die Zeit.

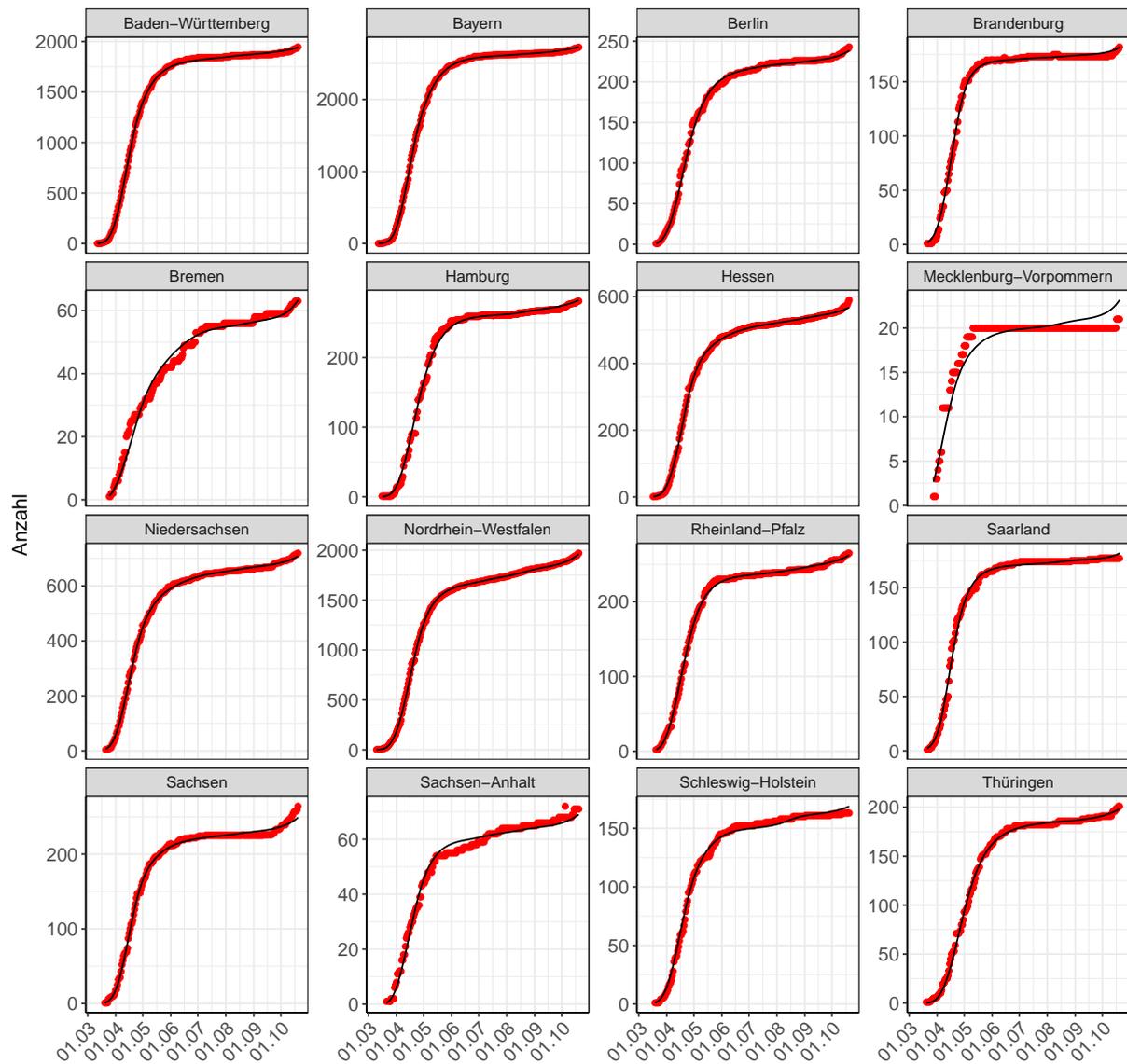


Abbildung 7: Deutschland nach Bundesländern - Modellbeschreibung der Todesfälle. Punkte: Gemeldete Todeszahlen - Linien: Modellbeschreibung

In Abb. 8 ist ein Goodness-of-fit plot, die graphische Darstellung der Güte der Modellanpassung, dargestellt. Es sind die vom Modell errechneten Werte gegen die Rohdaten aufgetragen. Bei 100%iger Übereinstimmung der Wertepaare würden sich alle Datenpunkte auf der Ursprungsgerade befinden. Die Punkte verteilen sich ebenmäßig um die Ursprungsgerade. Dies ist Ausdruck der hohen deskriptiven Leistung des Modells.

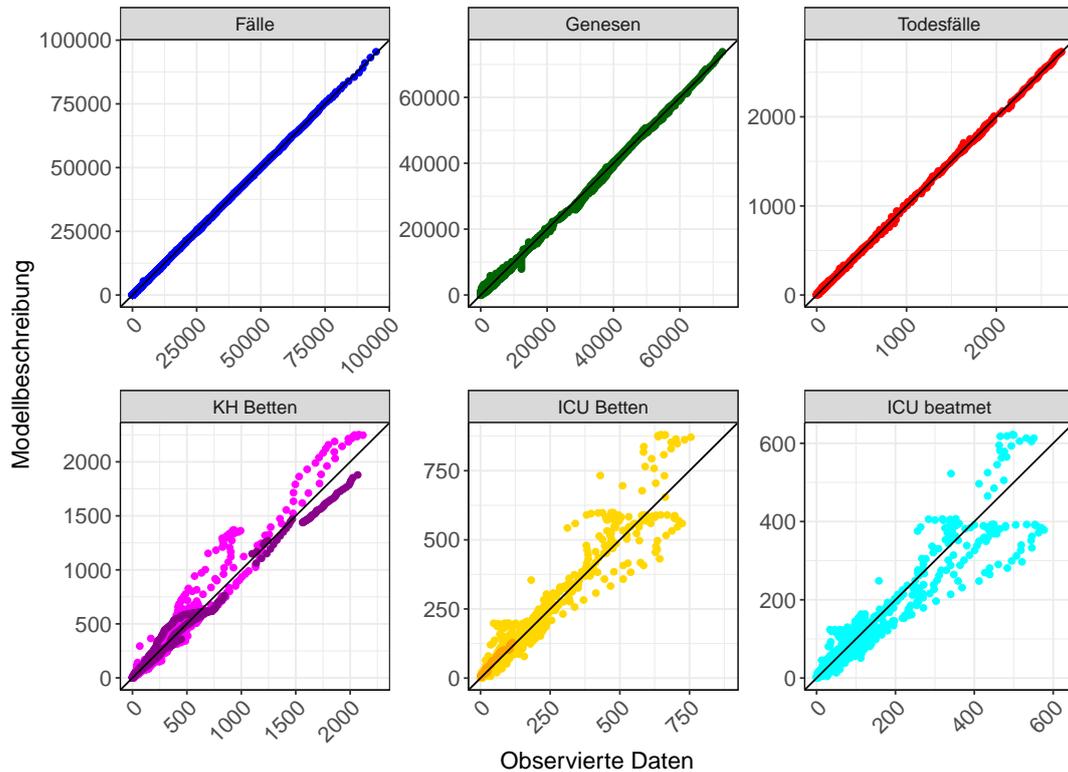


Abbildung 8: Deutschland - Güte der Modellanpassung
Godness-of-fit: gemeldete Daten vs. Modellbeschreibung

1.6.2 Einfluss von Nicht Pharmazeutischer Interventionen (NPI) und anderer struktureller Änderungen

Die Einflüsse von NPIs und anderer Ereignisse wurden systematisch untersucht und in das Modell eingebaut. Untersuchungen von Einflussfaktoren auf $R(t)$ ergaben folgende statistisch signifikanten Effekt: Schulschließung, Kontaktverbot, eine „2. Stufe des Kontaktverbots“ seit dem 01.04.2020 und Veränderungen ab dem 25.04.2020, dem 06.05.2020, dem 05.06.2020, dem 17.06.2020, dem 12.07.2020, dem 09.08.2020, dem 19.08.2020, dem 07.09.2020 und dem 30.09.2020. In jedem Bundesland variieren die Effekte leicht (siehe Tabelle 1, Abb. 9 und 10), wobei die genauen Ursachen nicht ersichtlich sind. Es bleibt zu vermuten, dass die geographische Situation der Bundesländer (Flächenstaat vs. Stadtstaat, Grenzregion, Mentalität) als auch lokale Regelungen eine Rolle spielt. 2 Tage nach der Schulöffnung vom 04.05.2020, stieg der $R(t)$ Wert im bundesdeutschen Schnitt um ca. 13% auf 0.716. Generell scheinen die getroffenen Schutzmaßnahmen wirksam gewesen zu sein, um $R(t)$ auf einem stabilen Niveau unter 1 zu halten (mit der Ausnahme von den Bundesländern mit bekannten „Corona Hotspots“). Seit Beginn der Lockerungen der Corona-Maßnahmen und vor allem während der Urlaubssaison (ein hoher Anteil von Fällen der Einreisenden) wurden erneut Anstiege der $R(t)$ Werte beobachtet. Zudem tragen kleinere Ausbrüche in verschiedenen Landkreisen vermehrt zu den steigenden Fallzahlen bei. Die Einflussfaktoren auf $R(t)$ sind im Folgenden detailliert aufgelistet:

- Schulschließungen: Reduktion von $R(t)$ im Schnitt um ca. 31% von 2.78 auf 1.92 (p-Wert < 0.001)
- Kontaktverbot (ab 23.03.2020): Reduktion $R(t)$ im Schnitt um ca. 43% von 1.92 auf 1.1 (p-Wert < 0.001)
- Kontaktverbot „2. Stufe“ (ab 01.04.2020): Reduktion $R(t)$ im Schnitt um ca. 42% von 1.1 auf 0.636 (p-Wert < 0.001)
- Ab dem 06.05.2020: Anstieg von $R(t)$ um 13% auf 0.716 (p-Wert < 0.001).
- Ab dem 05.06.2020: Anstieg von $R(t)$ um 51% von 0.716 auf 1.08 (p-Wert < 0.001).
- Ab dem 17.06.2020: Reduktion von $R(t)$ um 21% von 1.08 auf 0.857 (p-Wert < 0.001).
- Ab dem 12.07.2020: Anstieg von $R(t)$ um 55% von 0.857 auf 1.33 (p-Wert < 0.001).
- Ab dem 09.08.2020: Reduktion von $R(t)$ um 21% von 1.33 auf 1.05 (p-Wert < 0.001).
- Ab dem 19.08.2020: Reduktion von $R(t)$ um 10% von 1.05 auf 0.946 (p-Wert < 0.001).
- Ab dem 07.09.2020: Anstieg von $R(t)$ um 31% von 0.946 auf 1.24 (p-Wert < 0.001).
- Ab dem 30.09.2020: Anstieg von $R(t)$ um 20% von 1.24 auf 1.49 (p-Wert < 0.001).

In Tabelle 1 sind die $R(t)$ Werte nach Einführung der einzelnen NPIs für jedes Bundesland aufgelistet. Die Werte für Deutschland können in der Tabelle aufgrund unterschiedlicher Berechnungsmethoden leicht abweichen.

Tabelle 1: $R(t)$ vor und nach den NPIs

Bundesland	Startwert	Schul- schließung	Kontakt- verbot	Ab 01.04.	Ab 25.04.	Ab 06.05.	Ab 05.06.	Ab 17.06.	Ab 12.07.	Ab 09.08.	Ab 19.08.	Ab 07.09.	Ab 30.09.
Baden- Württemberg	2.78	1.75	1.30	0.59	0.55	0.60	1.16	1.06	1.20	1.70	1.00	1.05	1.53
Bayern	2.78	2.79	1.51	0.57	0.56	0.67	0.94	1.13	1.19	1.45	1.15	0.95	1.51
Berlin	2.78	1.99	1.01	0.62	0.78	0.90	1.79	0.58	1.33	0.94	1.03	1.34	1.40
Brandenburg	2.78	1.91	1.38	0.78	0.44	0.53	1.80	0.64	1.35	1.15	0.81	1.39	1.63
Bremen	2.78	1.46	0.70	1.13	1.05	0.88	0.55	0.67	1.27	1.48	0.83	1.51	1.36
Hamburg	2.78	2.14	0.93	0.64	0.29	0.60	1.07	1.07	1.58	0.63	1.21	1.22	1.24
Hessen	2.78	2.09	1.09	0.77	0.60	0.85	0.85	1.04	1.30	1.40	0.75	1.21	1.60
Mecklenburg- Vorpommern	2.78	1.68	0.92	0.43	1.01	0.72	1.01	1.17	1.35	0.57	0.93	1.42	1.55
Niedersachsen	2.78	2.06	1.17	0.66	0.49	1.07	0.82	0.75	1.31	1.17	1.00	1.21	1.42
Nordrhein- Westfalen	2.78	1.37	1.14	0.65	0.76	0.76	1.77	0.80	1.28	0.82	0.91	1.28	1.48
Rheinland- Pfalz	2.78	1.90	1.07	0.62	0.50	0.80	1.02	1.04	1.28	1.42	0.81	1.17	1.55
Saarland	2.78	1.52	1.83	0.41	0.52	0.59	1.29	0.91	1.42	1.27	0.68	1.38	1.81
Sachsen	2.78	1.93	1.26	0.51	0.96	0.63	0.88	0.78	1.41	1.12	1.33	1.17	1.72
Sachsen- Anhalt	2.78	2.00	0.94	0.69	0.47	0.69	2.01	0.66	1.26	0.87	1.10	1.27	1.35
Schleswig- Holstein	2.78	1.94	1.29	0.59	0.92	0.50	0.82	1.35	1.37	0.64	0.97	1.28	1.29
Thüringen	2.78	2.51	0.80	0.93	0.78	0.81	0.68	0.66	1.32	0.95	1.20	1.12	1.60
Deutschland	2.78	2.19	1.29	0.62	0.64	0.76	1.33	0.88	1.27	1.17	1.00	1.16	1.51

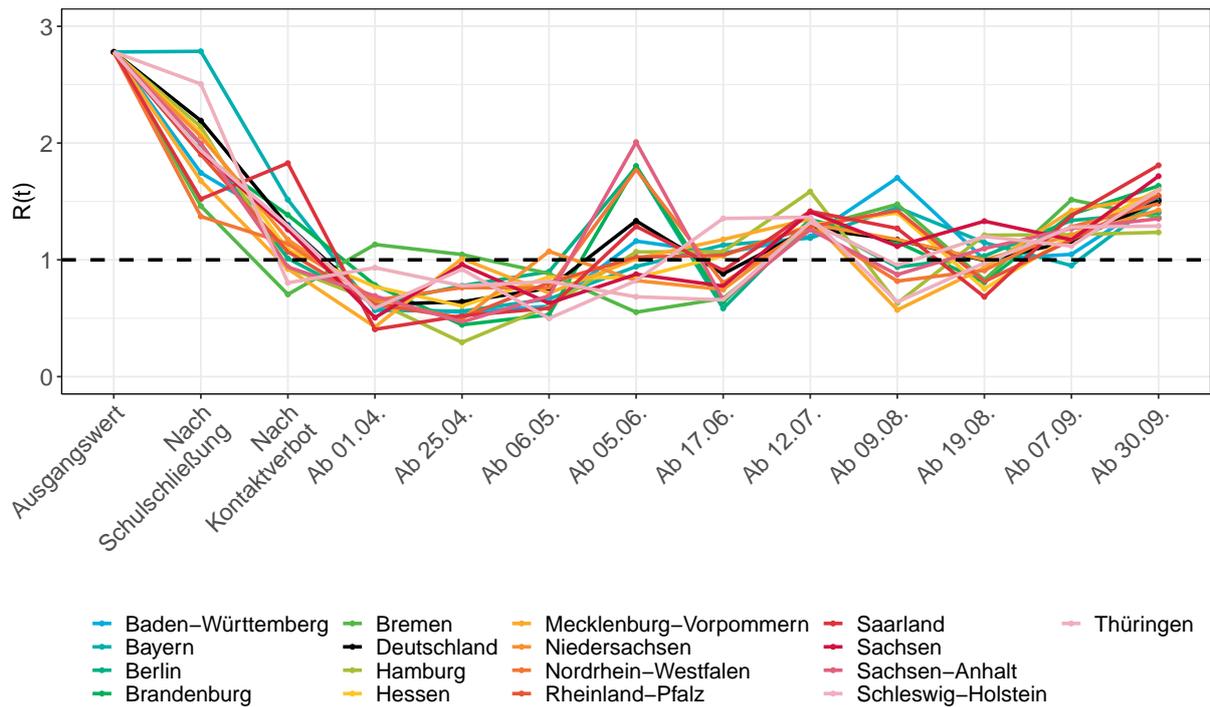


Abbildung 9: $R(t)$ Verteilung vor und nach den NPIs

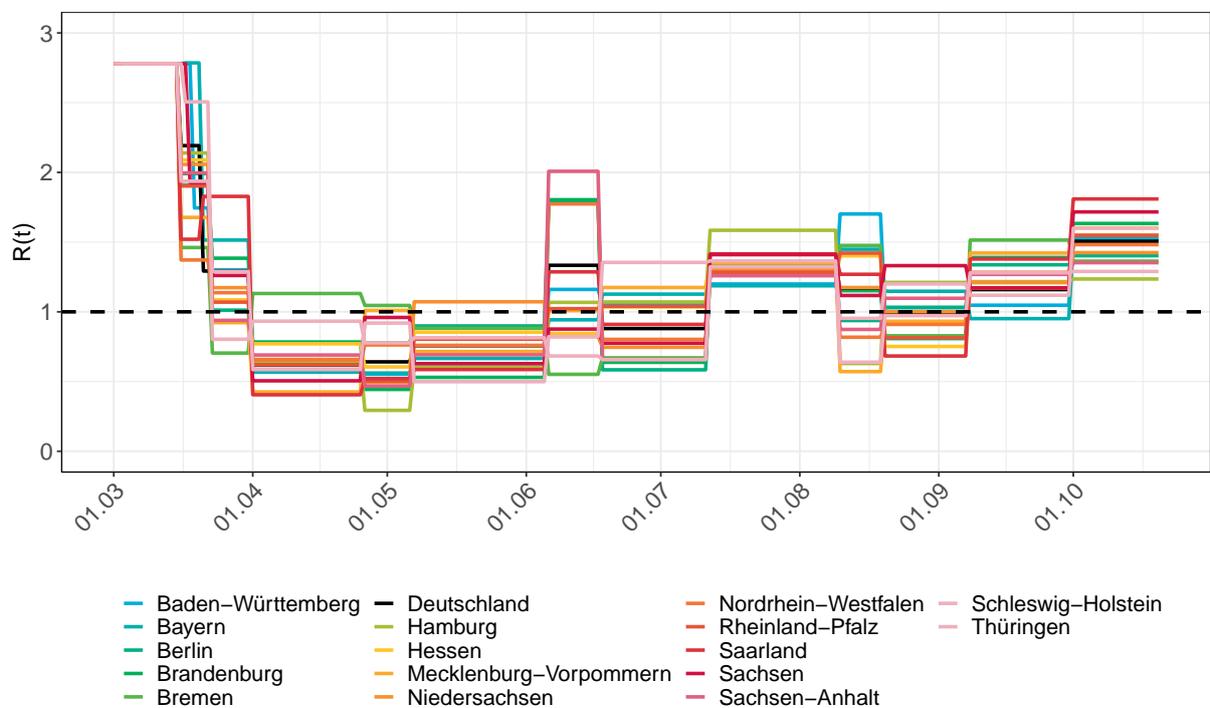


Abbildung 10: $R(t)$ über die Zeit

Das Robert Koch-Institut (RKI) veröffentlicht regelmäßige Updates zu der aktuellen Reproduktionszahl (R) in Deutschland. Die hier präsentierte Methode zur Abschätzung des $R(t)$ und die Methode des RKI zur Berechnung des R -Wertes unterscheiden sich erheblich: Das RKI betrachtet ausschließlich die Neuinfektionen der letzten 7 Tage, somit reagiert R -Wert sensibel auf Veränderungen im Berichtswesen als auch im Bereich von kleinen Neuinfektionszahlen und fluktuiert stärker, während unser Modellansatz den kompletten Datensatz (Infektionen seit Beginn der Pandemie, sowie andere Daten, wie Krankenhausaufenthalte, Verstorbene, Genesene) berücksichtigt. Dennoch sieht man eine große Übereinstimmung zwischen den $R(t)$ Modellschätzwerten für Gesamtdeutschland des hier präsentierten Modells (rote Linie = Gesamtdeutschland, graue Linien = Bundesländer) und den vom RKI berichteten 7-Tage- R -Wert (schwarze Linie) über die Zeit (Abb. 11). Die schwarzen Punkte bilden den Punktschätzer der Reproduktionszahl (R) des RKI ab.

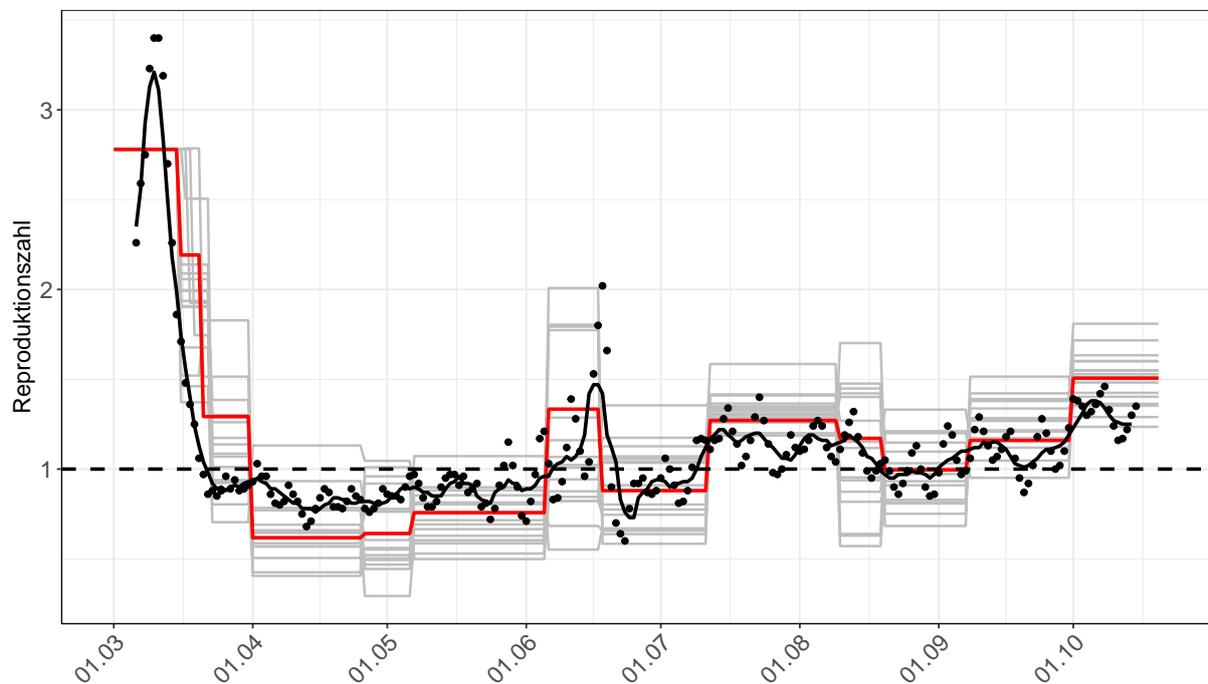


Abbildung 11: Vergleich von $R(t)$ Modellschätzwerten (rote Linie: Gesamtdeutschland, graue Linien: Bundesländer) und R -Werten berichtet von RKI (schwarze Linie: 7-Tage- R -Werte, schwarze Punkte: Punktschätzer der Reproduktionszahl R) über die Zeit.

1.6.3 Veränderung von Hospitalisierung und Krankenhaussterblichkeit über die Zeit

Die im Modell abgeschätzte Hospitalisierungsrate ändert sich über die Zeit (Abb. 12). Zu Beginn der Pandemie lag sie im Durchschnitt bei etwa 20% und ist im Verlauf der Pandemie im Schnitt auf 3.5% abgesunken. Seit Anfang September ist die Hospitalisierungsrate im Schnitt wieder signifikant um 80% auf 6.4% angestiegen.

Die Hospitalisierungsrate ist stark mit der Altersstruktur der infizierten COVID-19 Patienten korreliert. Vor allem der Anteil der über 60-jährigen Patienten bestimmt die Hospitalisierungsrate. Dieser Anteil ist von anfänglich über 35% zwischenzeitlich auf unter 10% zurückgegangen (Abb. 13). Seit Anfang September steigt der Anteil der über 60-jährigen wieder stetig an.

Bei einer weiteren Ansteckung älterer Patienten ist weiterhin mit einer steigenden Hospitalisierungsrate zu rechnen, selbst bei gleichbleibenden Neuinfektionszahlen.

Auch die im Modell abgeschätzten Sterberaten im Krankenhaus (Normalstation, ICU beatmet und nicht beatmet) nehmen, ähnlich wie auch die Hospitalisierungsrate, über die Zeit deutlich ab (Abb. 12). Dies kann ebenfalls durch das Absinken des Alters der infizierten Patienten erklärt werden. Auch hier ist mit einer erhöhten Krankenhaussterblichkeit zu rechnen, wenn wieder vermehrt ältere Patienten infiziert werden.

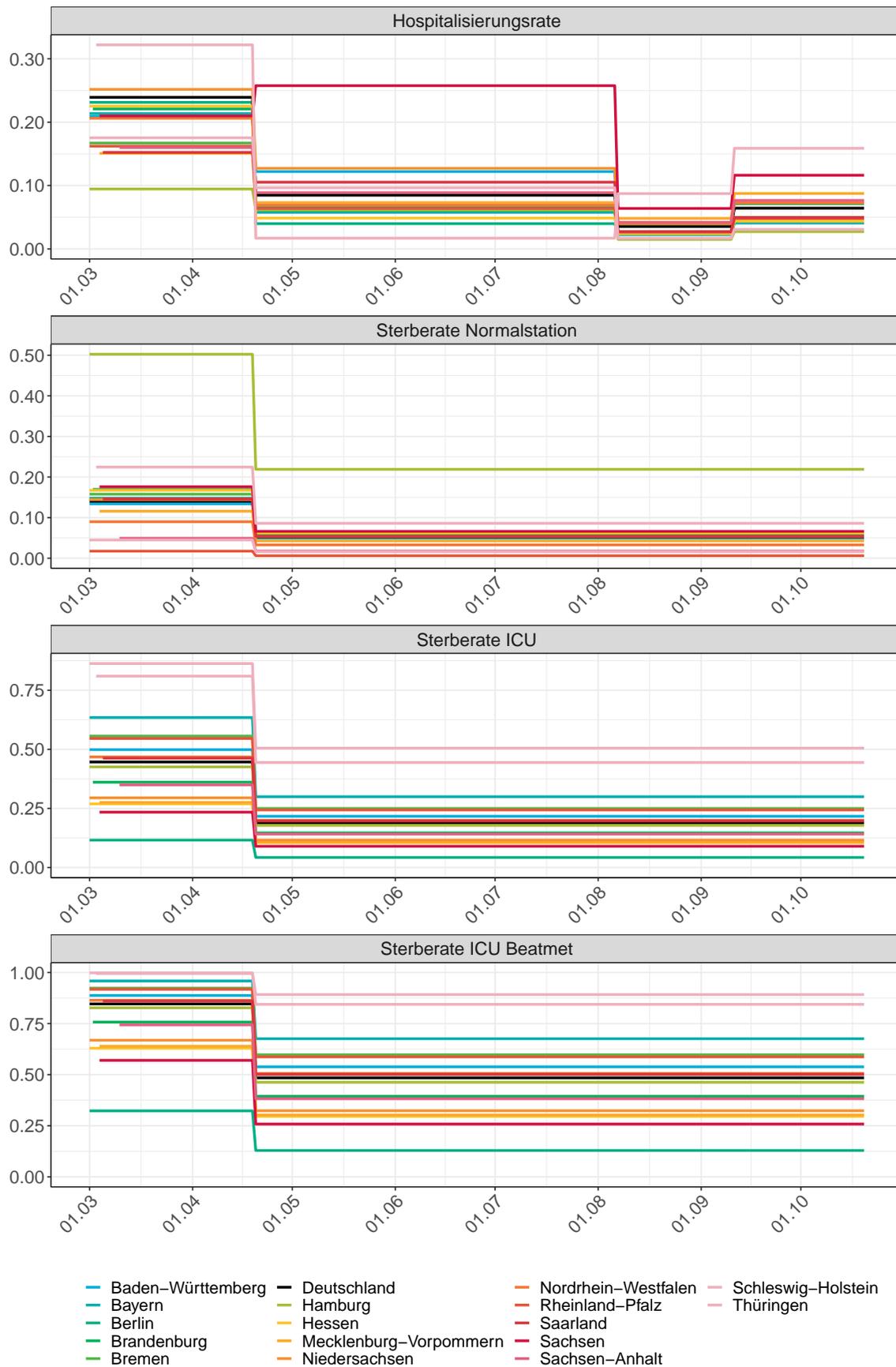


Abbildung 12: Raten über die Zeit

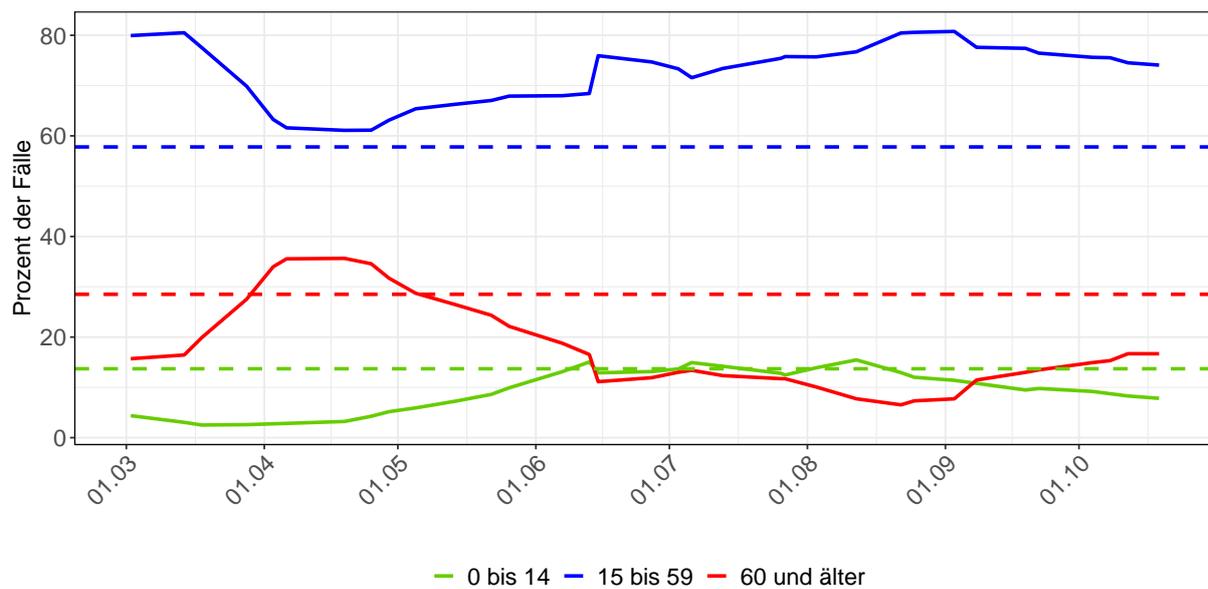


Abbildung 13: Alterverteilung der COVID-19 Fälle über die Zeit in Gesamtdeutschland. Durchgezogene Linie: Anteil der Fälle je Altersgruppe zusammengefasst je Woche. Gestrichelte Linie: Anteil der Altersgruppe an der Gesamtbevölkerung.

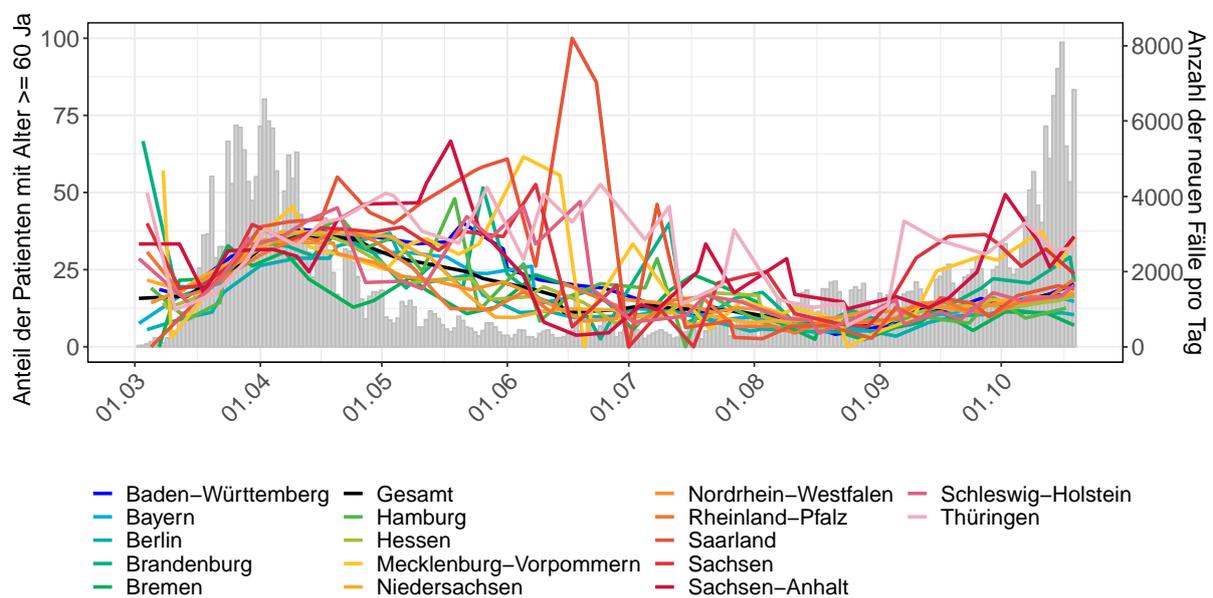


Abbildung 14: Anteil der Patienten mit Alter ≥ 60 Jahre über die Zeit in den Bundesländern und Gesamtdeutschland

2 Baden-Württemberg

2.1 Modellbeschreibung

Abb. 15 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Baden-Württemberg dar.

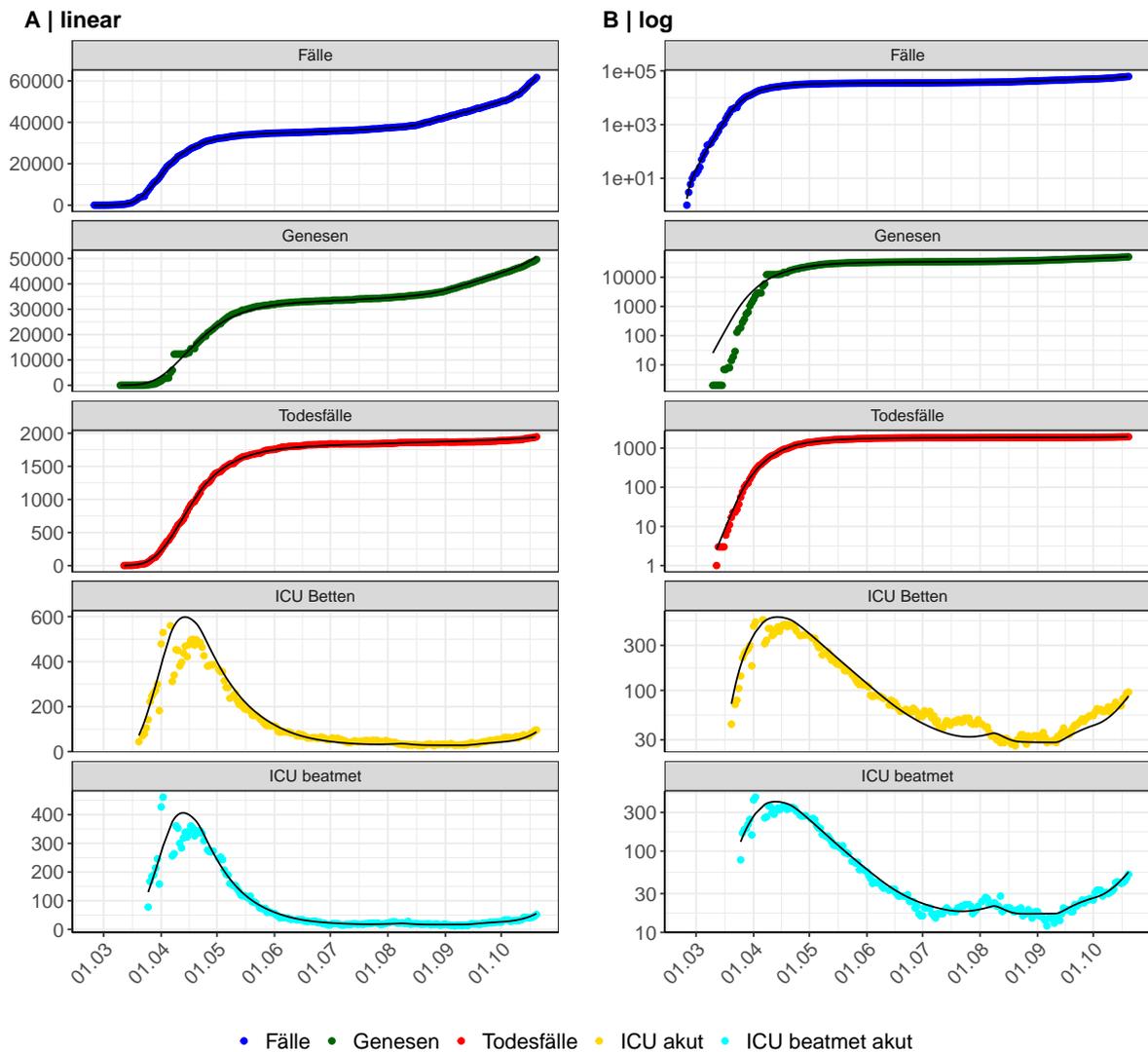


Abbildung 15: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Baden-Württemberg. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 16 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Baden-Württemberg. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

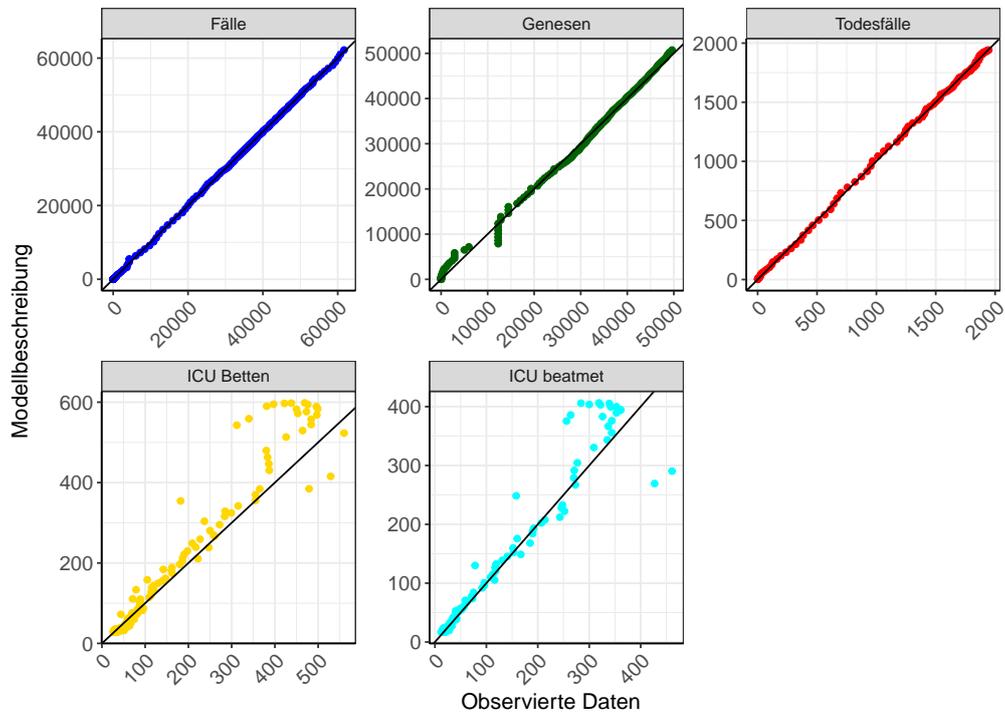


Abbildung 16: Goodness-of-Fit Plots für Baden-Württemberg. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 17 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Baden-Württemberg (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

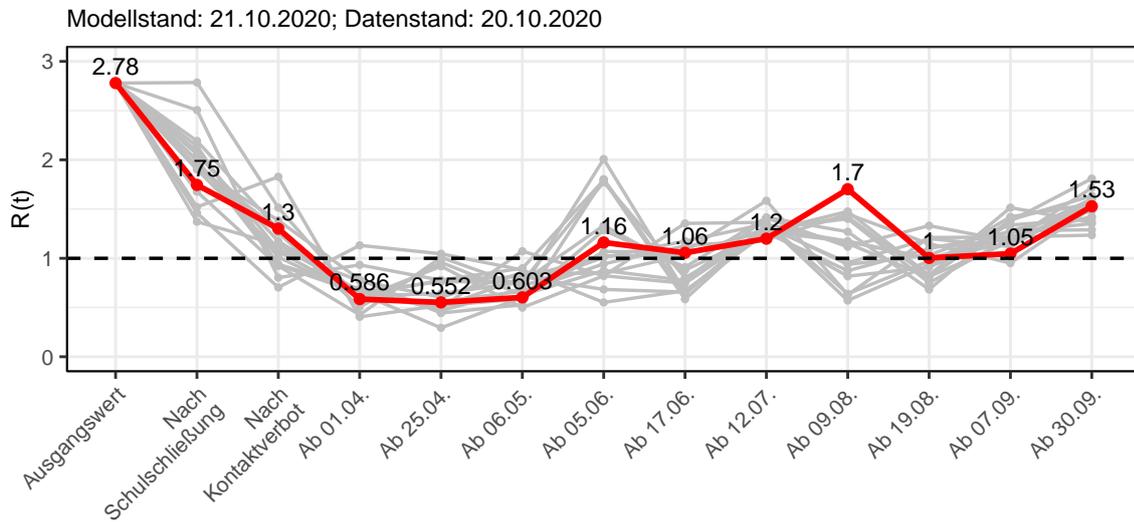


Abbildung 17: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Baden-Württemberg

Abb. 18 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Baden-Württemberg (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

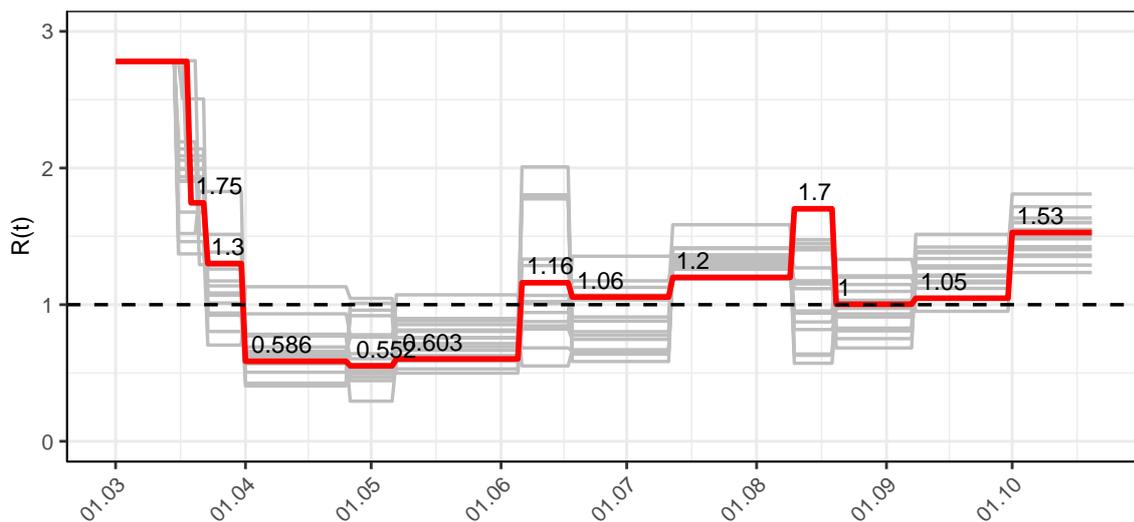


Abbildung 18: $R(t)$ Werte über die Zeit für Baden-Württemberg

Abb. 19 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Baden-Württemberg (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

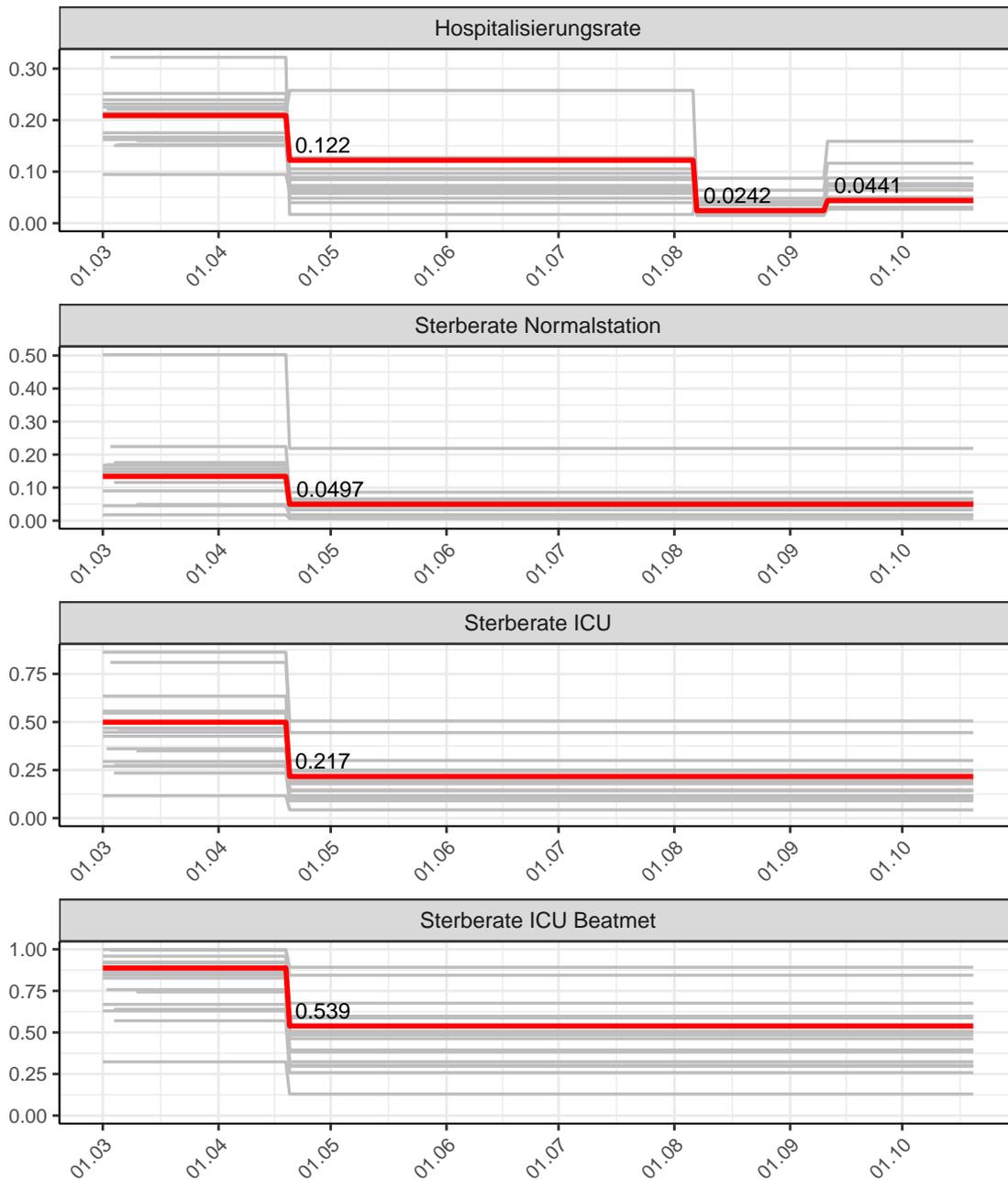


Abbildung 19: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Baden-Württemberg

2.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.53$)

Abb. 20 und 21 stellen auf einer linearen (20) und einer halblogarithmischen (21) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Baden-Württemberg dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

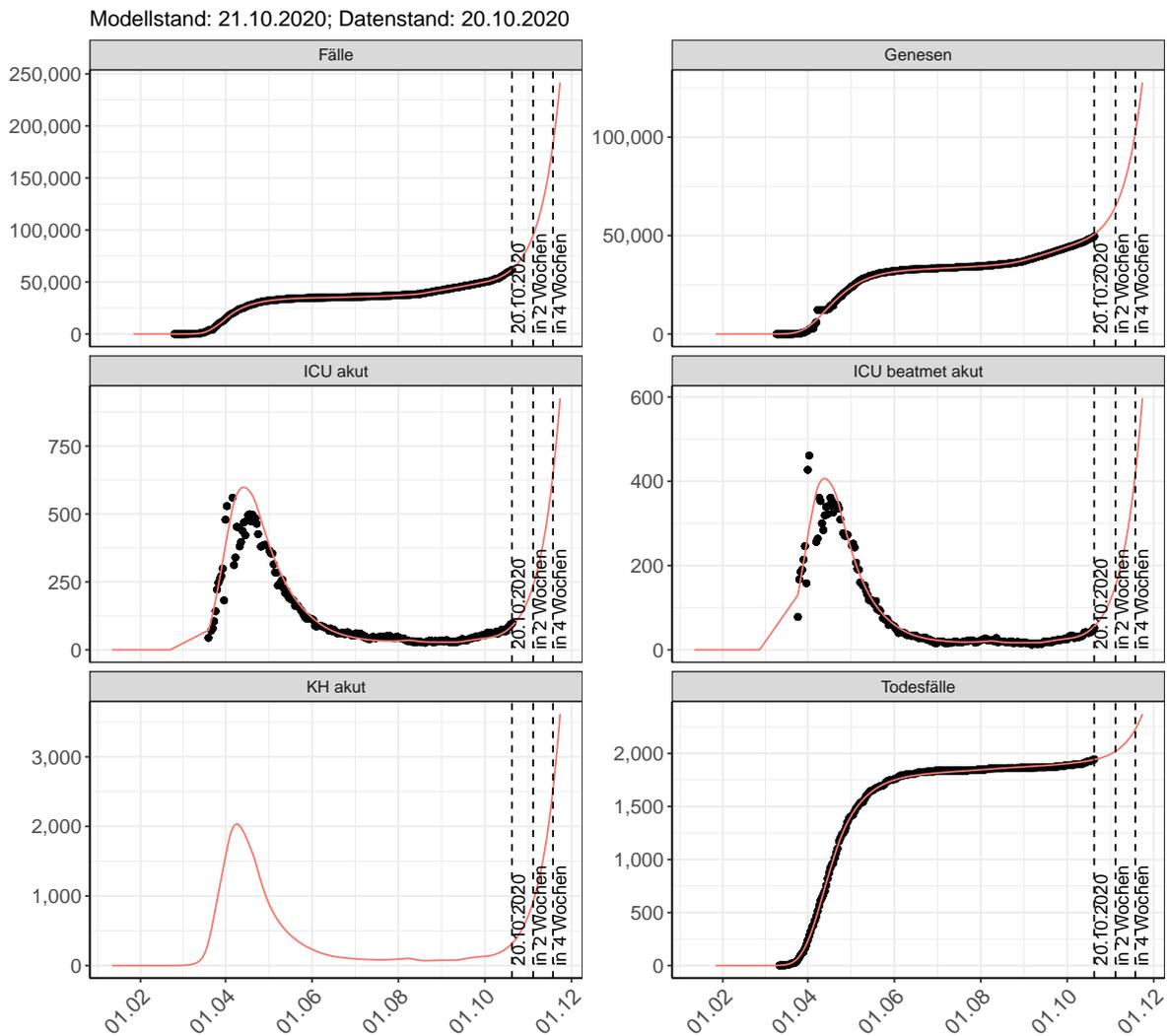


Abbildung 20: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Baden-Württemberg für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

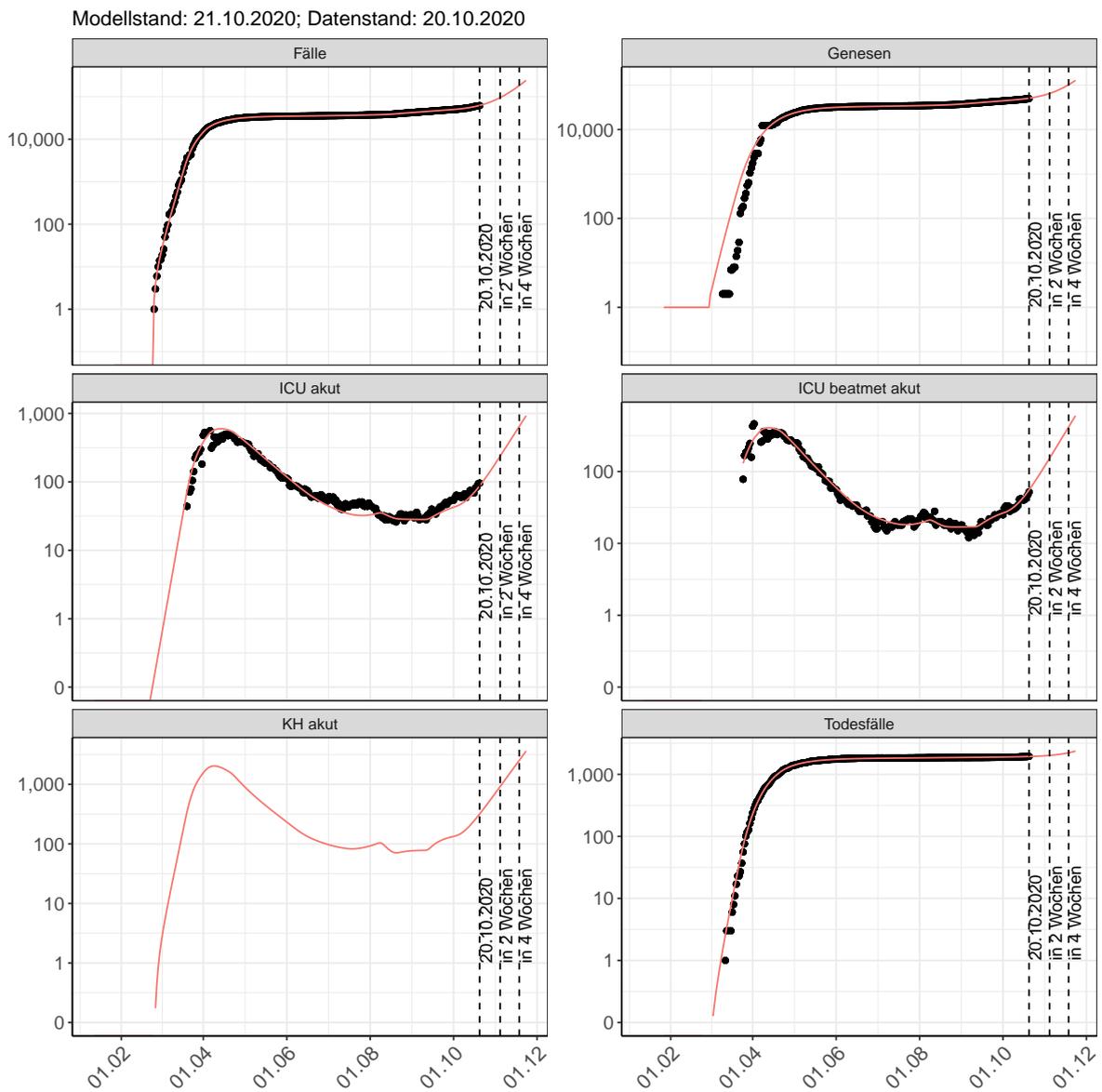


Abbildung 21: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Baden-Württemberg für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 22 und 23 stellen auf einer linearen (22) und einer halblogarithmischen (23) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Baden-Württemberg dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

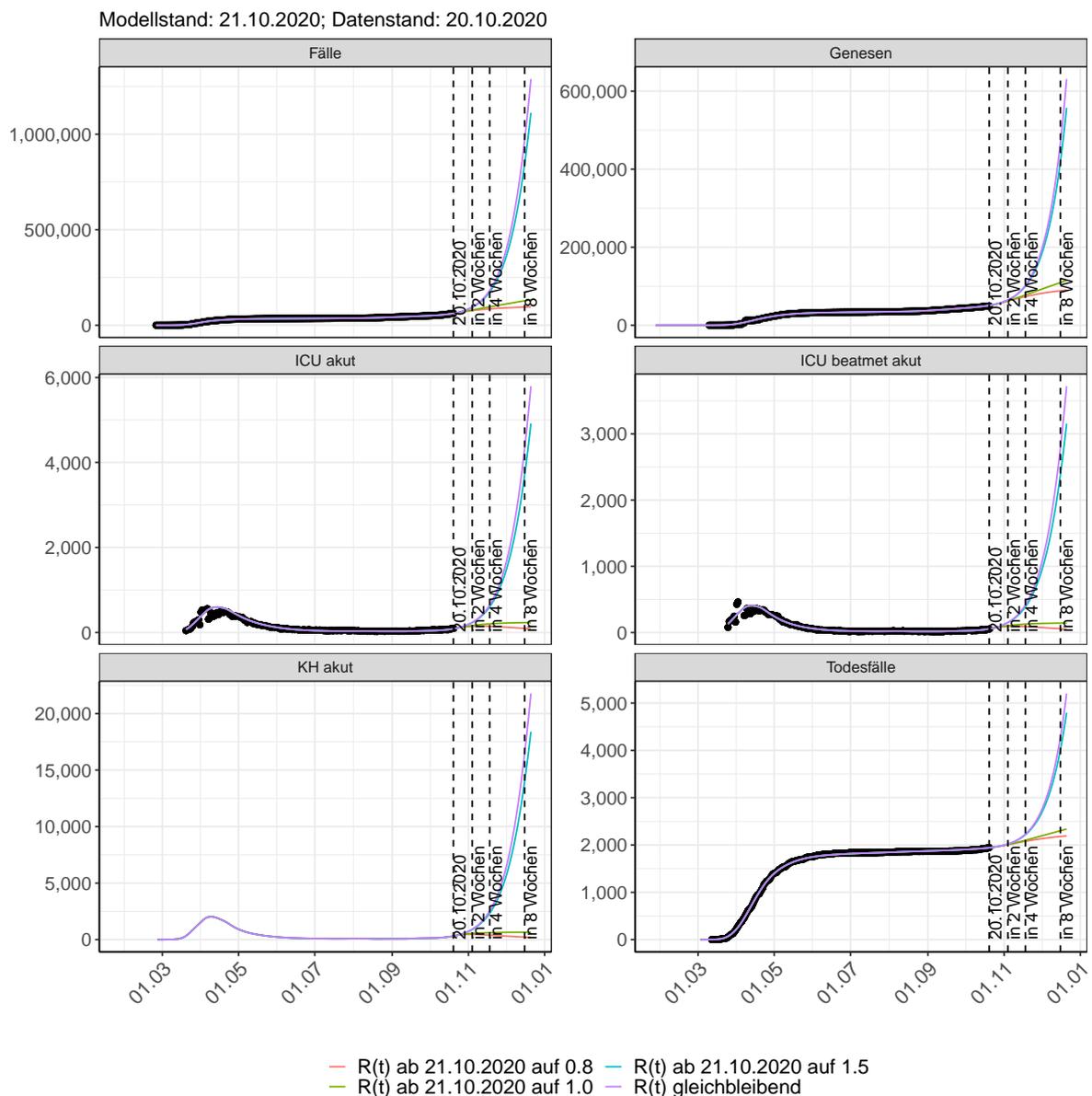


Abbildung 22: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Baden-Württemberg unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

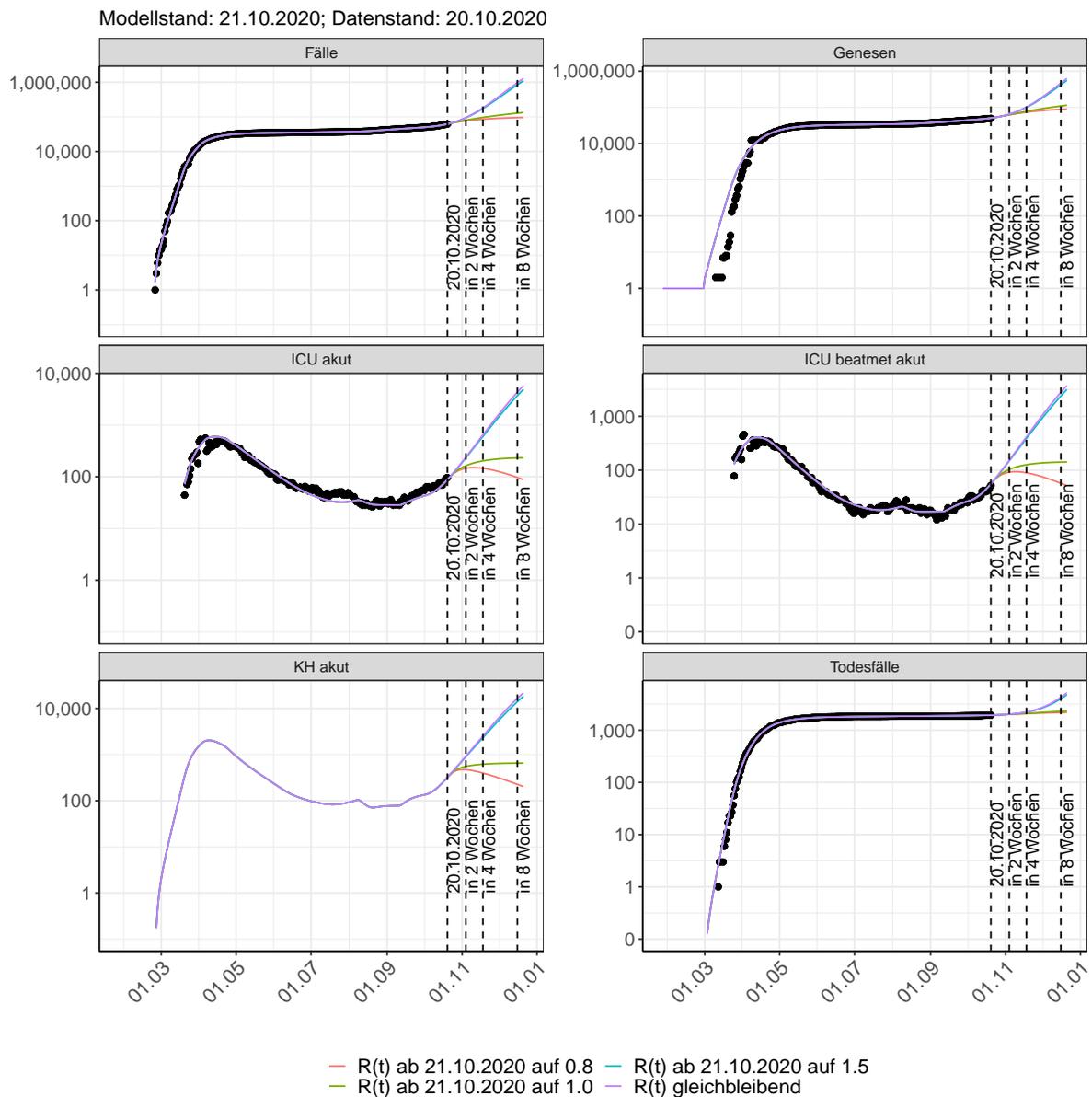


Abbildung 23: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Baden-Württemberg unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 24 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

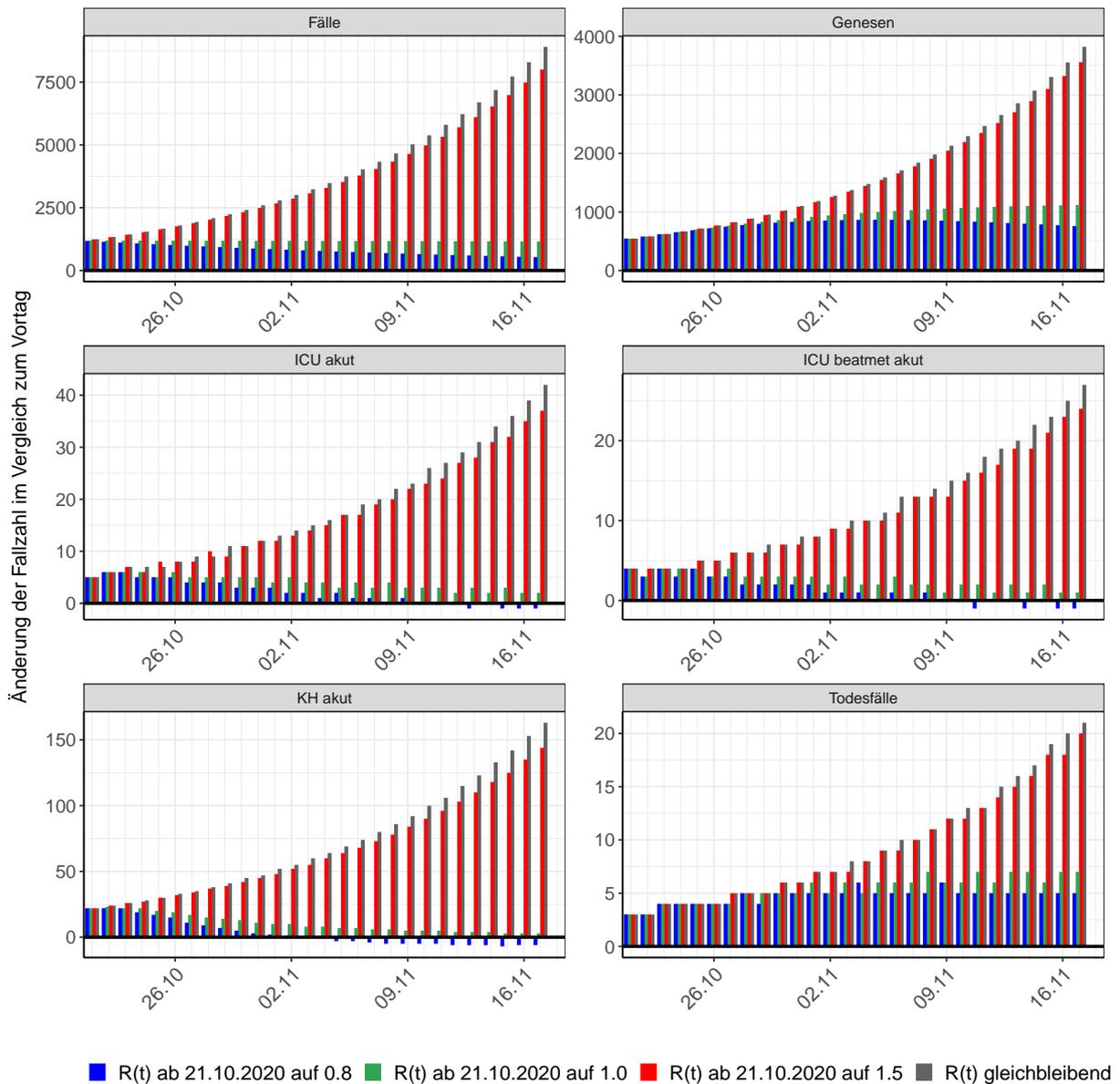


Abbildung 24: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Baden-Württemberg

3 Bayern

3.1 Modellbeschreibung

Abb. 25 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Bayern dar.

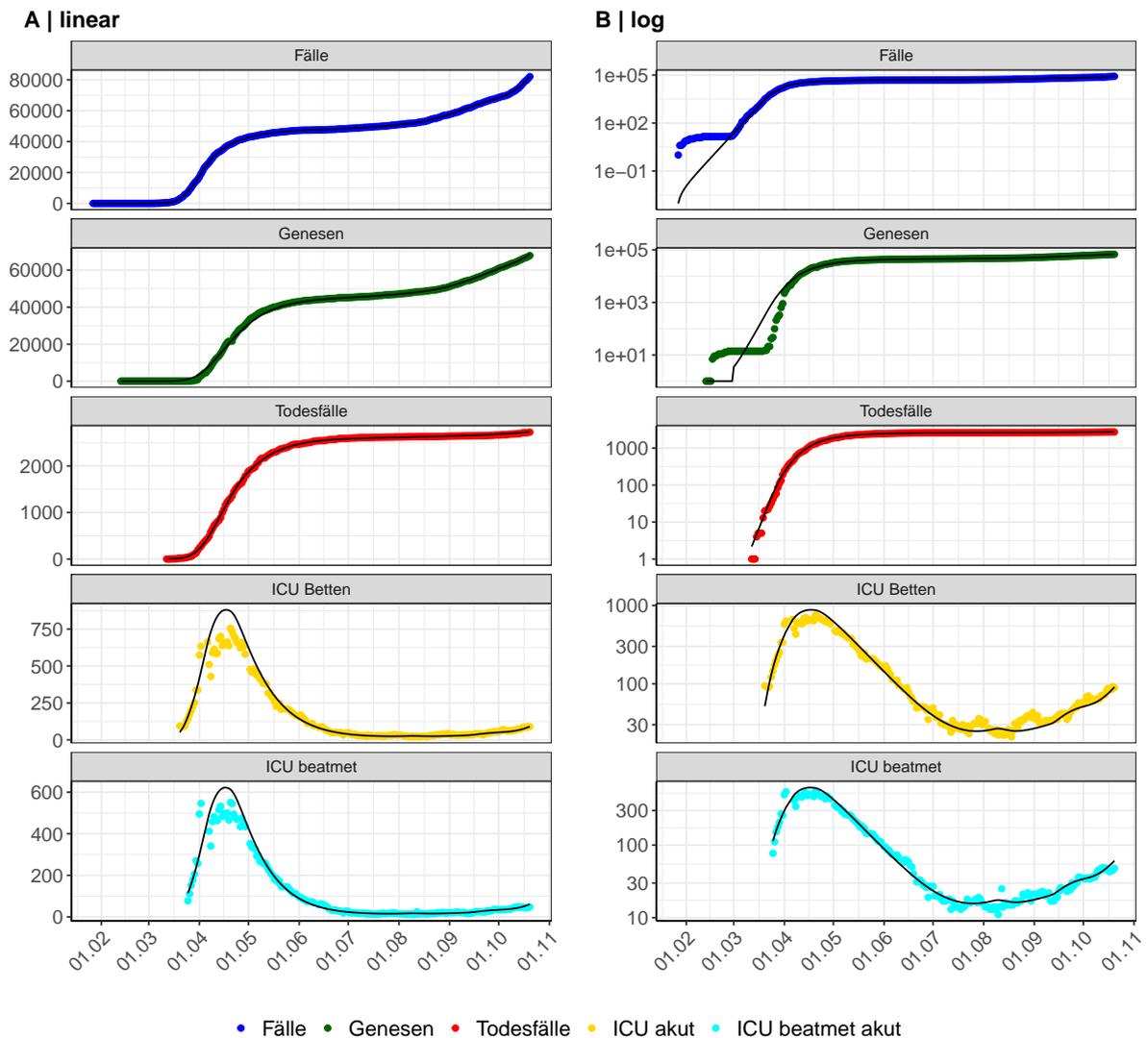


Abbildung 25: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Bayern. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 26 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Bayern. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

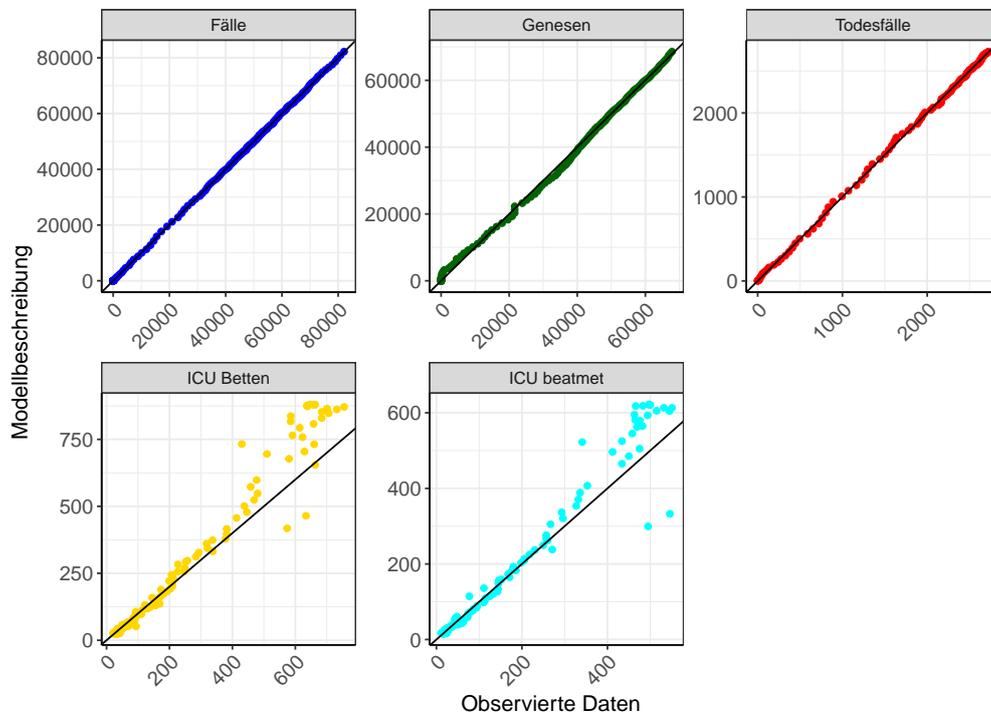


Abbildung 26: Goodness-of-Fit Plots für Bayern. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 27 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Bayern (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

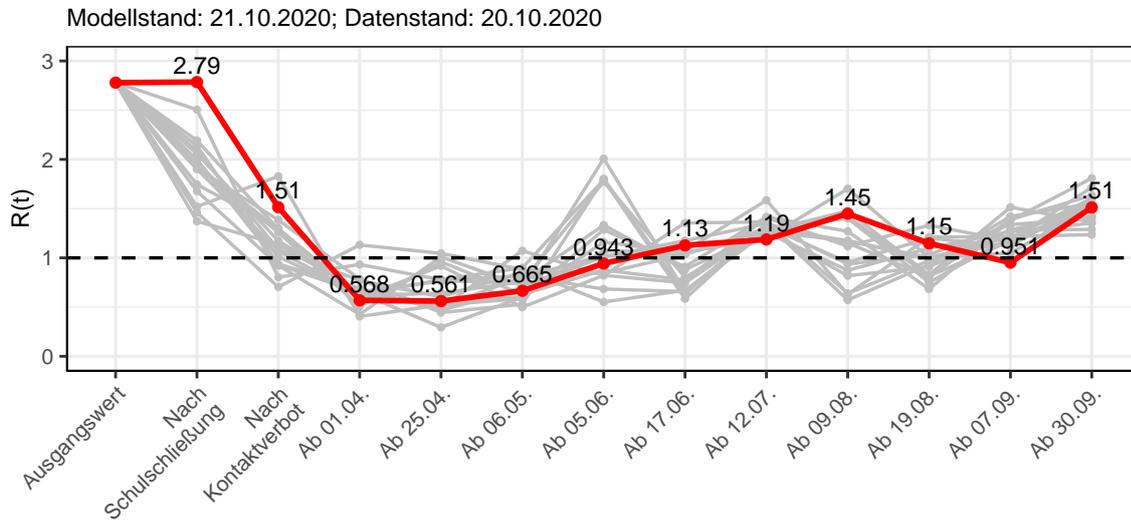


Abbildung 27: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Bayern

Abb. 28 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Bayern (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

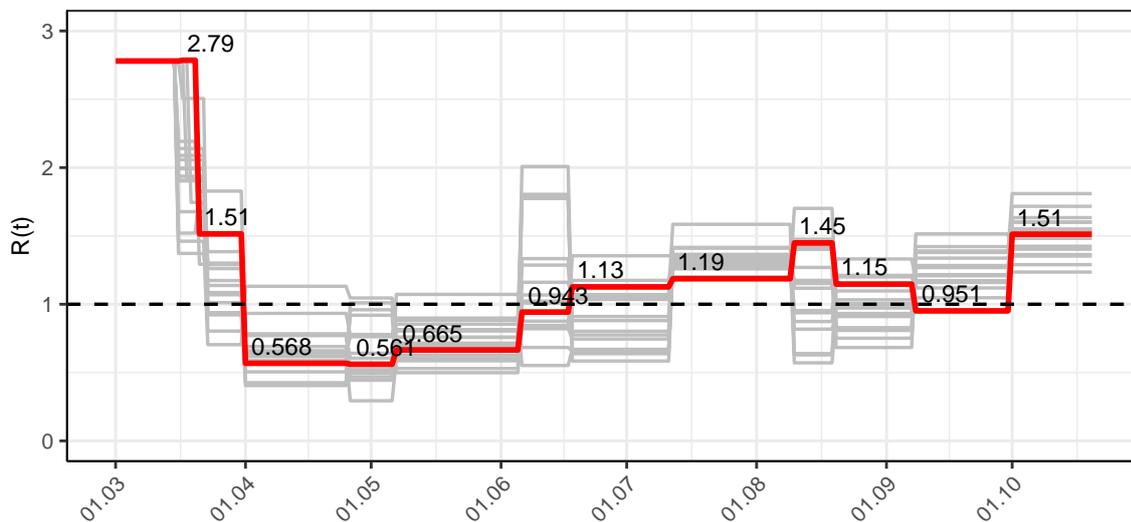


Abbildung 28: $R(t)$ Werte über die Zeit für Bayern

Abb. 29 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Bayern (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

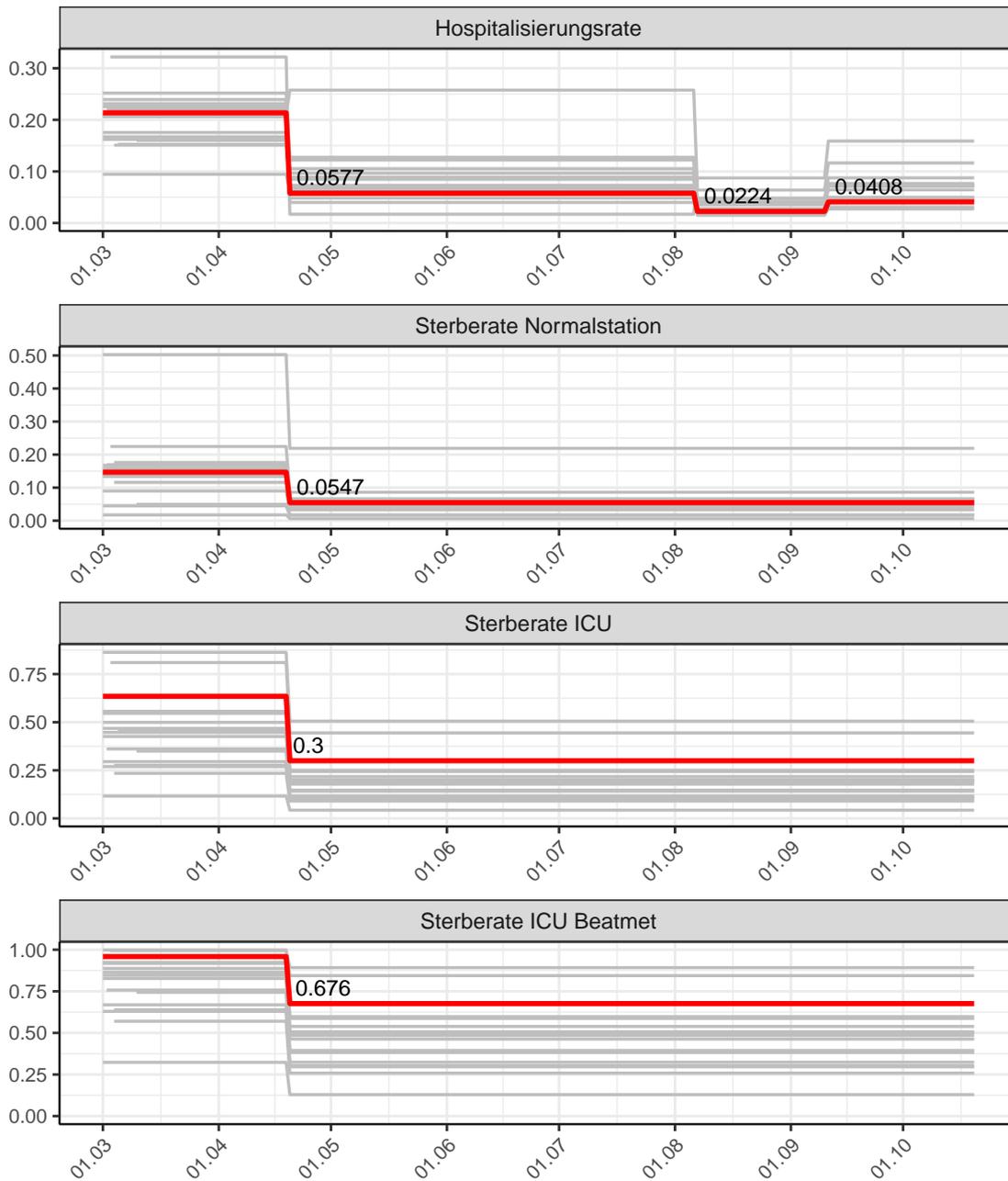


Abbildung 29: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Bayern

3.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.51$)

Abb. 30 und 31 stellen auf einer linearen (30) und einer halblogarithmischen (31) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Bayern dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

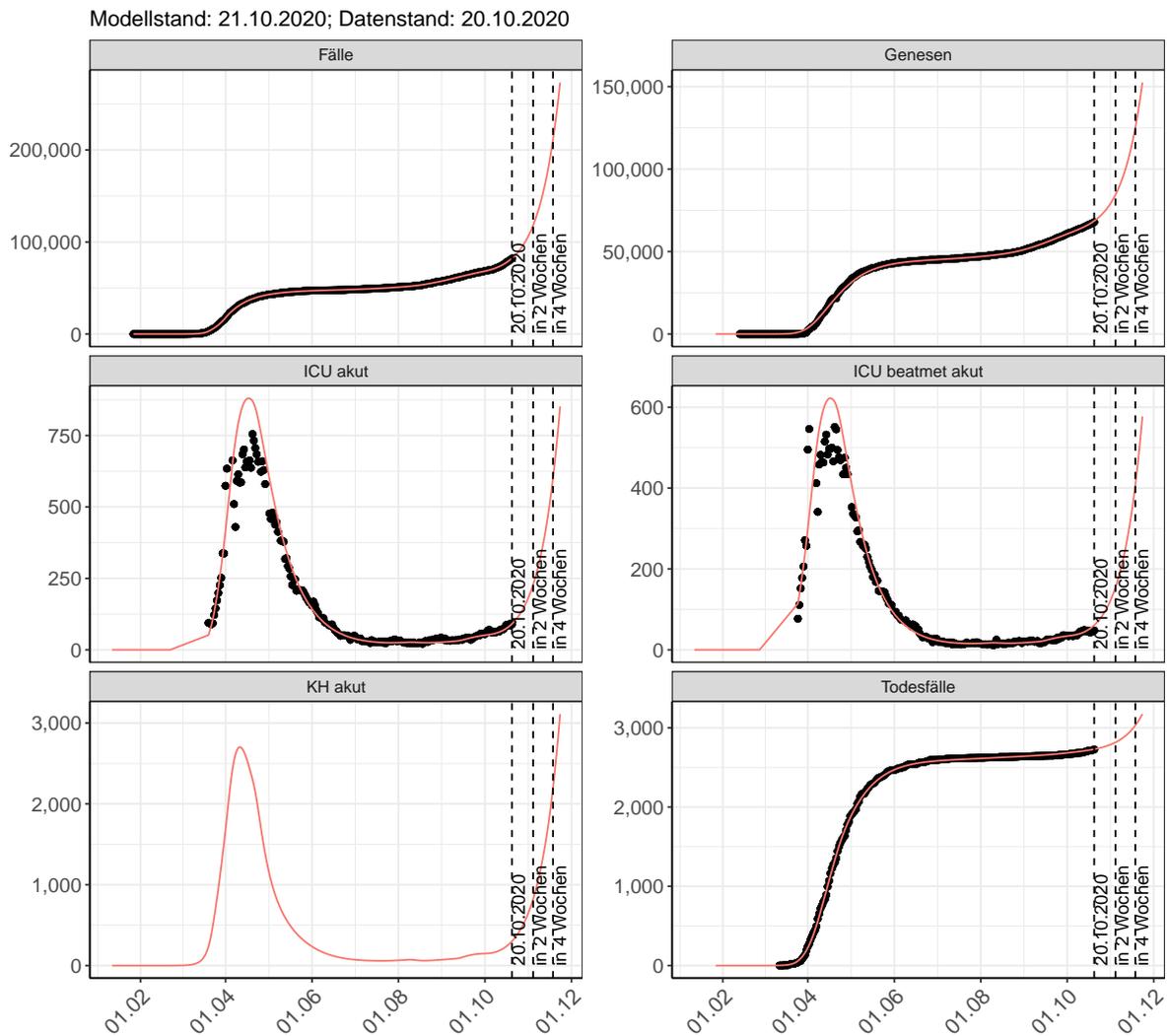


Abbildung 30: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Bayern für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

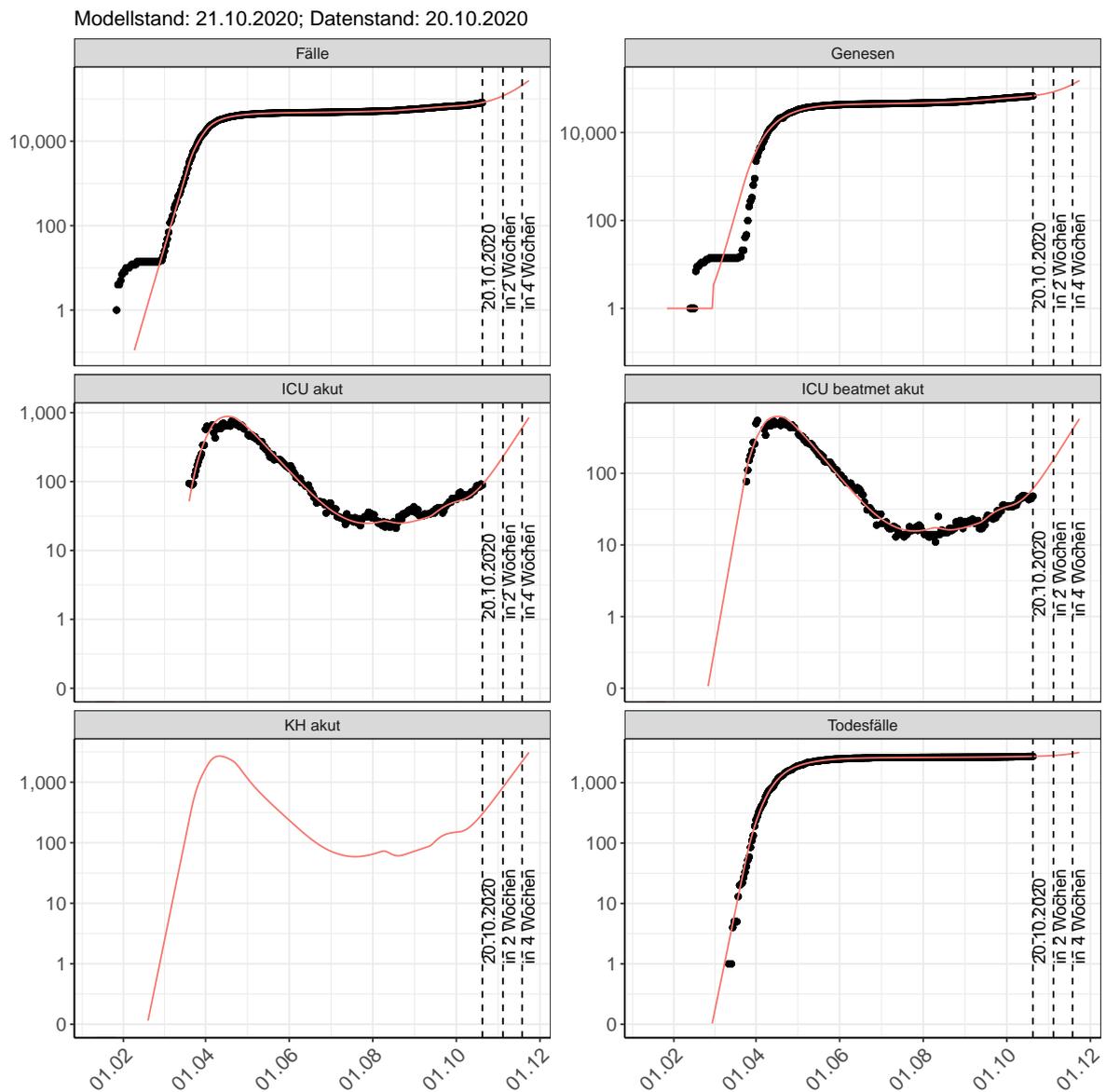


Abbildung 31: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Bayern für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 32 und 33 stellen auf einer linearen (32) und einer halblogarithmischen (33) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Bayern dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

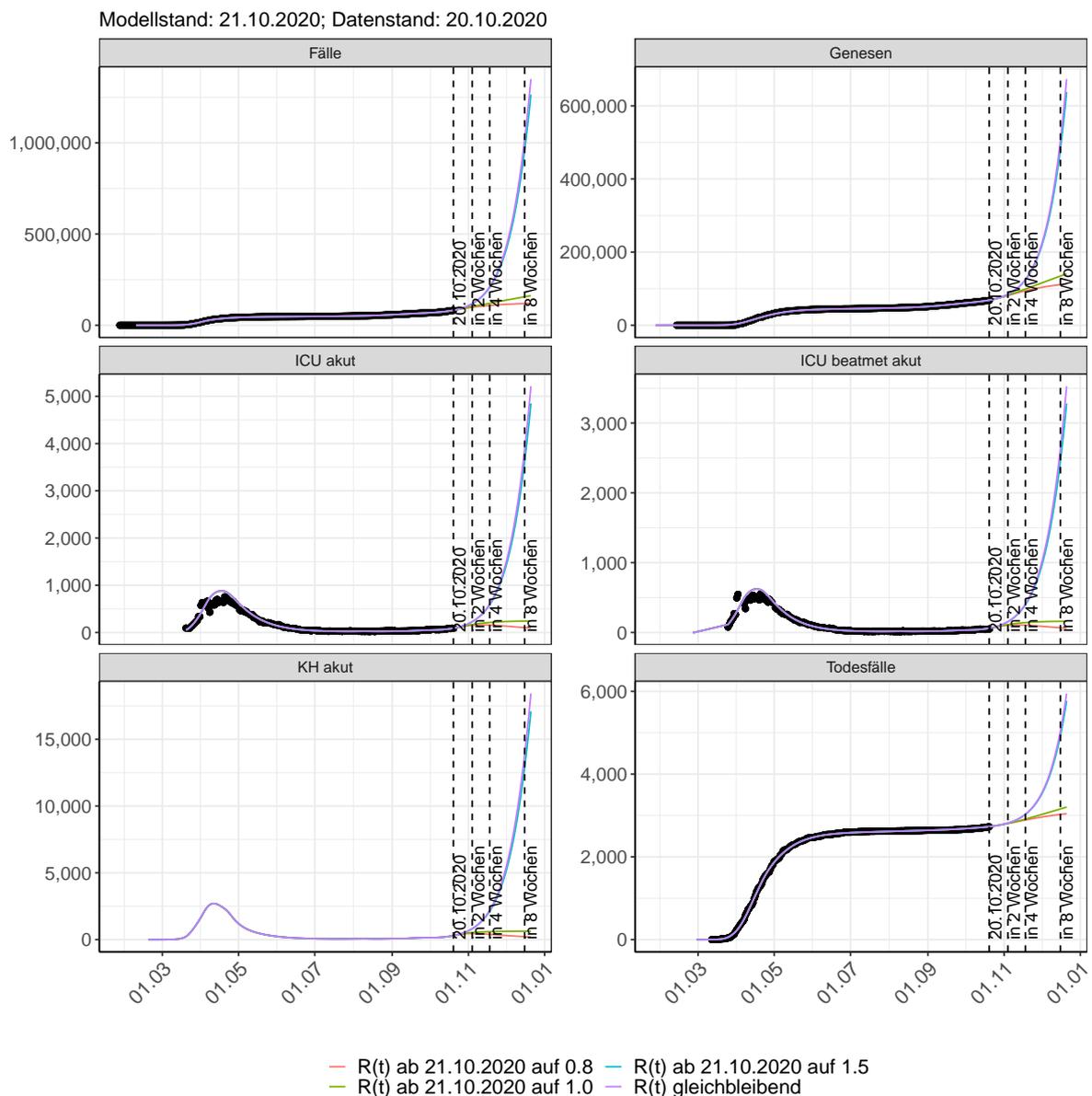


Abbildung 32: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Bayern unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

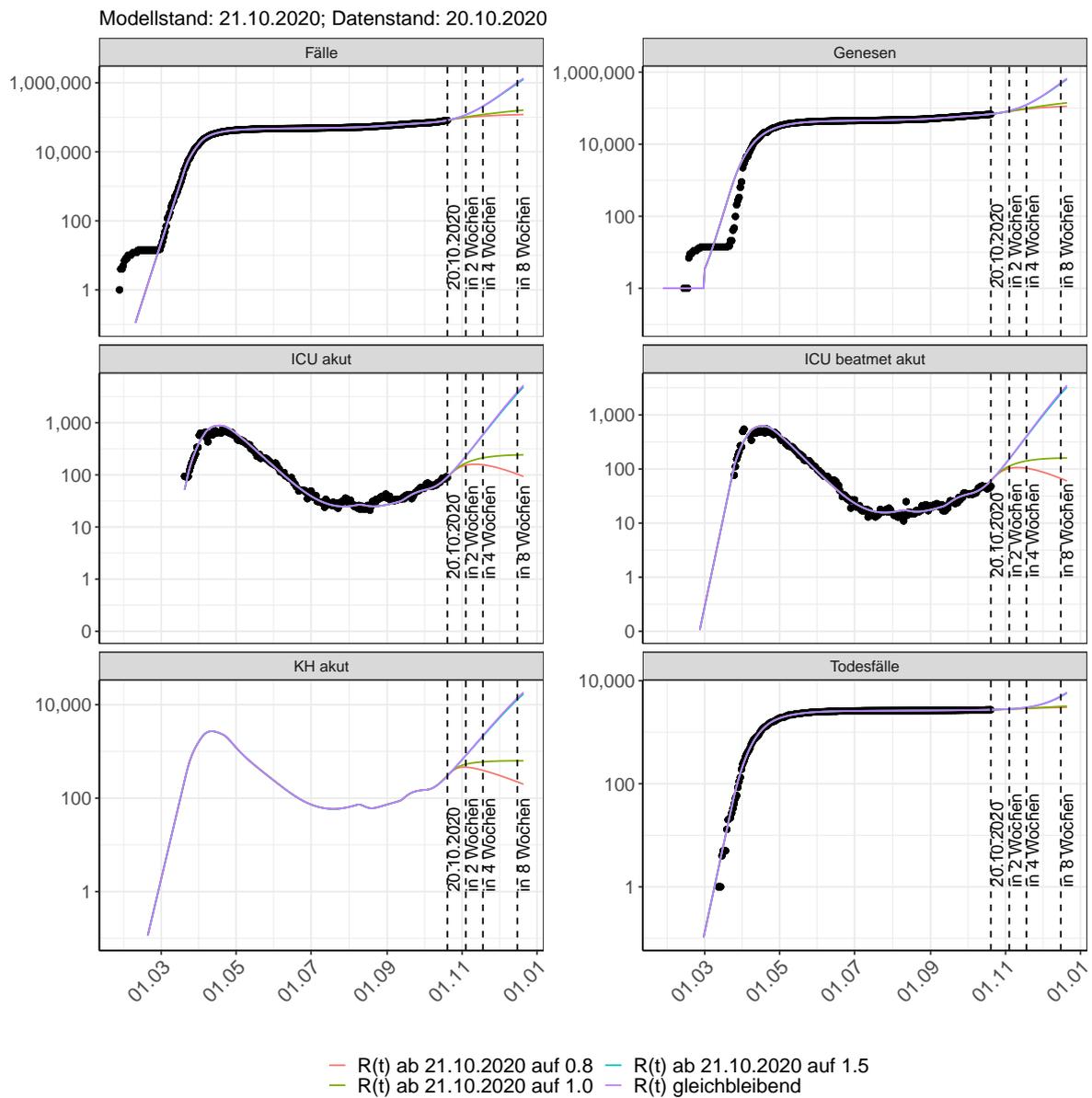


Abbildung 33: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Bayern unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 34 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

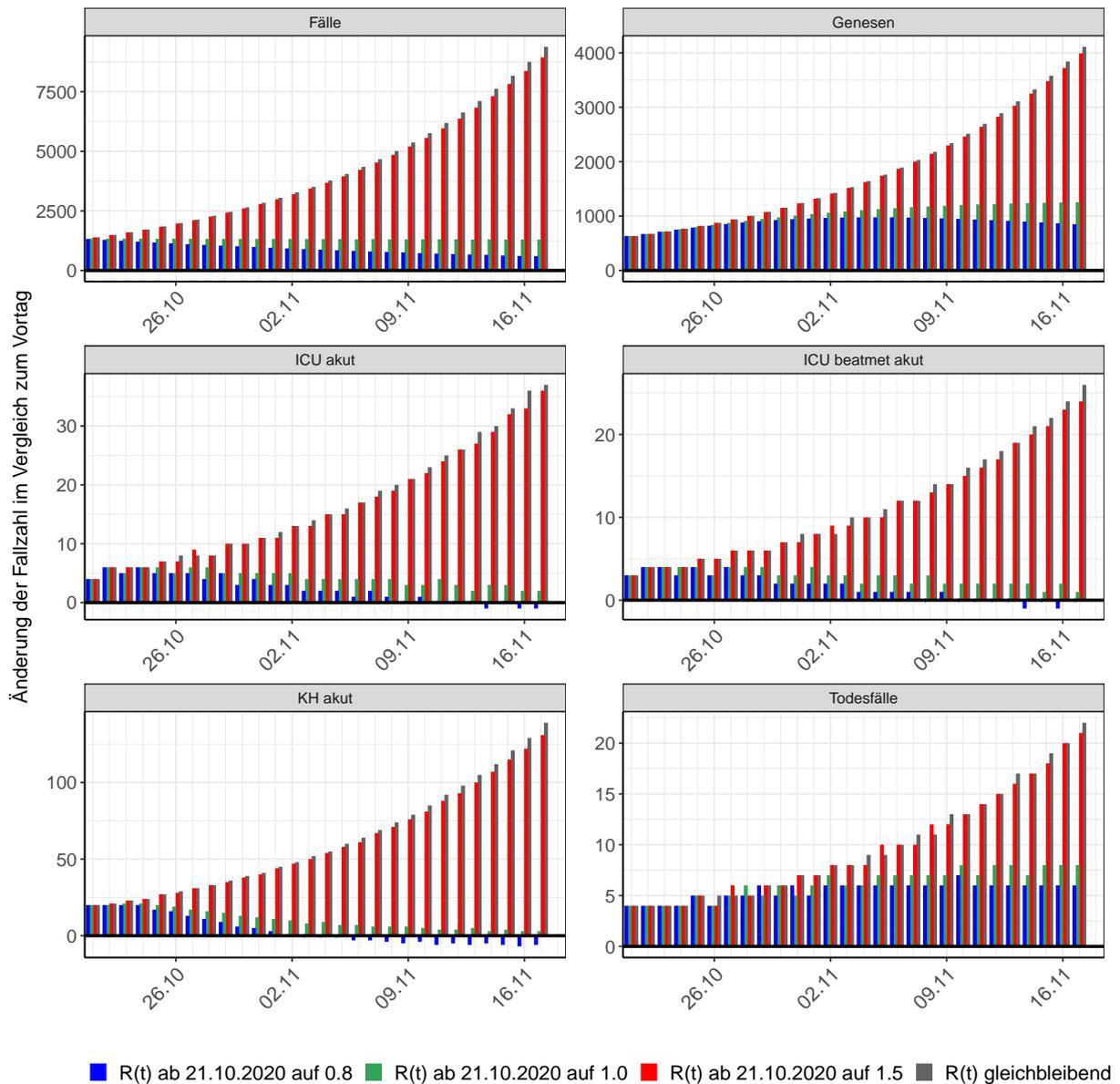


Abbildung 34: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Bayern

4 Berlin

4.1 Modellbeschreibung

Abb. 35 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Berlin dar.

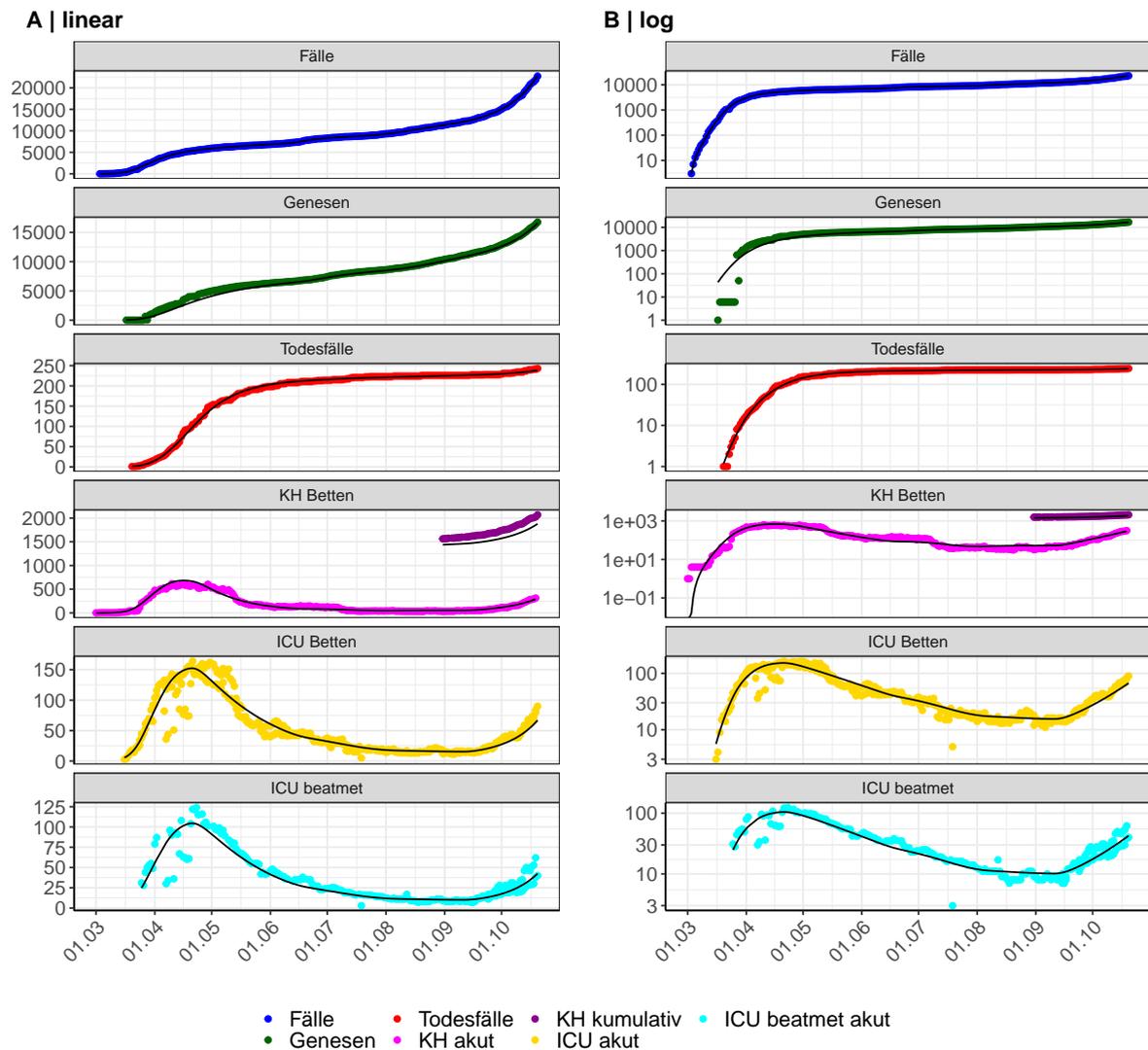


Abbildung 35: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Berlin. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 36 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Berlin. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

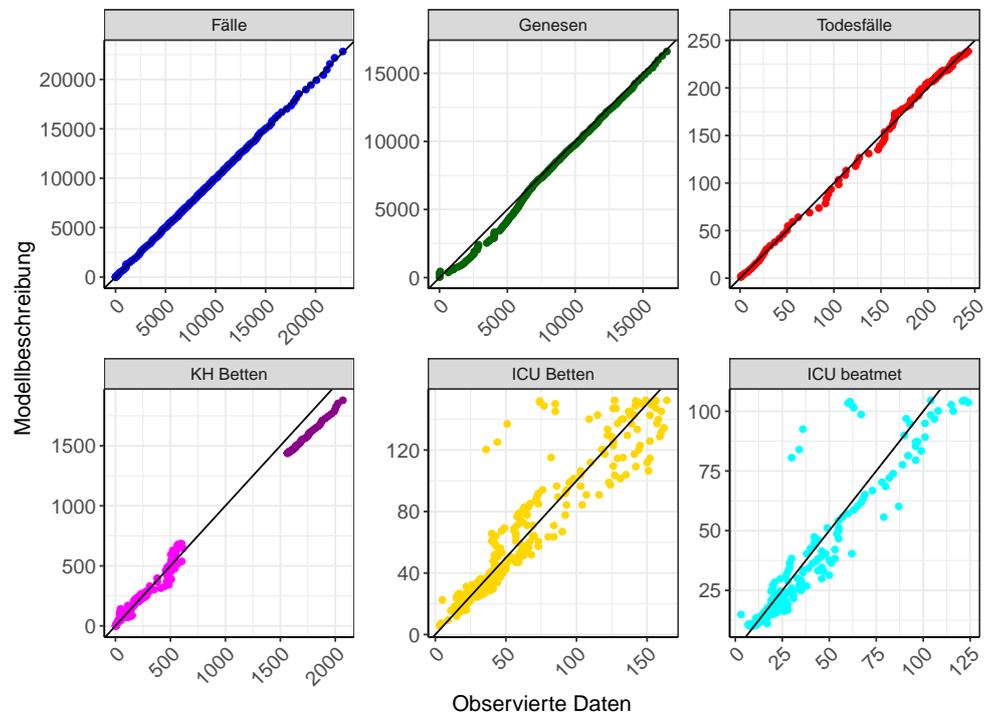


Abbildung 36: Goodness-of-Fit Plots für Berlin. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 37 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Berlin (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

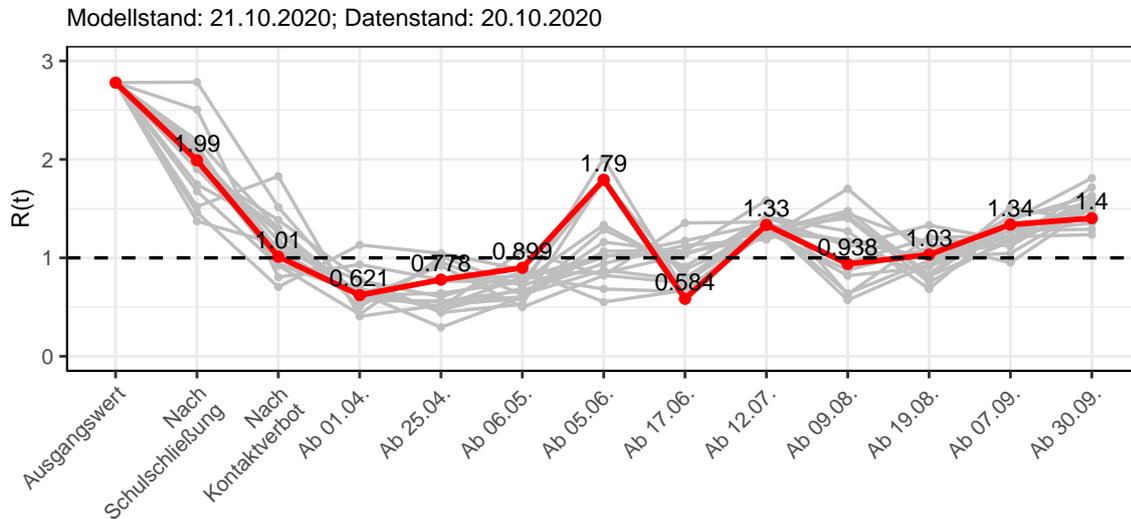


Abbildung 37: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Berlin

Abb. 38 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Berlin (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

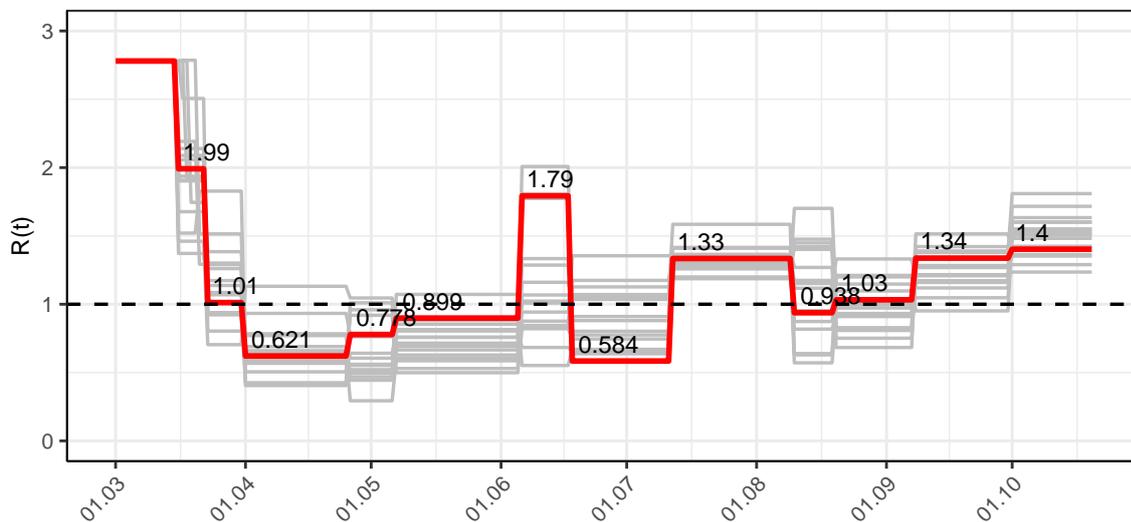


Abbildung 38: $R(t)$ Werte über die Zeit für Berlin

Abb. 39 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Berlin (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

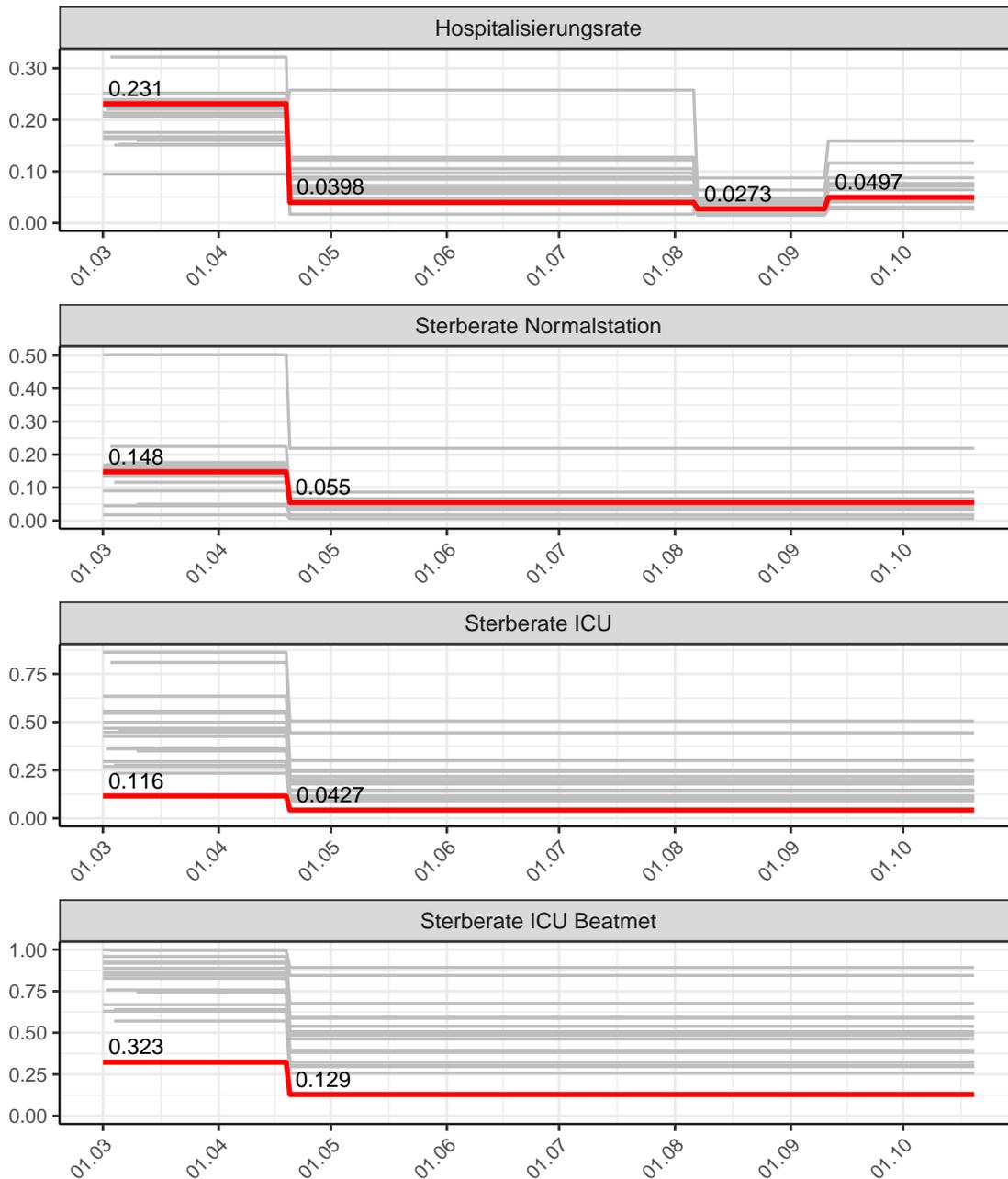


Abbildung 39: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Berlin

4.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.4$)

Abb. 40 und 41 stellen auf einer linearen (40) und einer halblogarithmischen (41) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Berlin dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

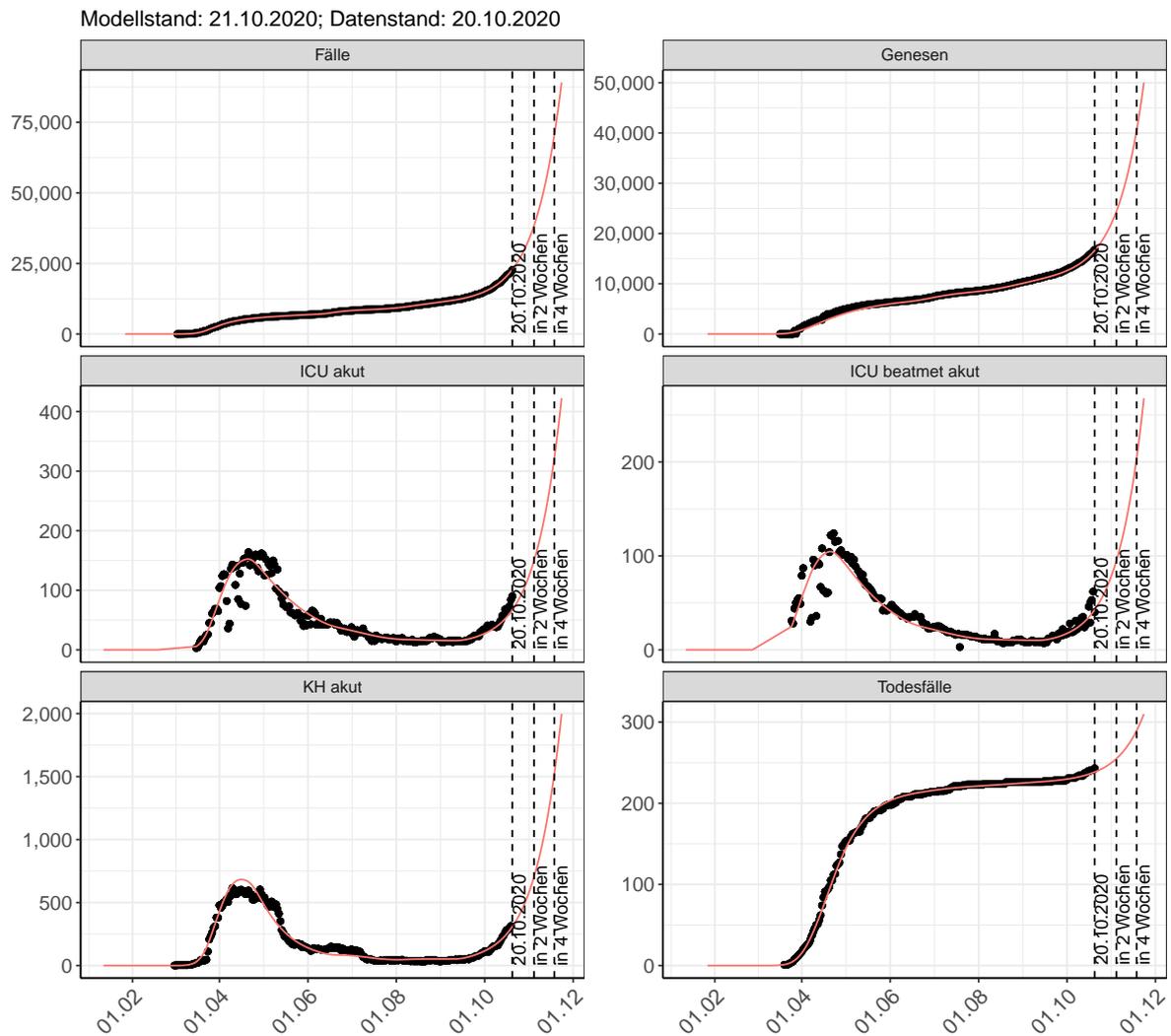


Abbildung 40: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Berlin für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

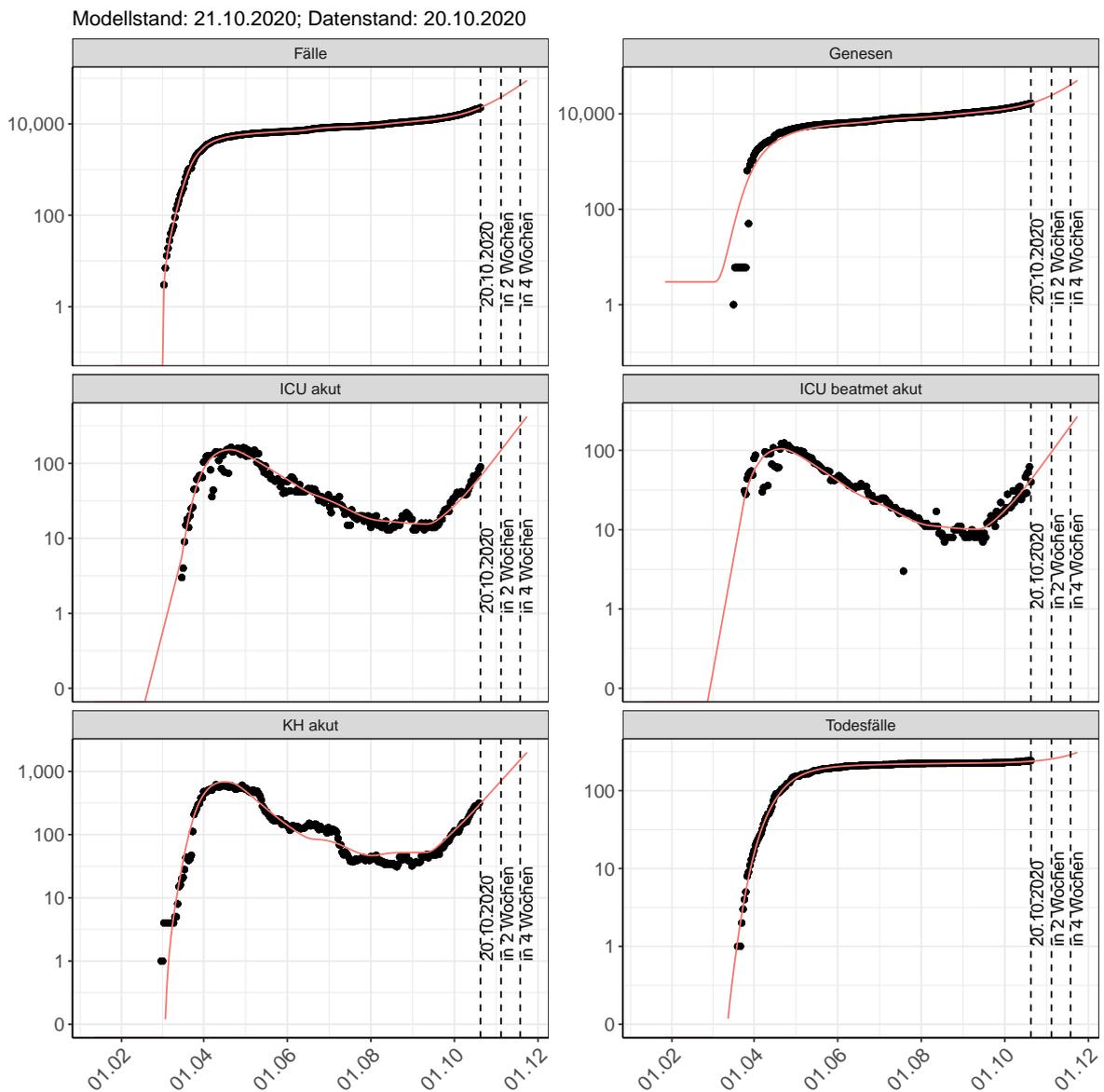


Abbildung 41: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Berlin für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 42 und 43 stellen auf einer linearen (42) und einer halblogarithmischen (43) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Berlin dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

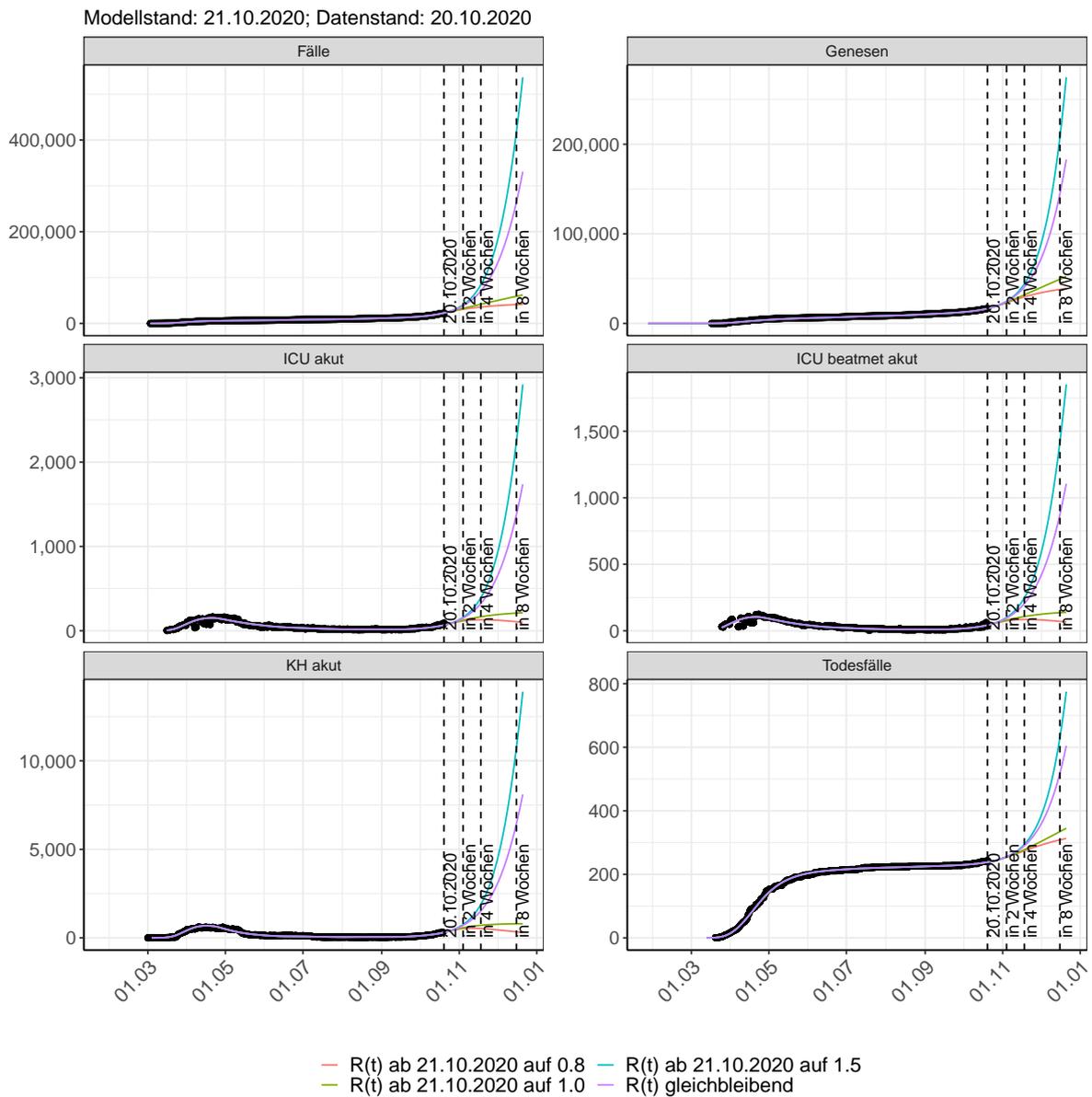


Abbildung 42: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Berlin unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

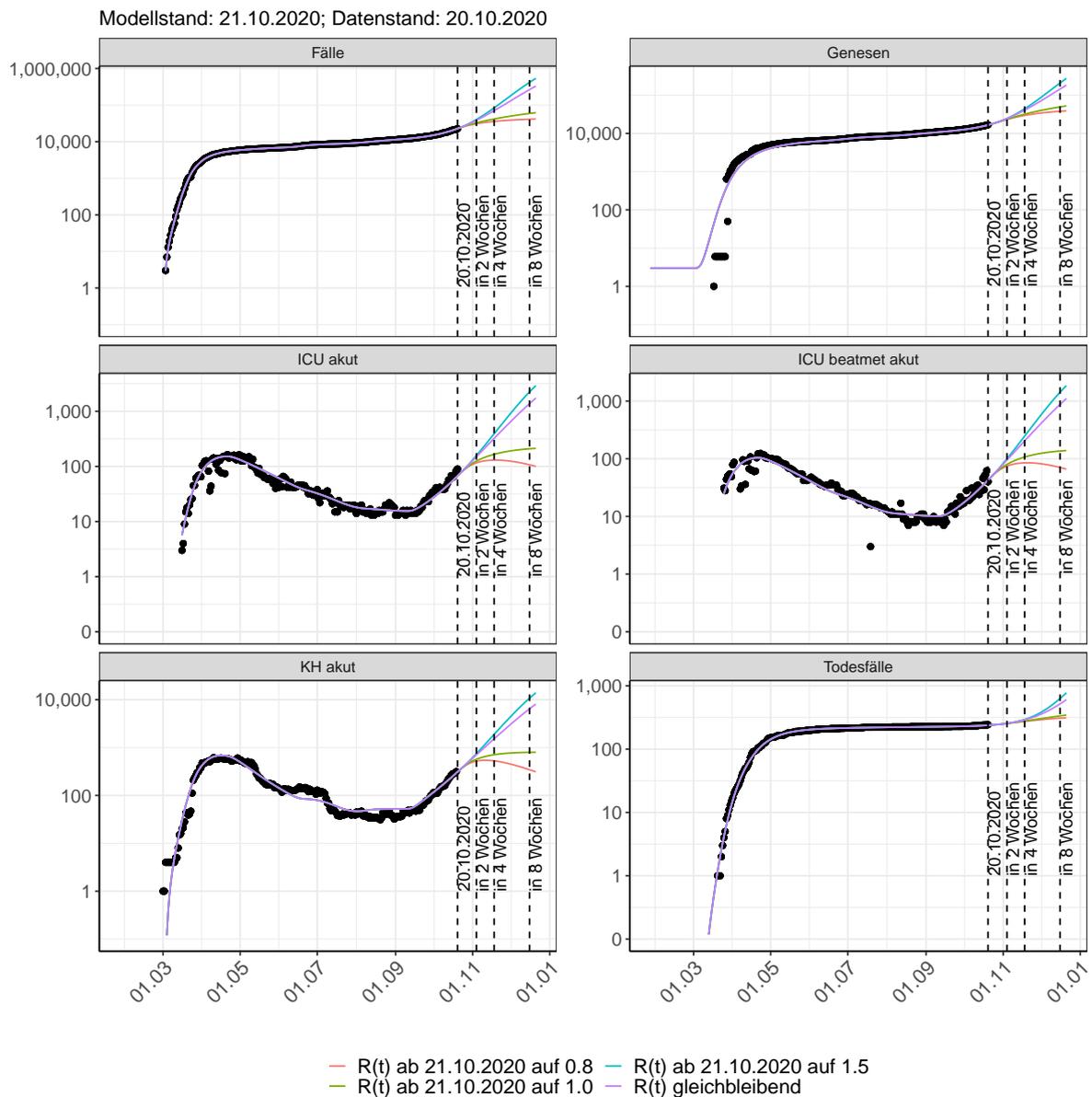


Abbildung 43: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Berlin unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 44 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

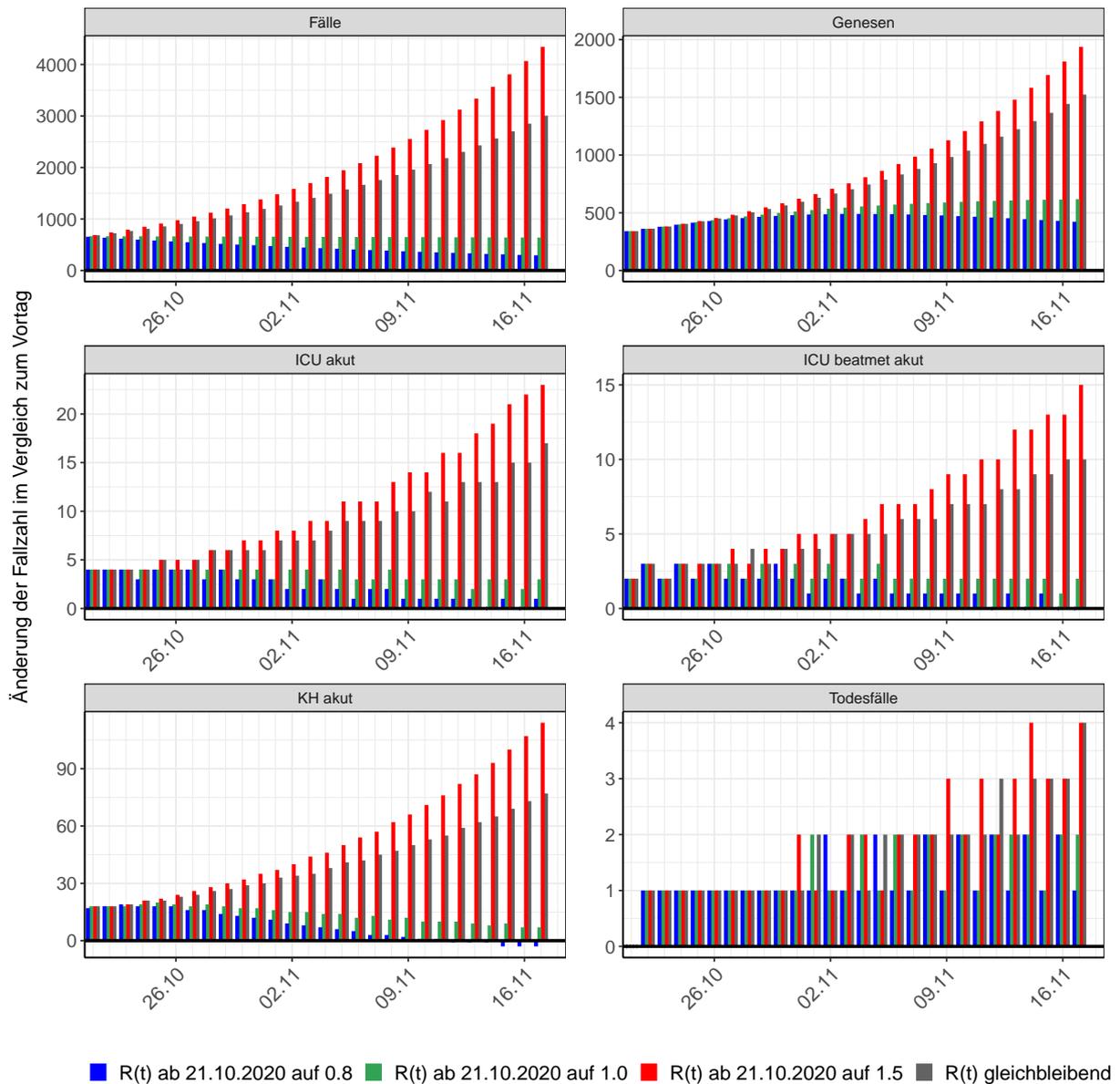


Abbildung 44: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Berlin

5 Brandenburg

5.1 Modellbeschreibung

Abb. 45 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Brandenburg dar.

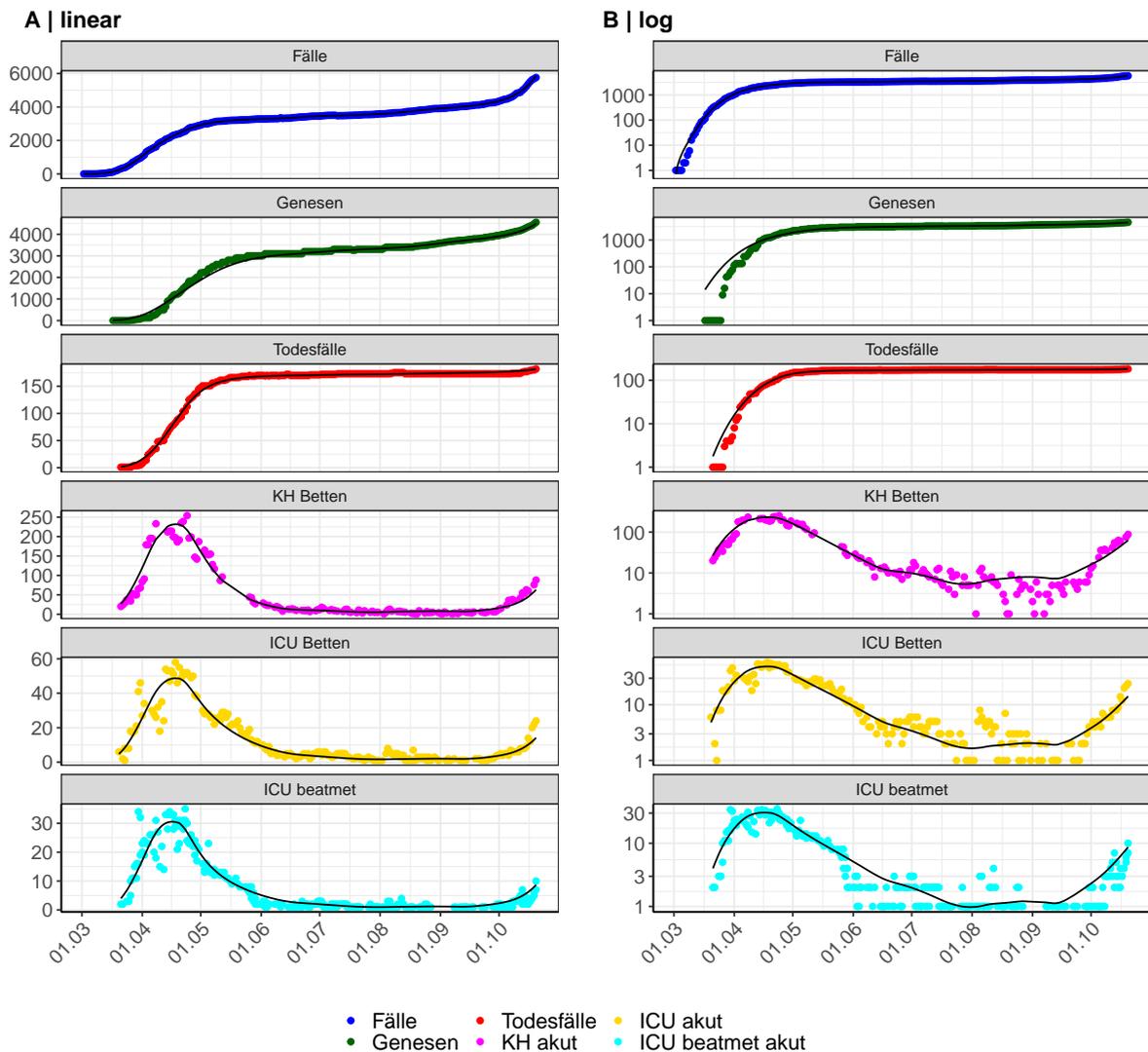


Abbildung 45: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Brandenburg. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 46 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Brandenburg. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

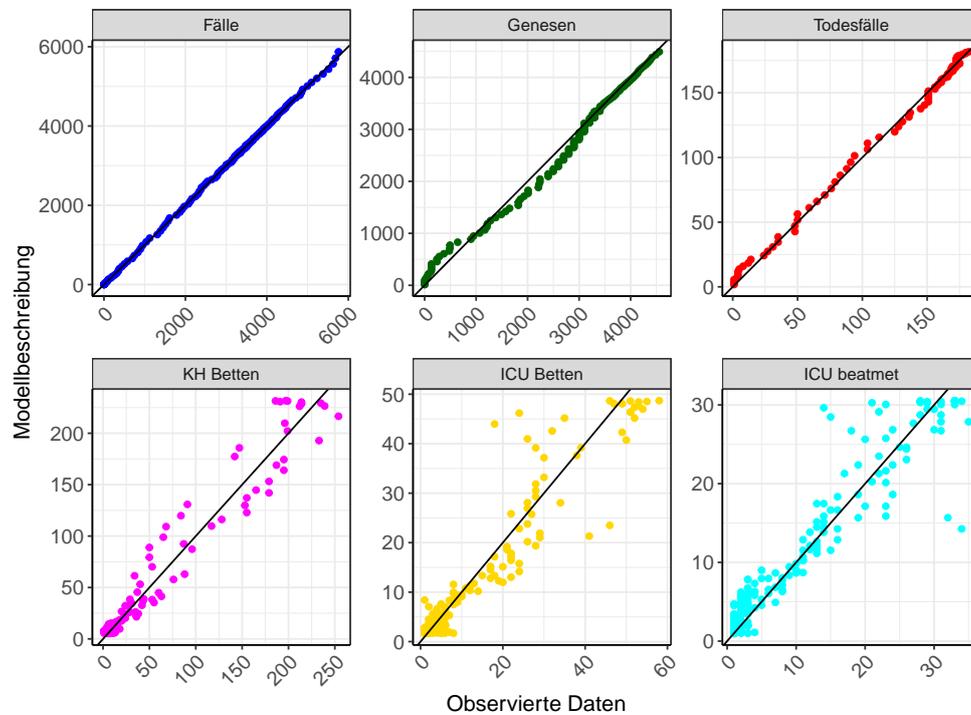


Abbildung 46: Goodness-of-Fit Plots für Brandenburg. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 47 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Brandenburg (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

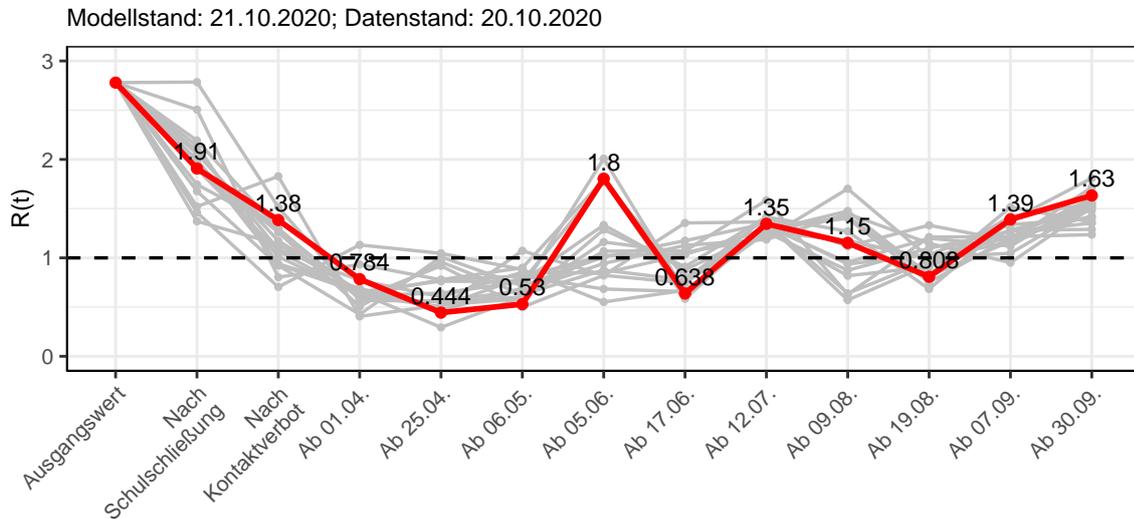


Abbildung 47: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Brandenburg

Abb. 48 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Brandenburg (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

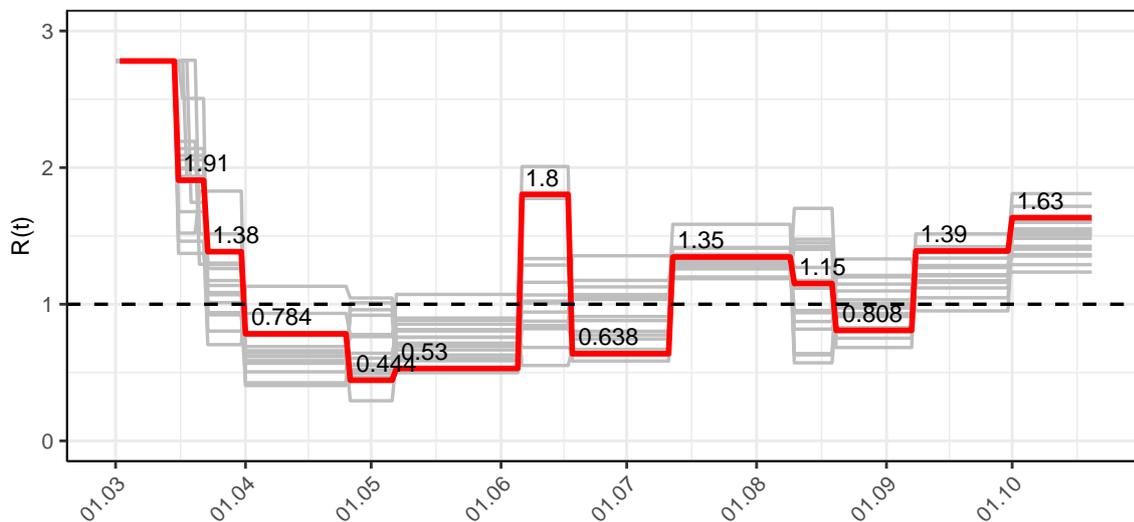


Abbildung 48: $R(t)$ Werte über die Zeit für Brandenburg

Abb. 49 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Brandenburg (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

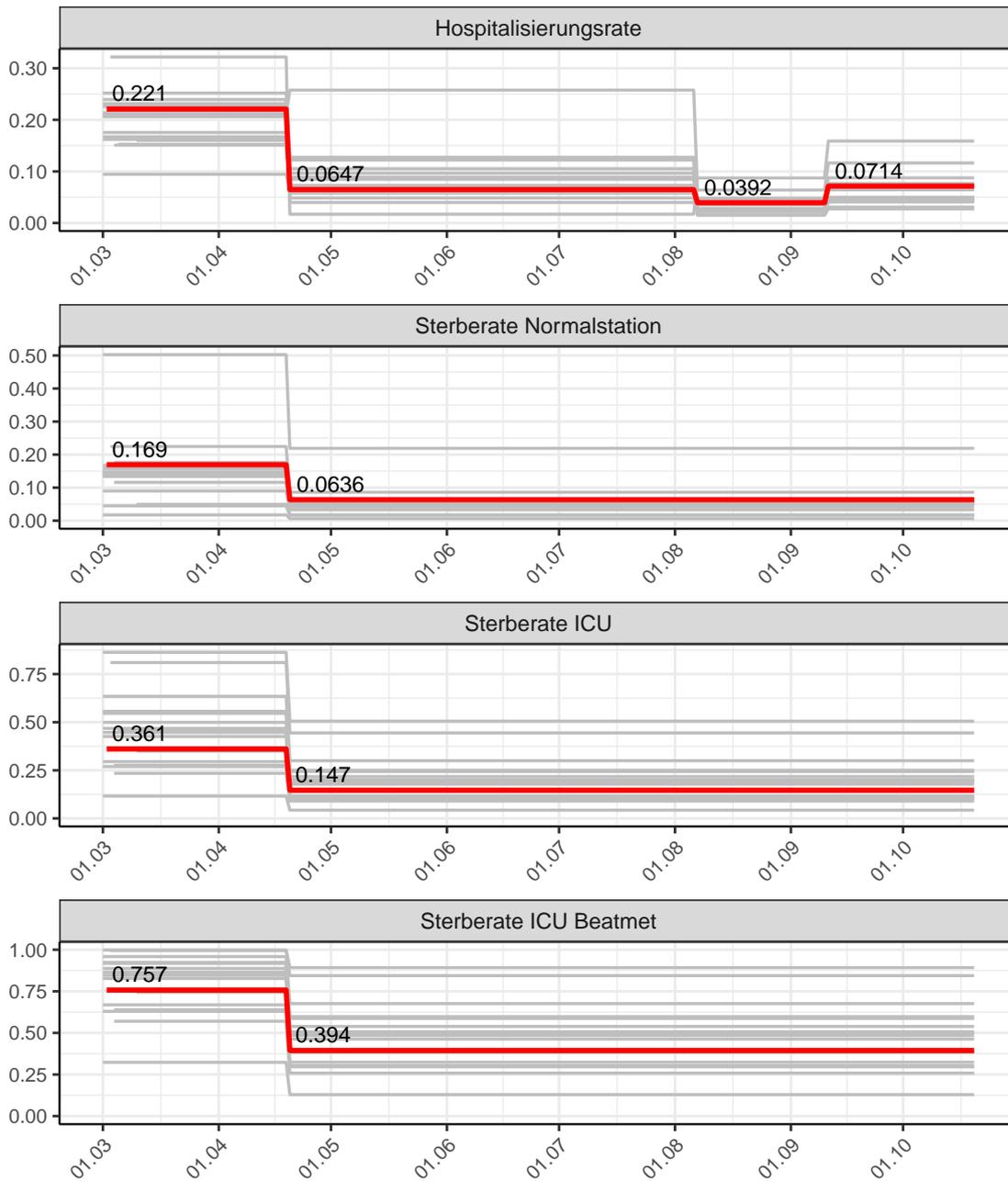


Abbildung 49: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Brandenburg

5.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.63$)

Abb. 50 und 51 stellen auf einer linearen (50) und einer halblogarithmischen (51) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Brandenburg dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

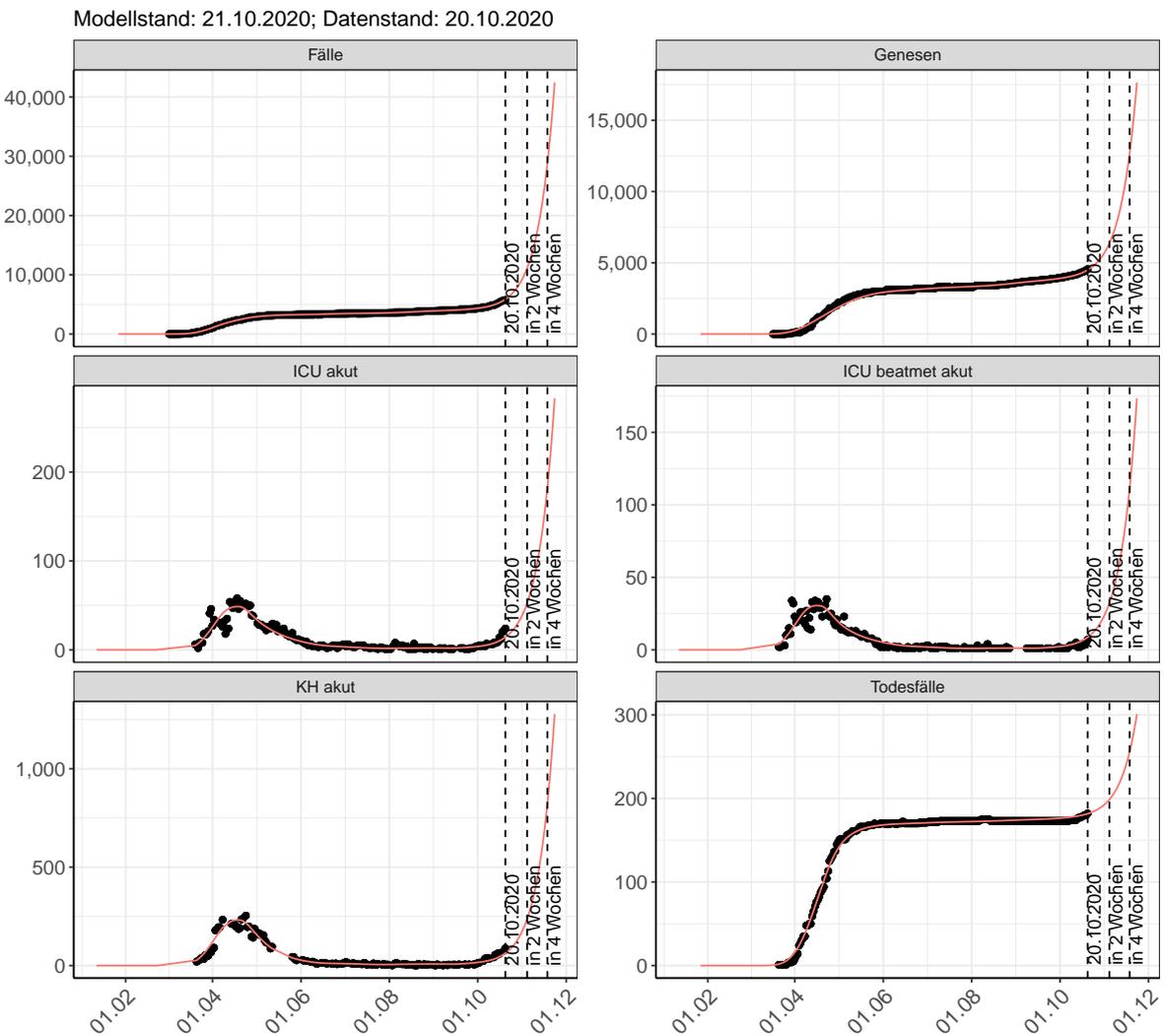


Abbildung 50: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Brandenburg für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

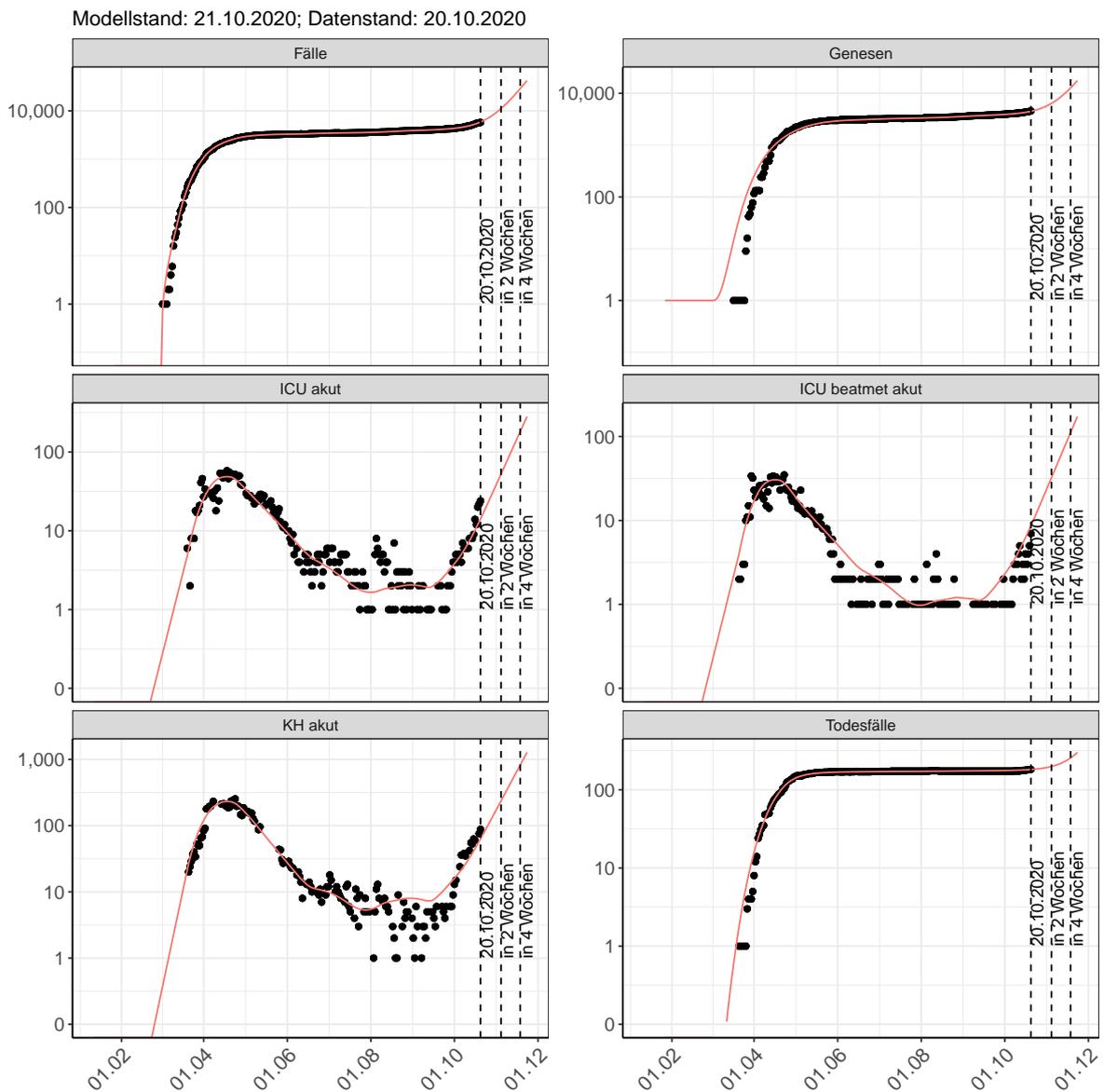


Abbildung 51: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Brandenburg für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 52 und 53 stellen auf einer linearen (52) und einer halblogarithmischen (53) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Brandenburg dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

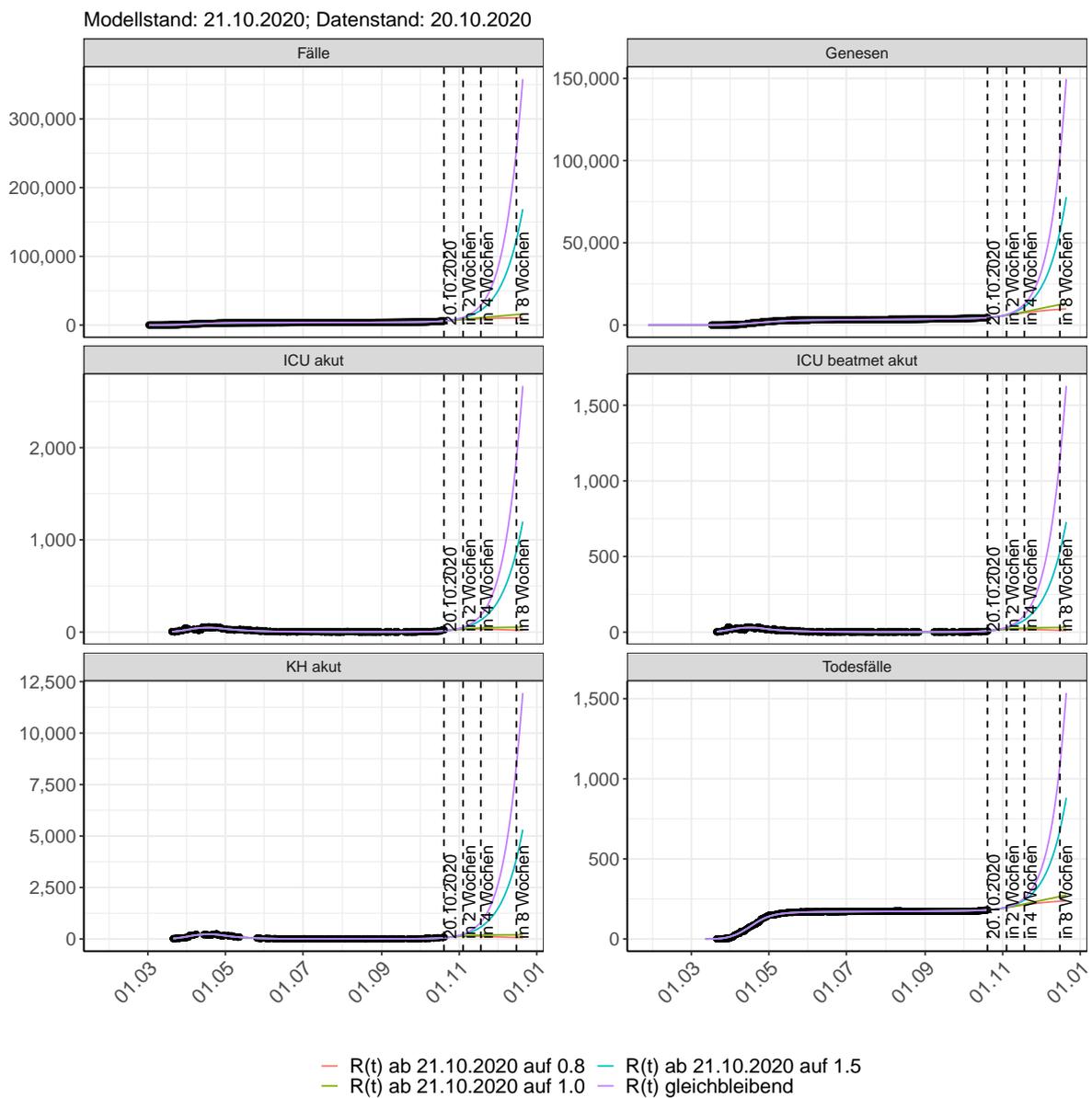


Abbildung 52: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Brandenburg unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

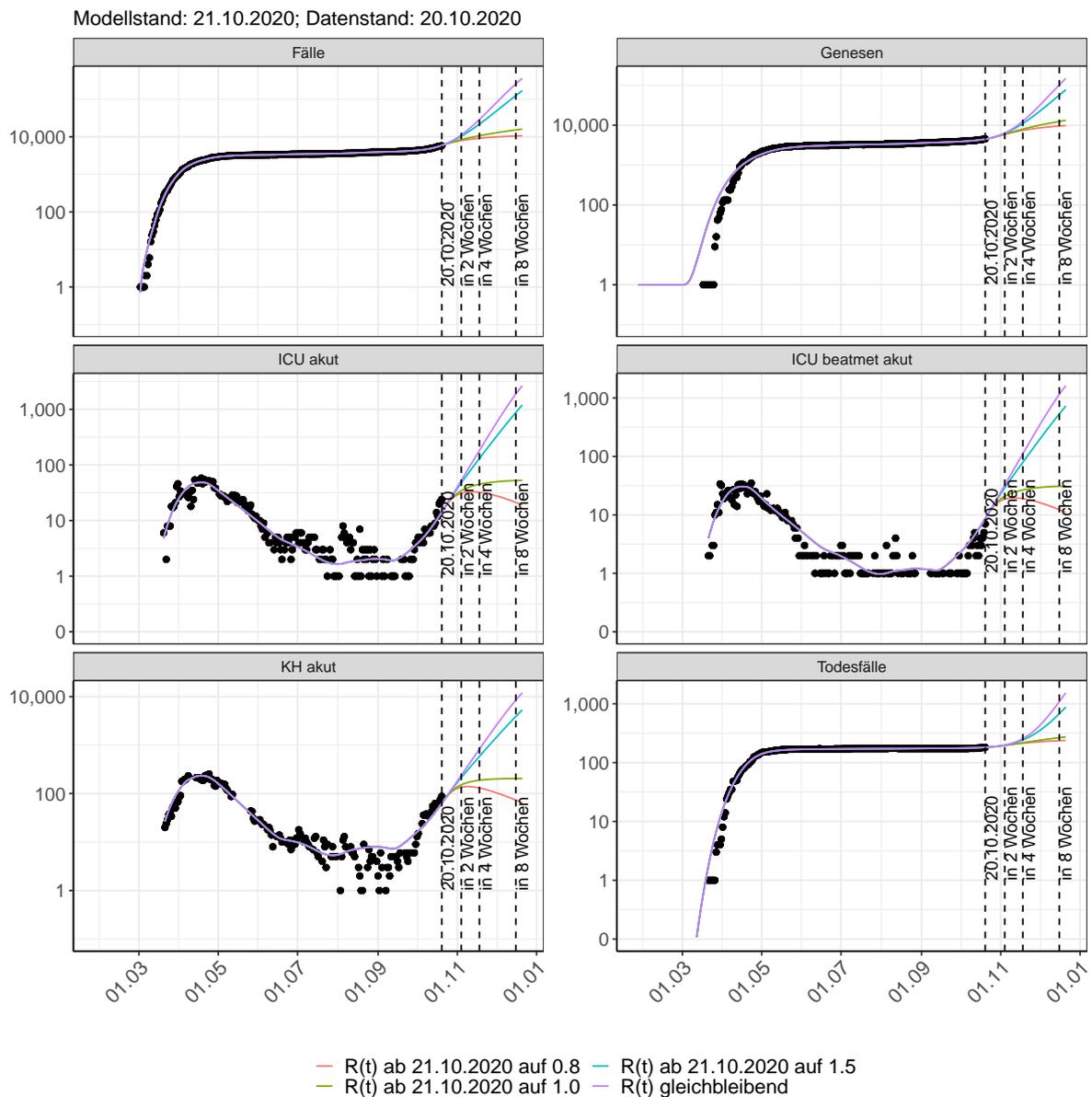


Abbildung 53: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Brandenburg unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 54 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

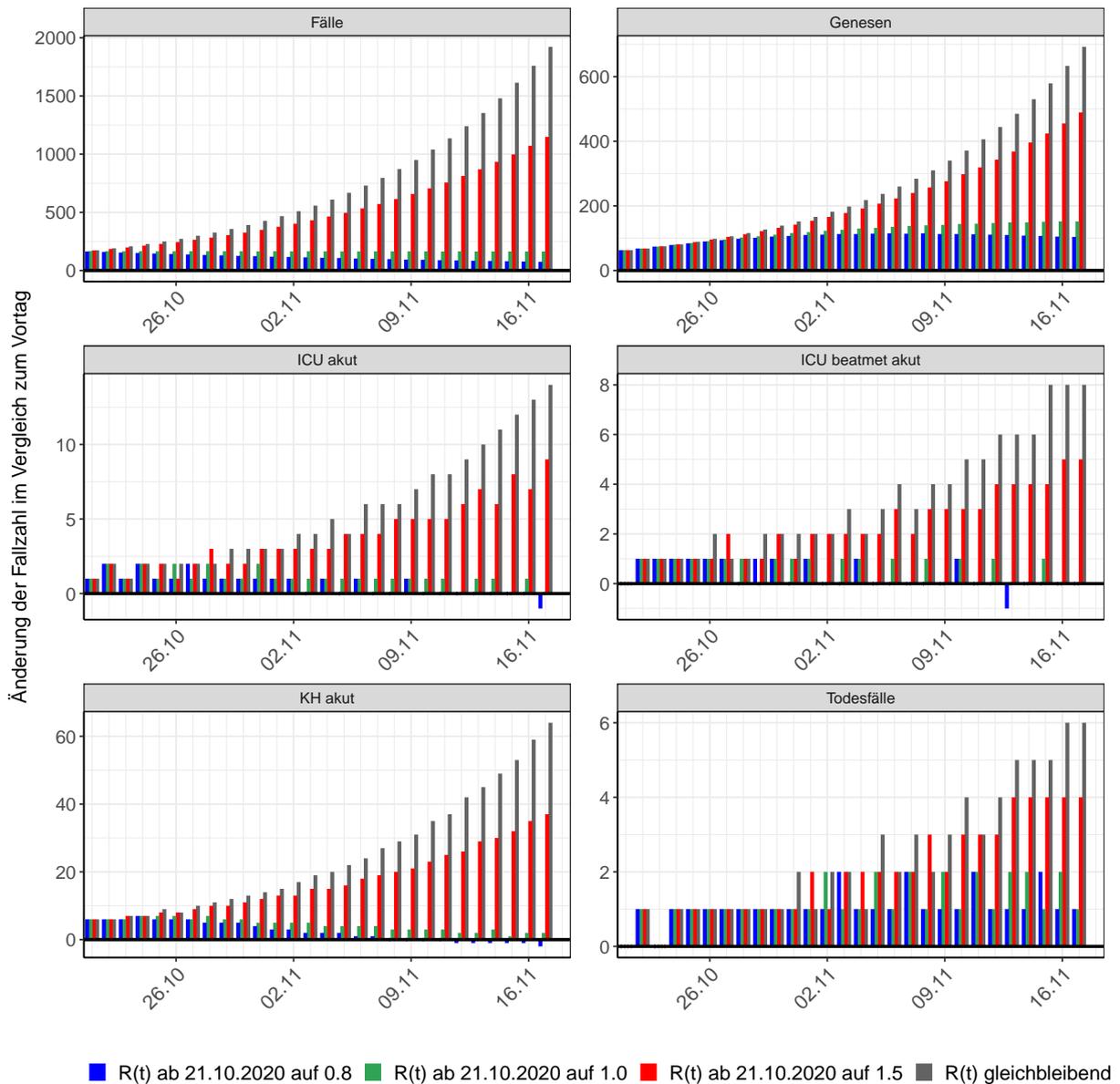


Abbildung 54: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Brandenburg

6 Bremen

6.1 Modellbeschreibung

Abb. 55 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Bremen dar.

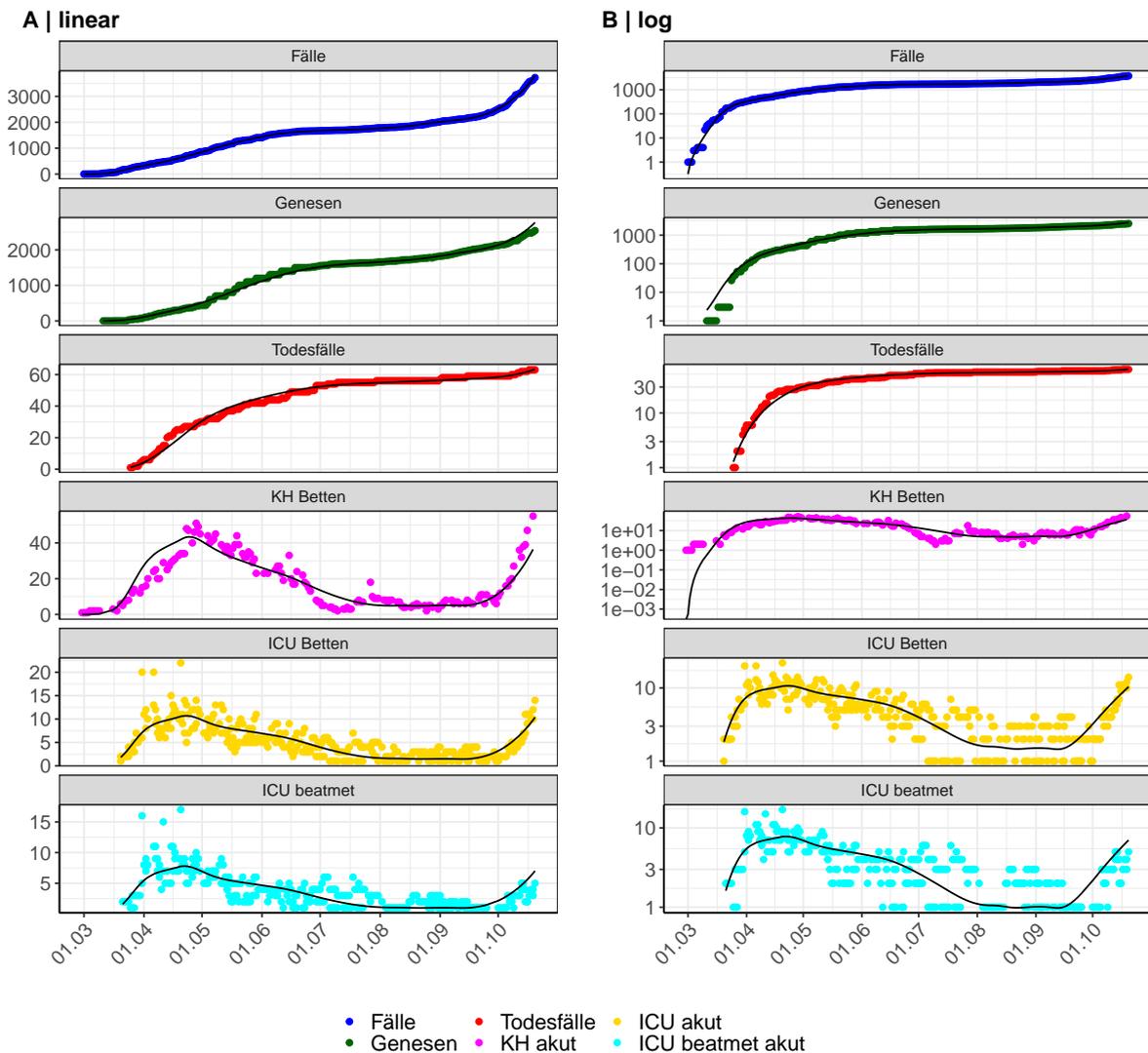


Abbildung 55: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Bremen. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 56 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Bremen. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

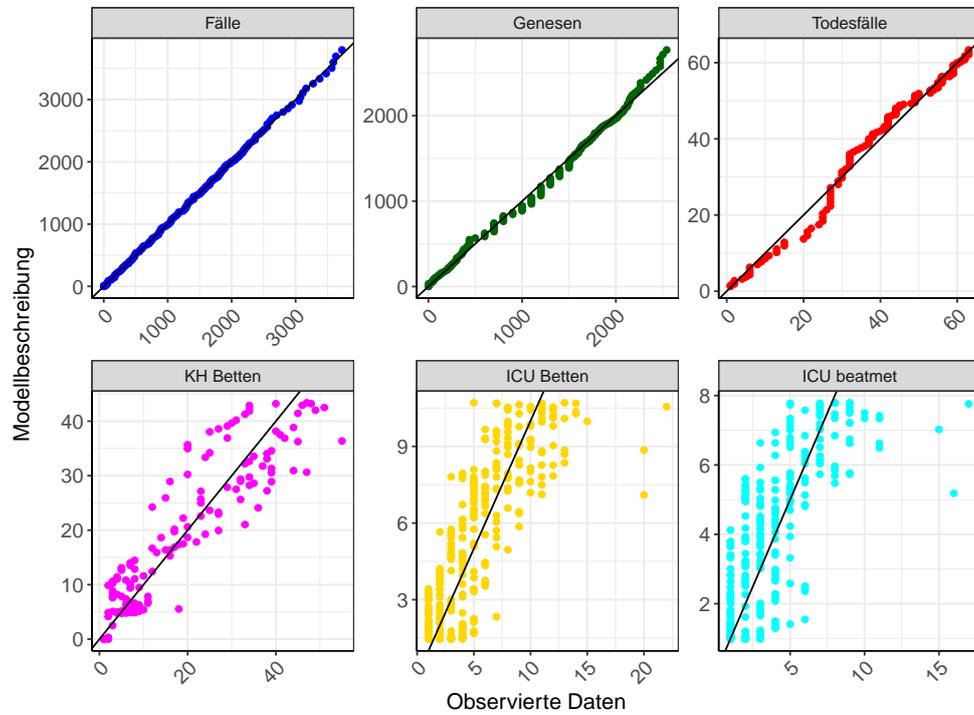


Abbildung 56: Goodness-of-Fit Plots für Bremen. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 57 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Bremen (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

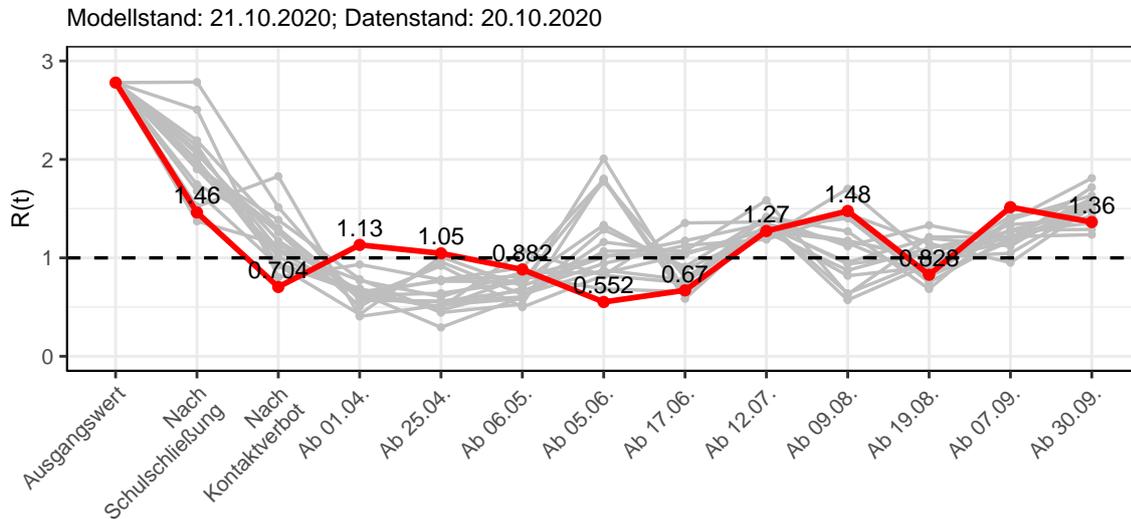


Abbildung 57: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Bremen

Abb. 58 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Bremen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

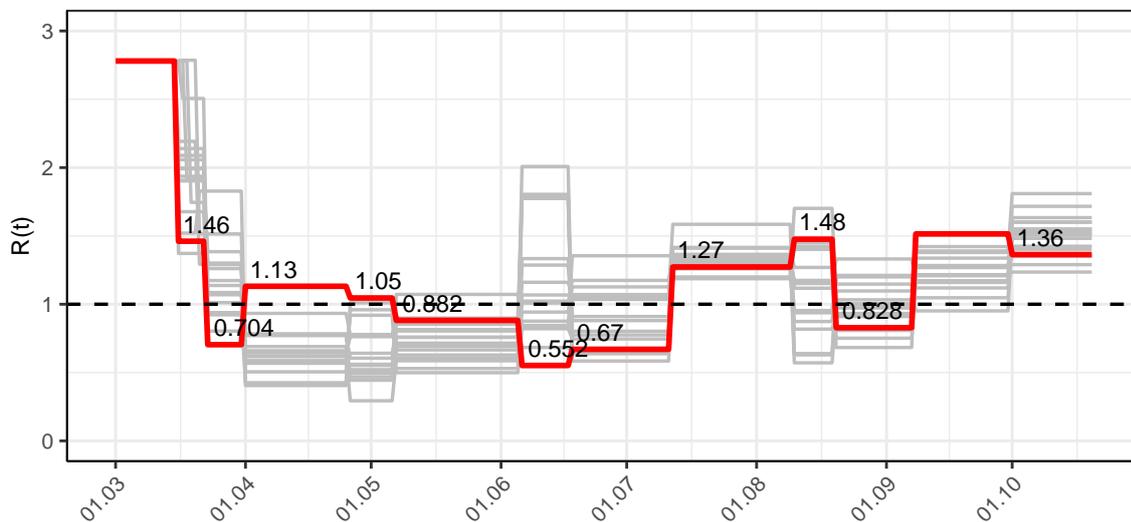


Abbildung 58: $R(t)$ Werte über die Zeit für Bremen

Abb. 59 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Bremen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

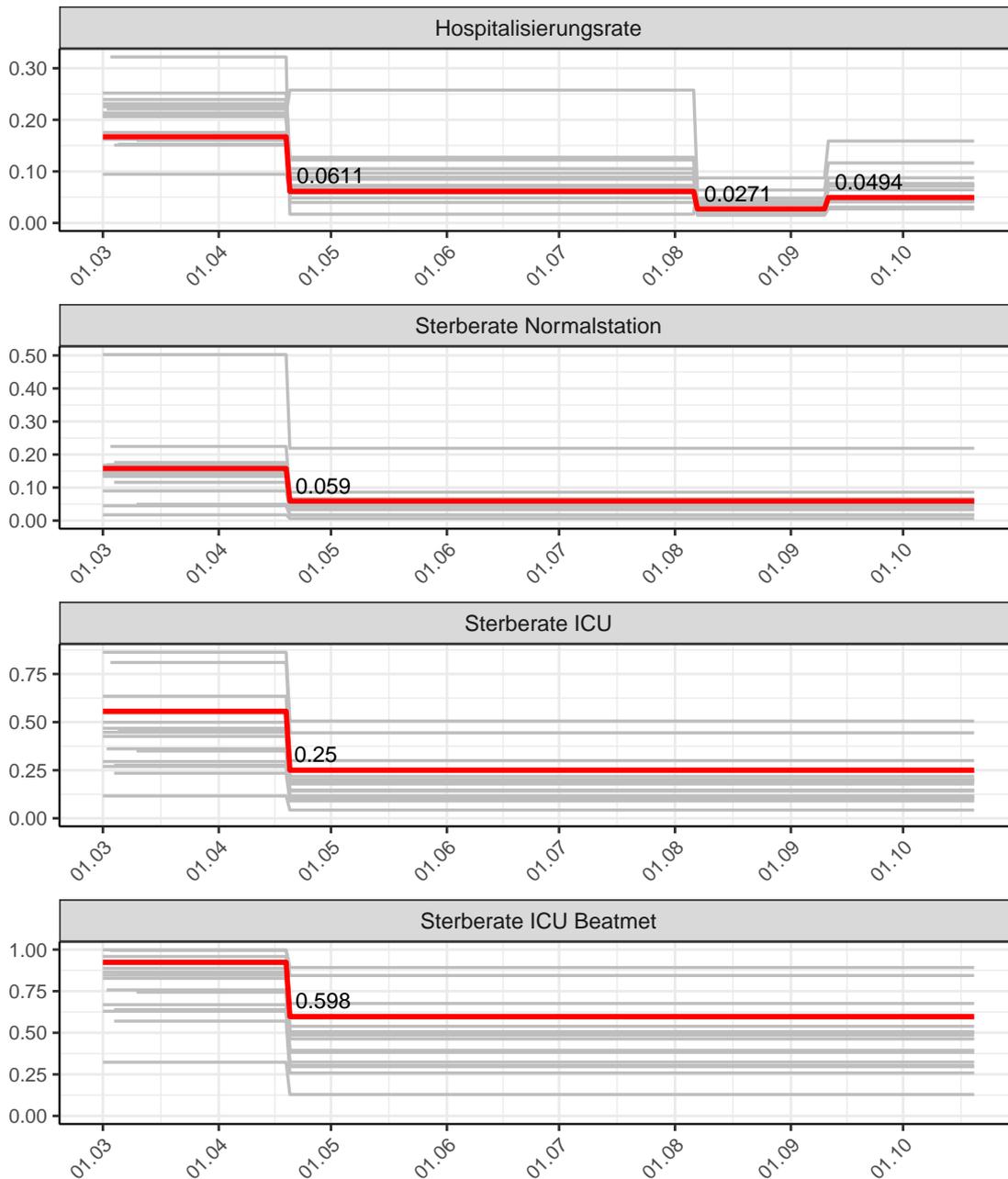


Abbildung 59: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Bremen

6.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.36$)

Abb. 60 und 61 stellen auf einer linearen (60) und einer halblogarithmischen (61) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Bremen dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

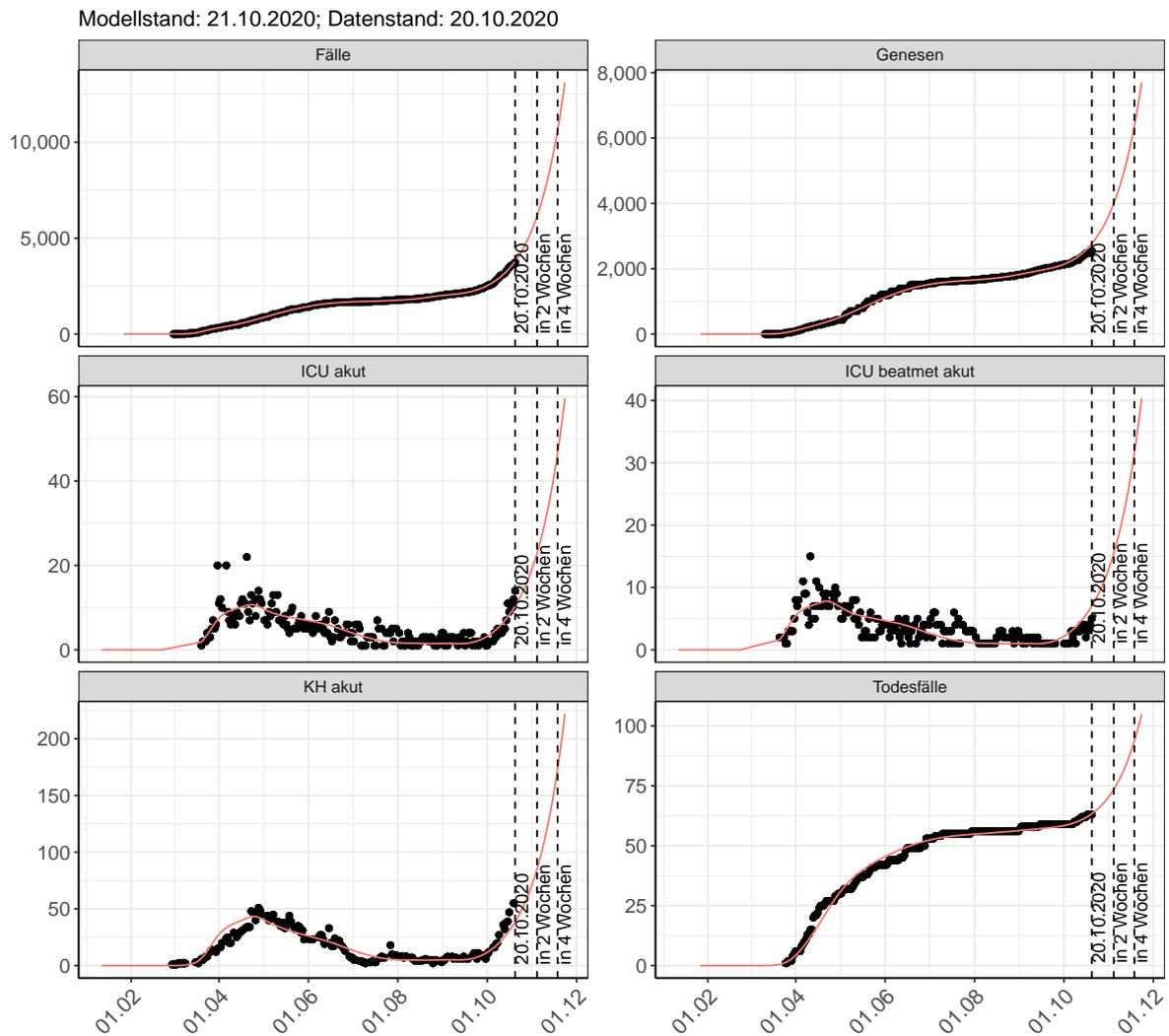


Abbildung 60: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Bremen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

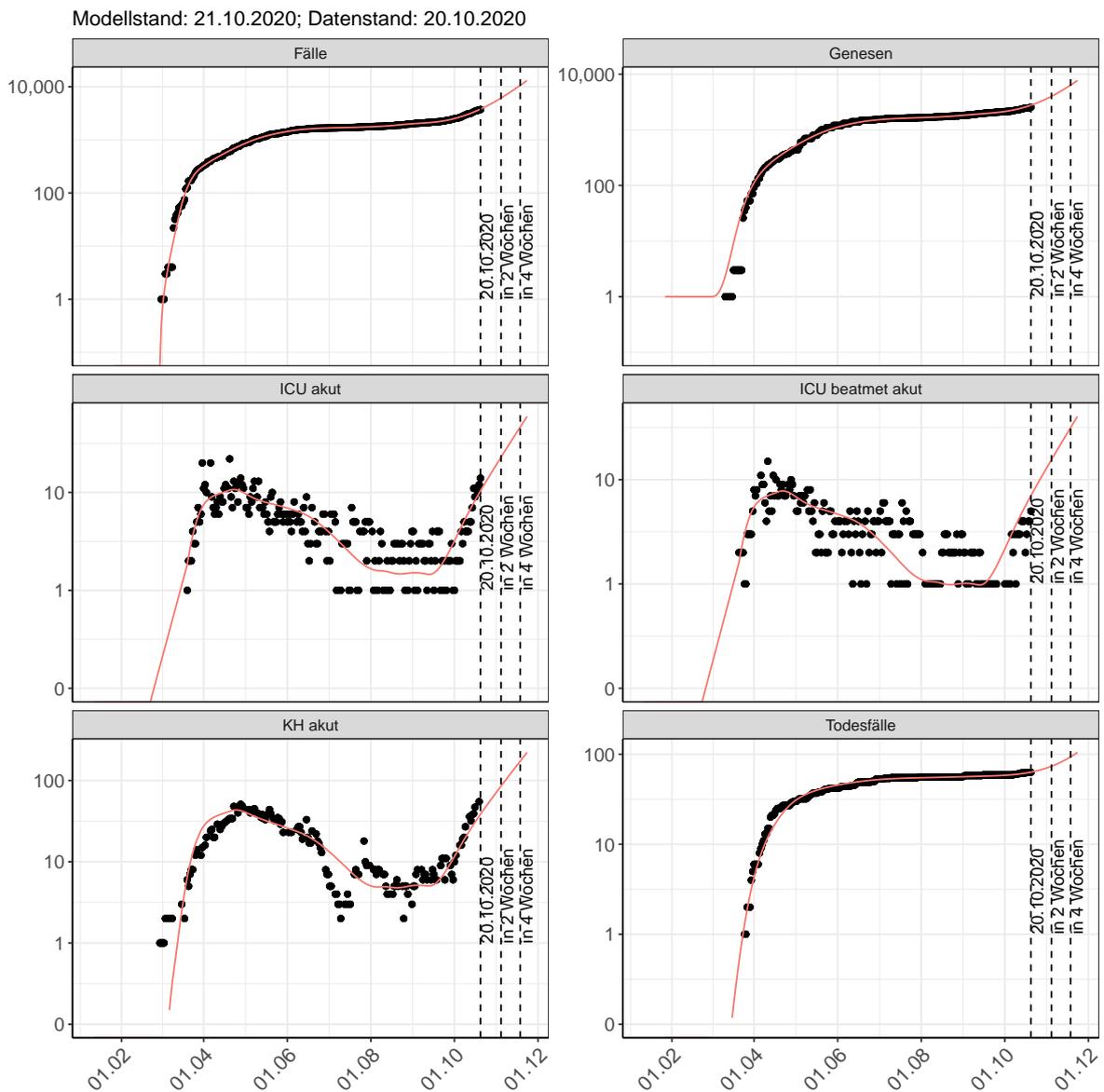


Abbildung 61: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Bremen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 62 und 63 stellen auf einer linearen (62) und einer halblogarithmischen (63) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Bremen dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

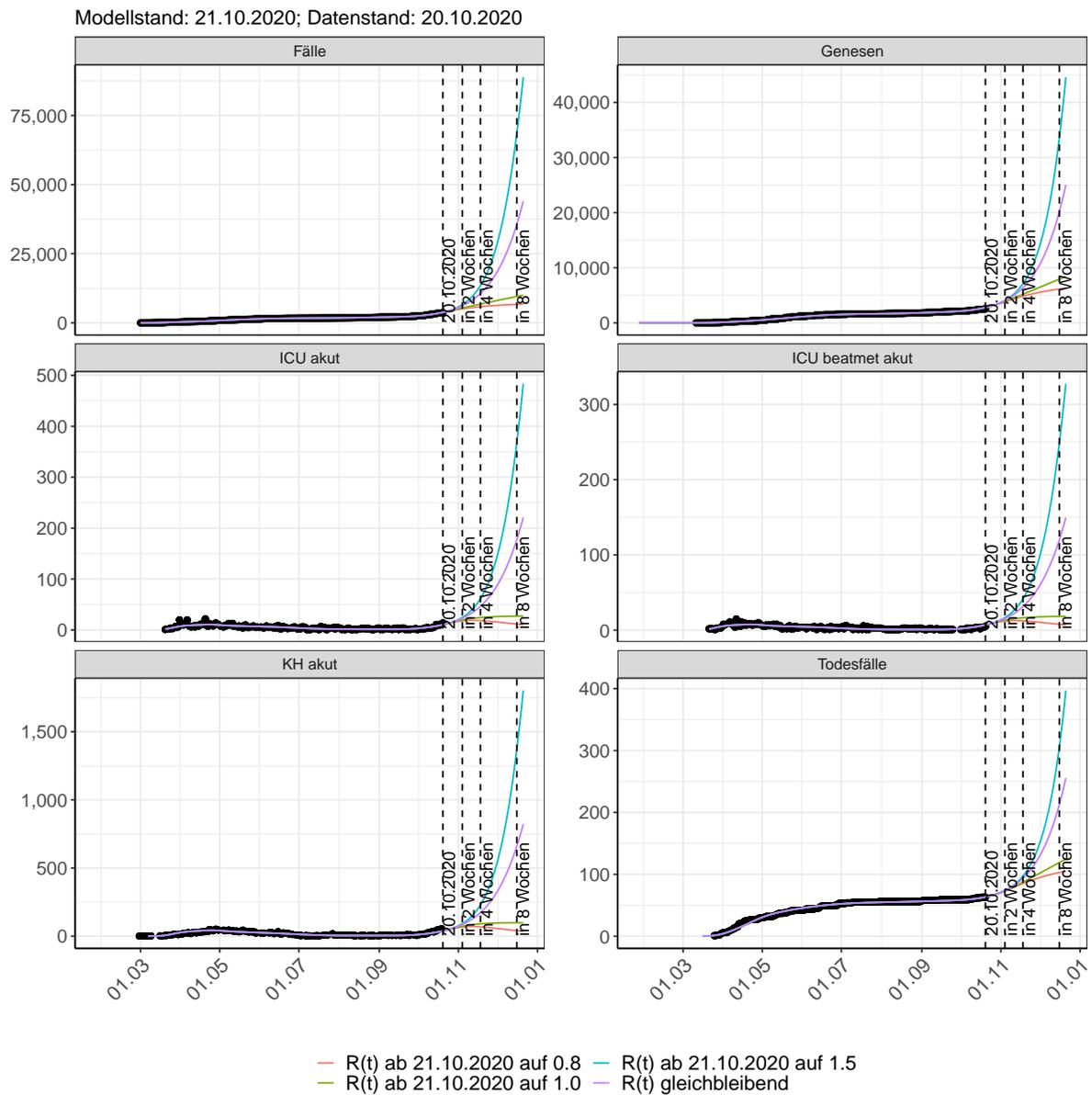


Abbildung 62: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Bremen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

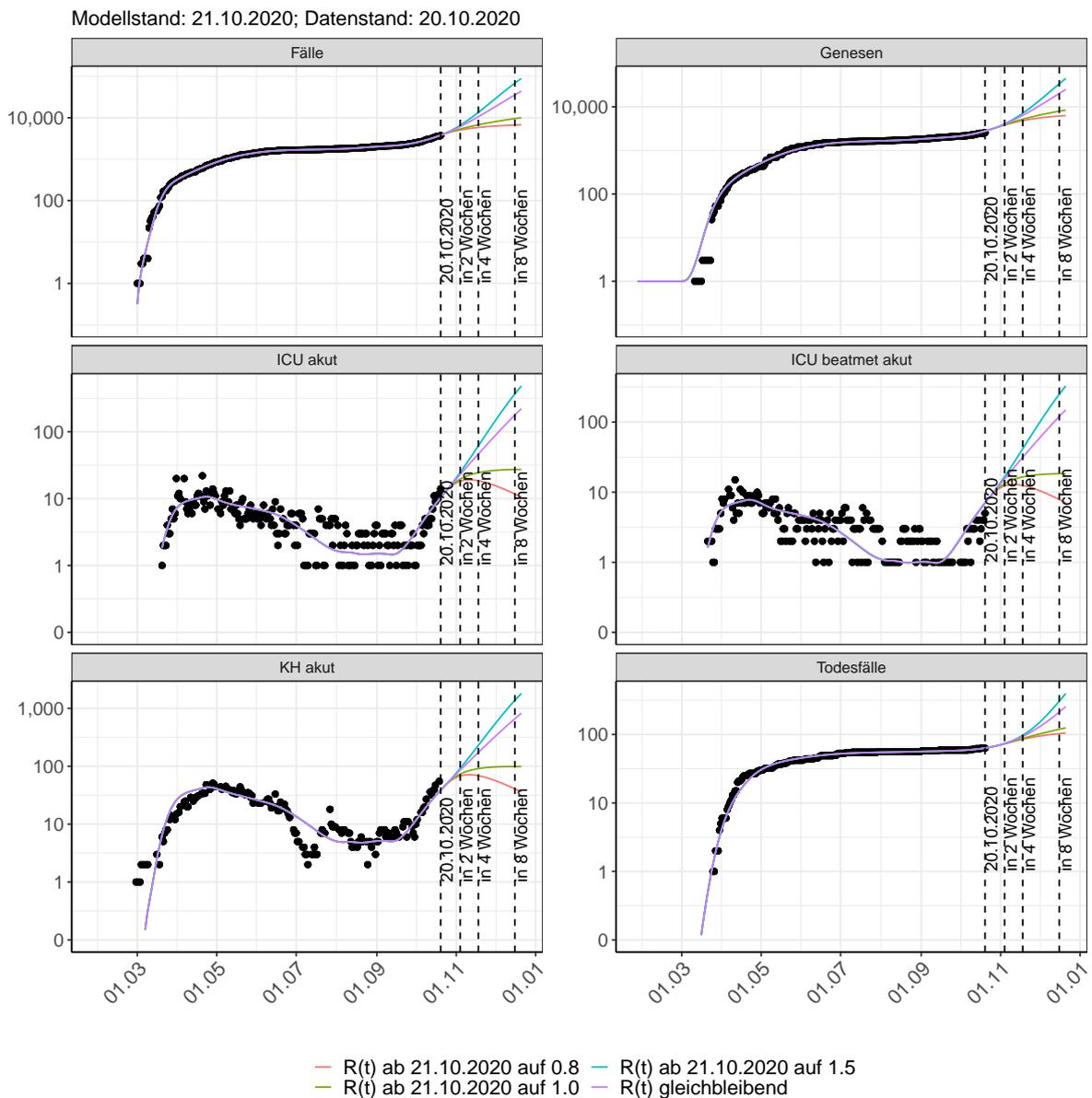


Abbildung 63: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Bremen unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 64 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

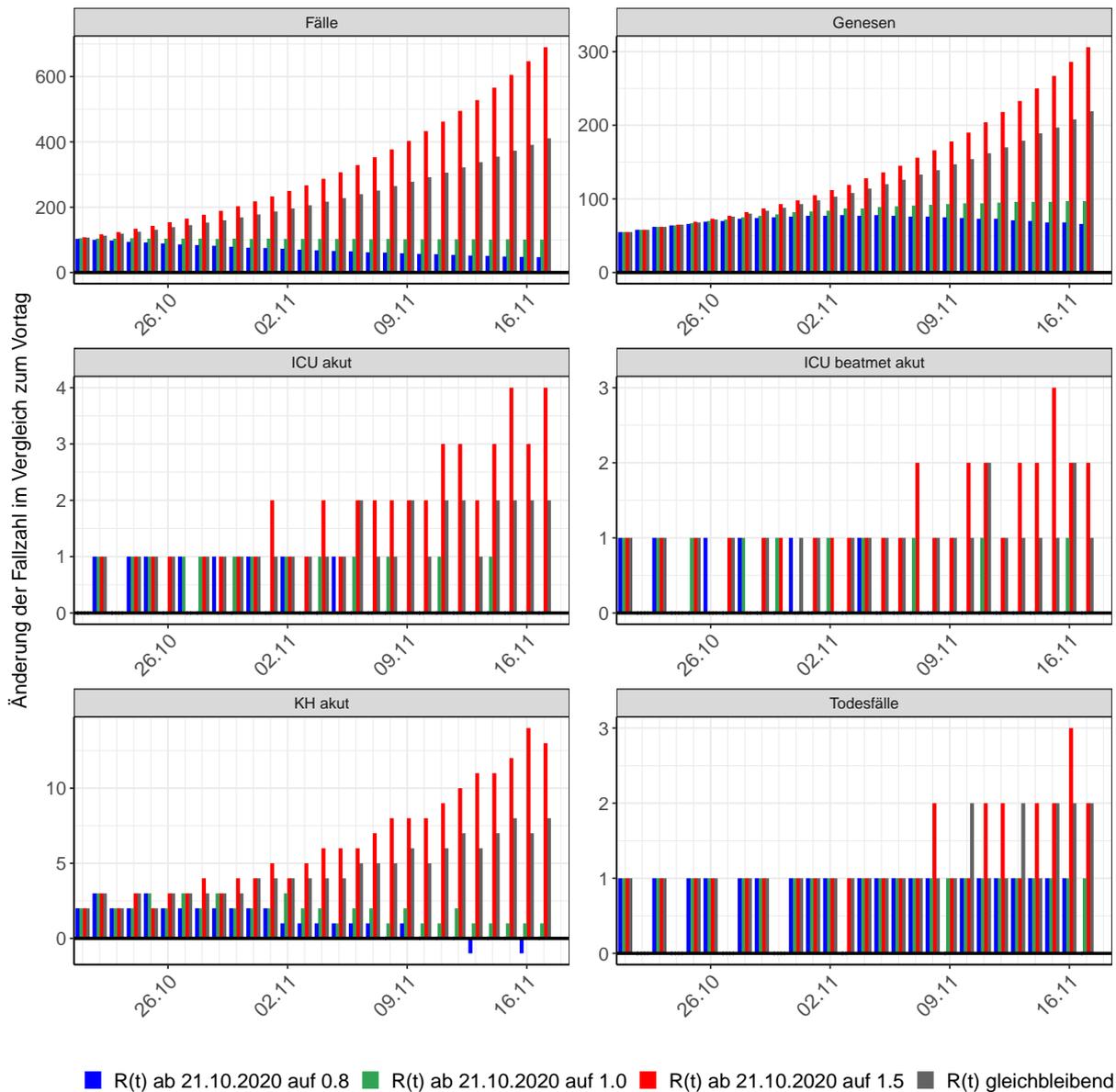


Abbildung 64: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Bremen

7 Hamburg

7.1 Modellbeschreibung

Abb. 65 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Hamburg dar.

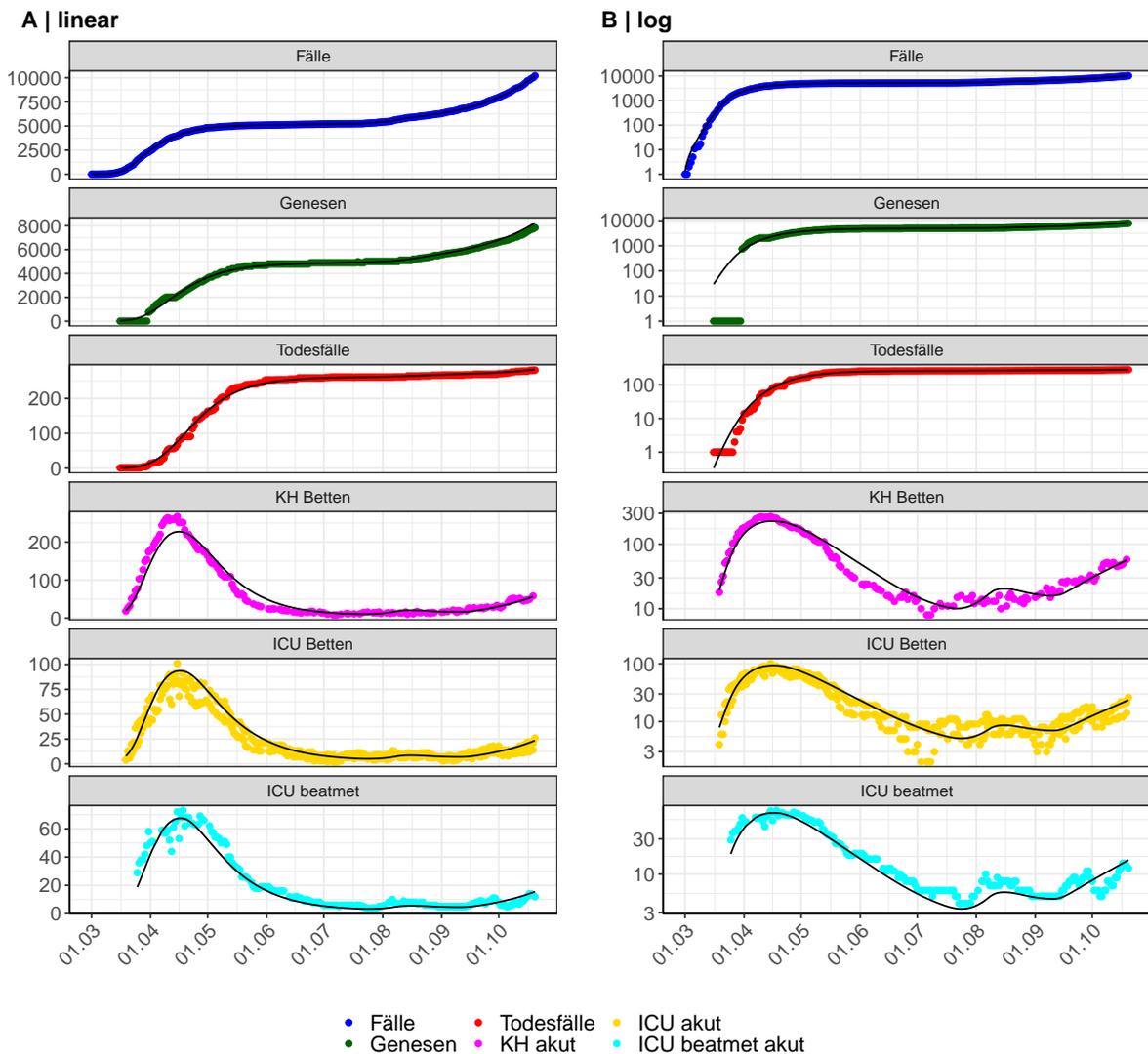


Abbildung 65: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Hamburg. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 66 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Hamburg. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

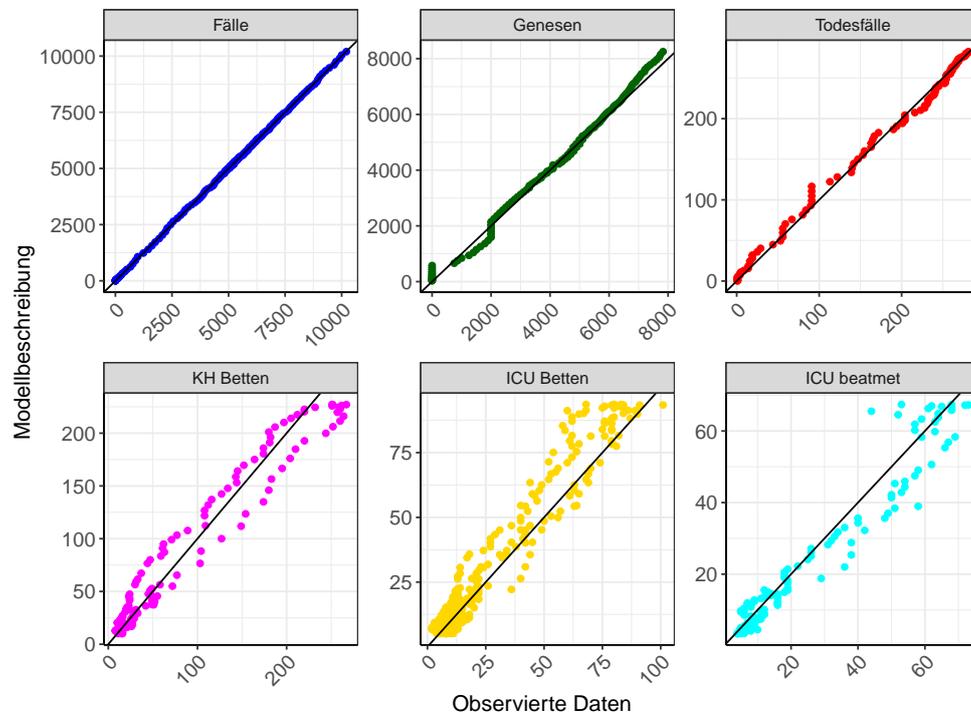


Abbildung 66: Goodness-of-Fit Plots für Hamburg. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 67 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Hamburg (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

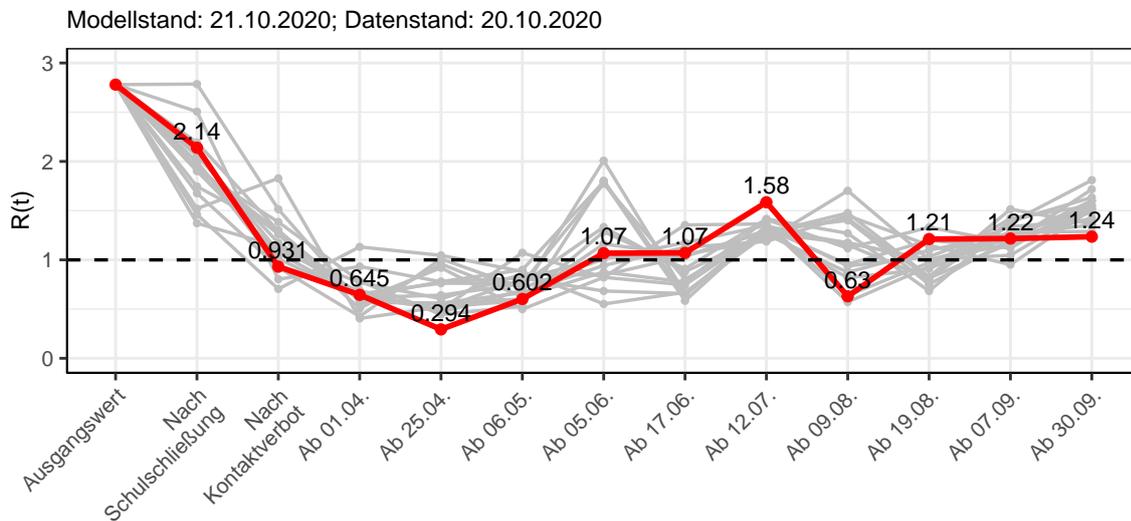


Abbildung 67: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Hamburg

Abb. 68 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Hamburg (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

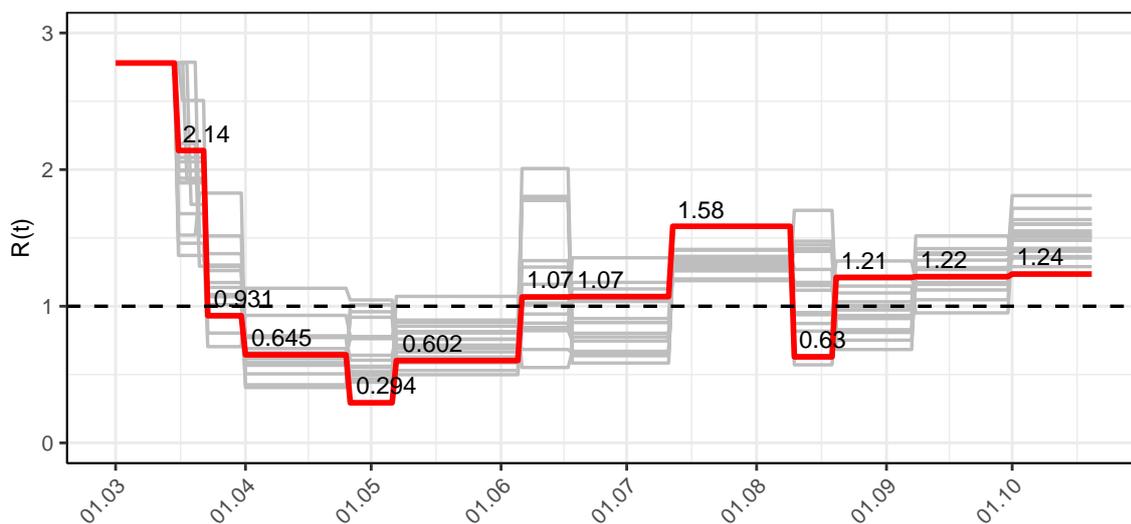


Abbildung 68: $R(t)$ Werte über die Zeit für Hamburg

Abb. 69 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Hamburg (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

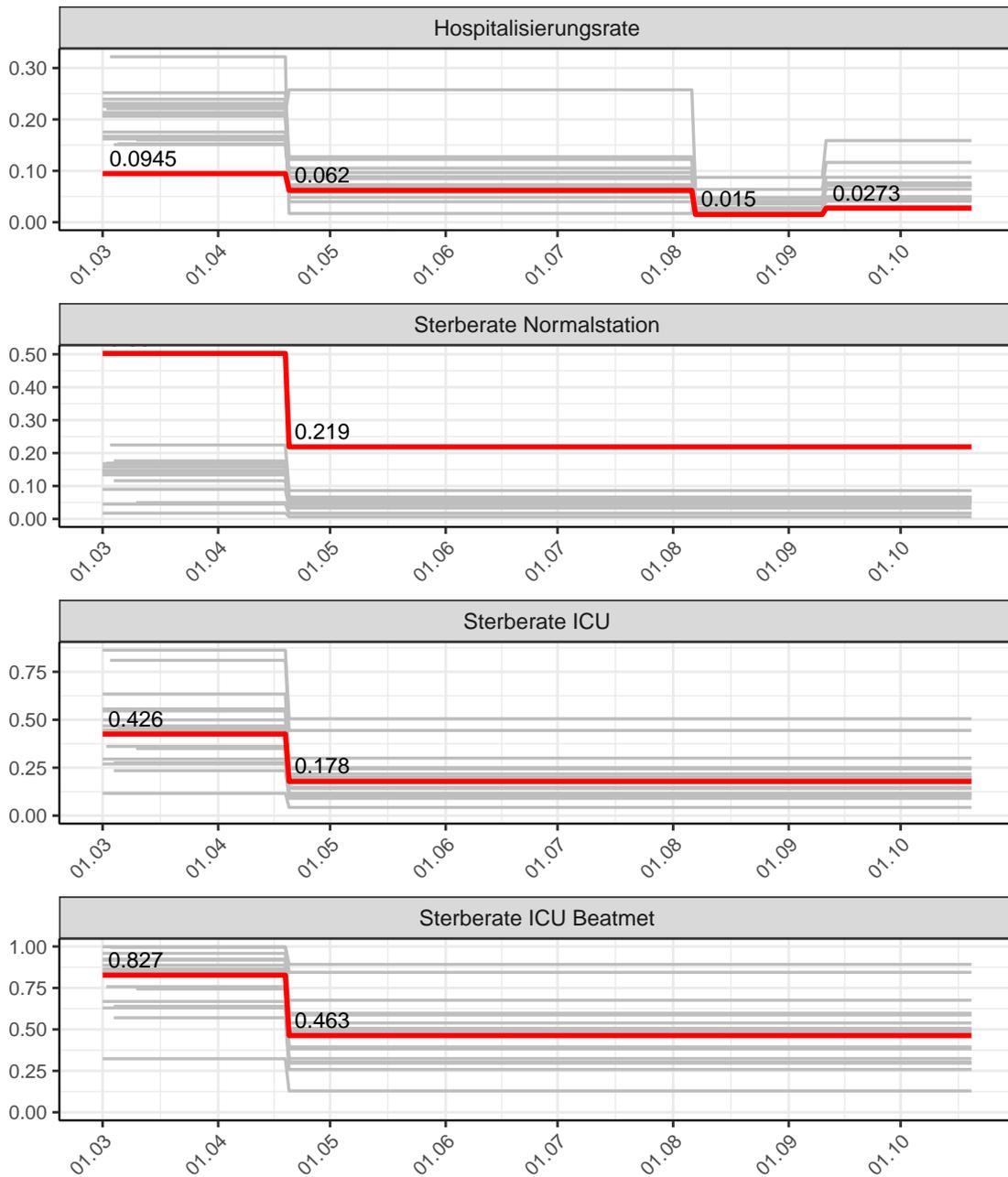


Abbildung 69: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Hamburg

7.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.24$)

Abb. 70 und 71 stellen auf einer linearen (70) und einer halblogarithmischen (71) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Hamburg dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

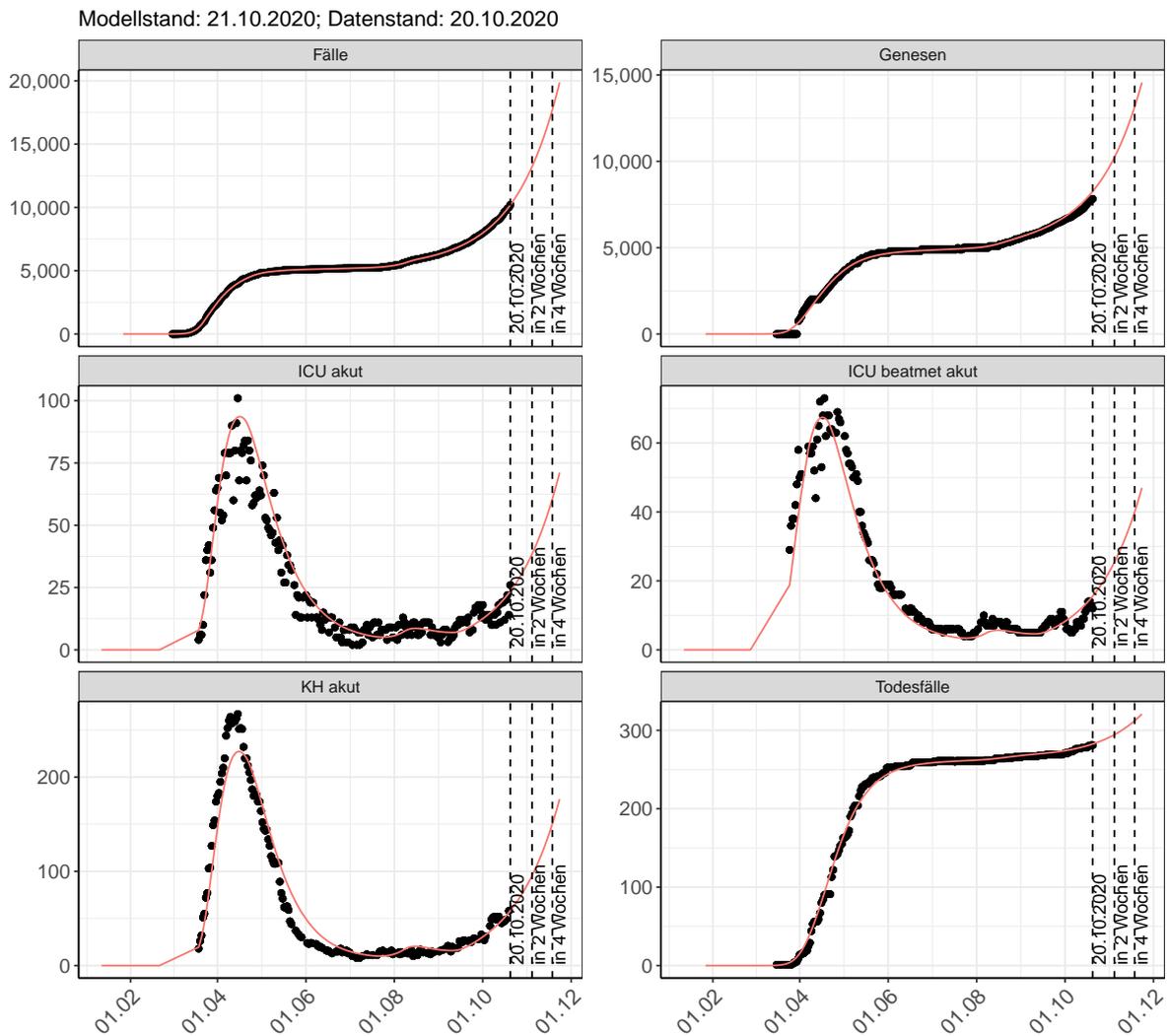


Abbildung 70: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Hamburg für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

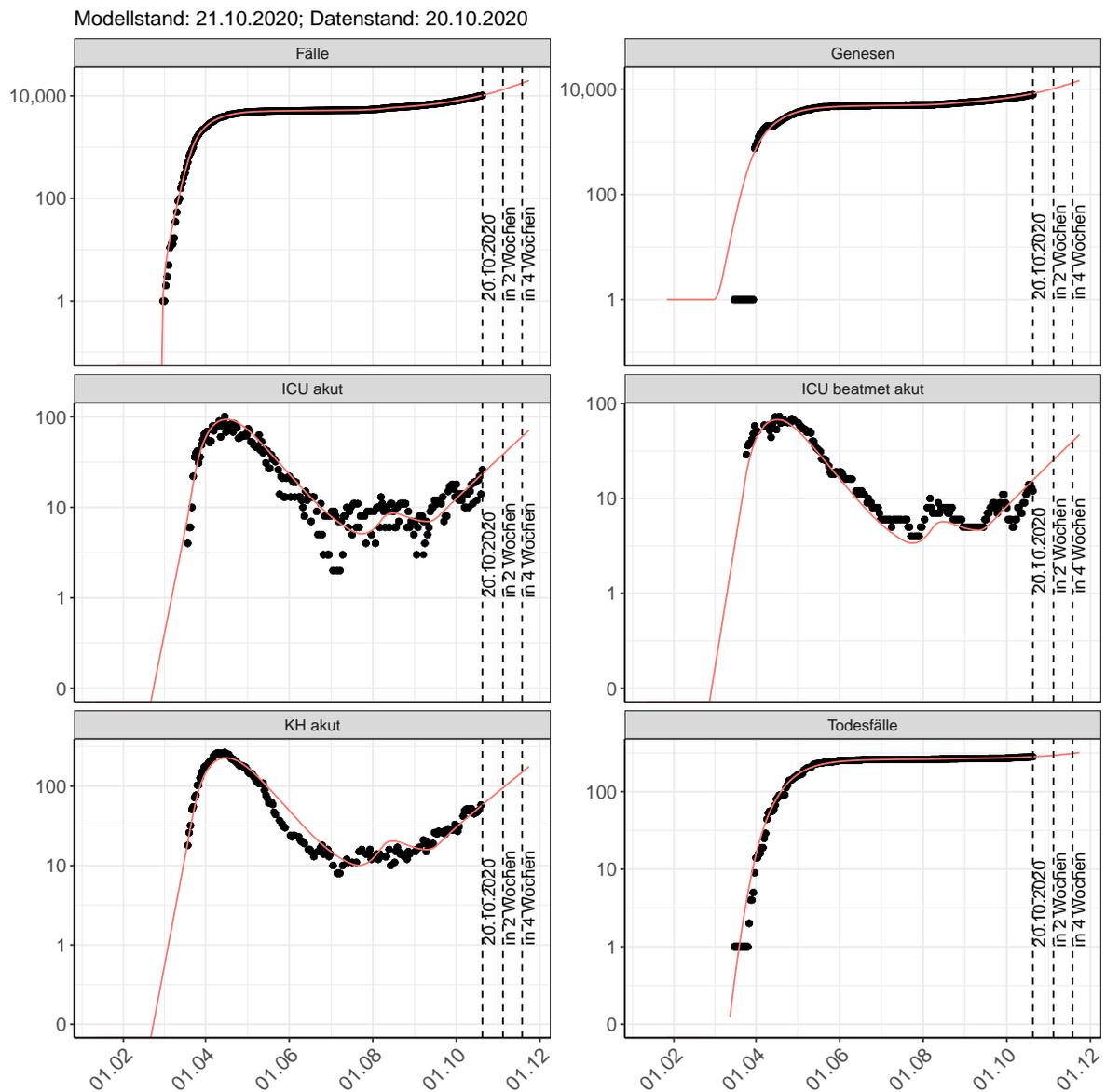


Abbildung 71: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Hamburg für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 72 und 73 stellen auf einer linearen (72) und einer halblogarithmischen (73) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Hamburg dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

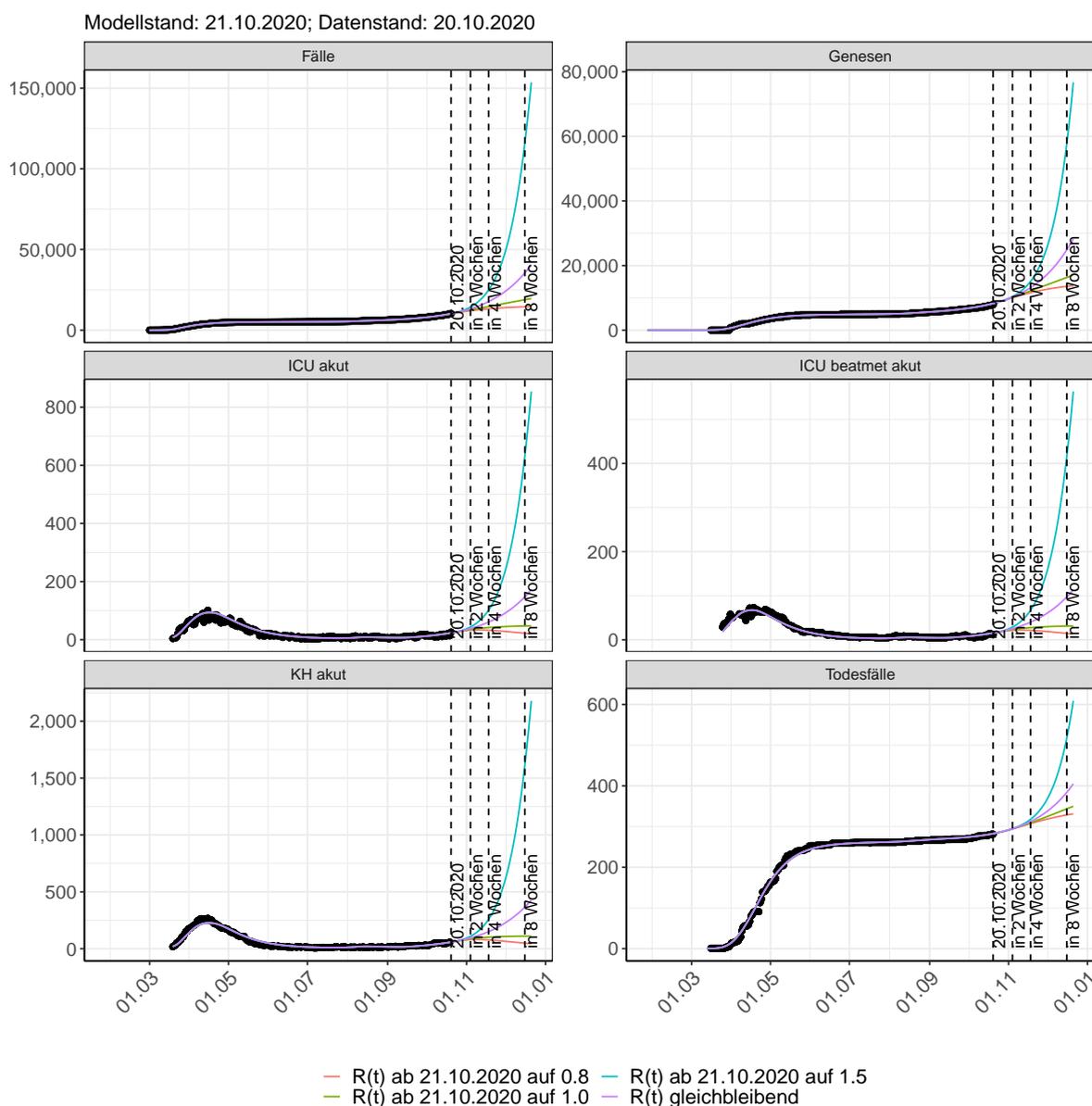


Abbildung 72: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Hamburg unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

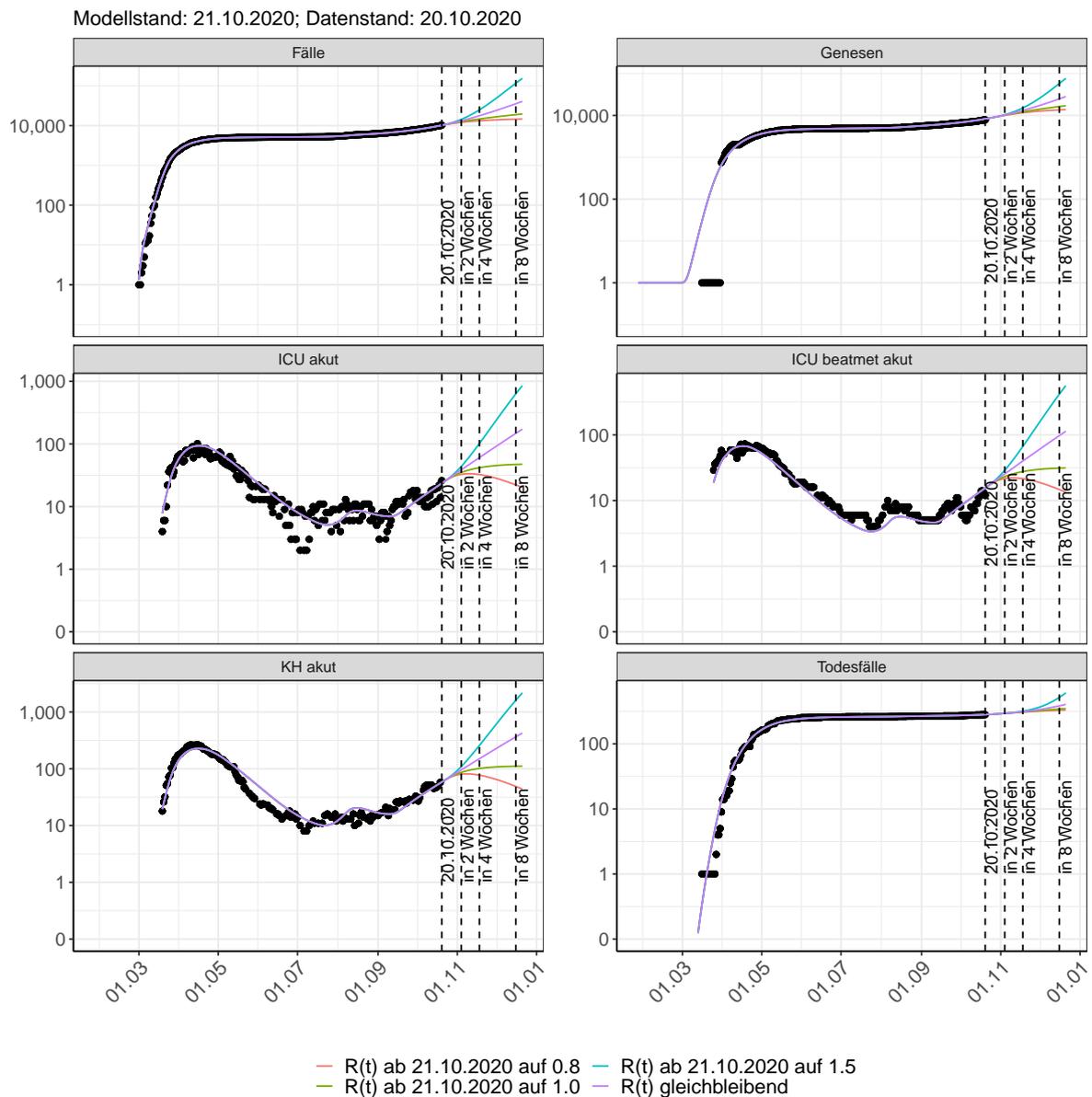


Abbildung 73: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Hamburg unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 74 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

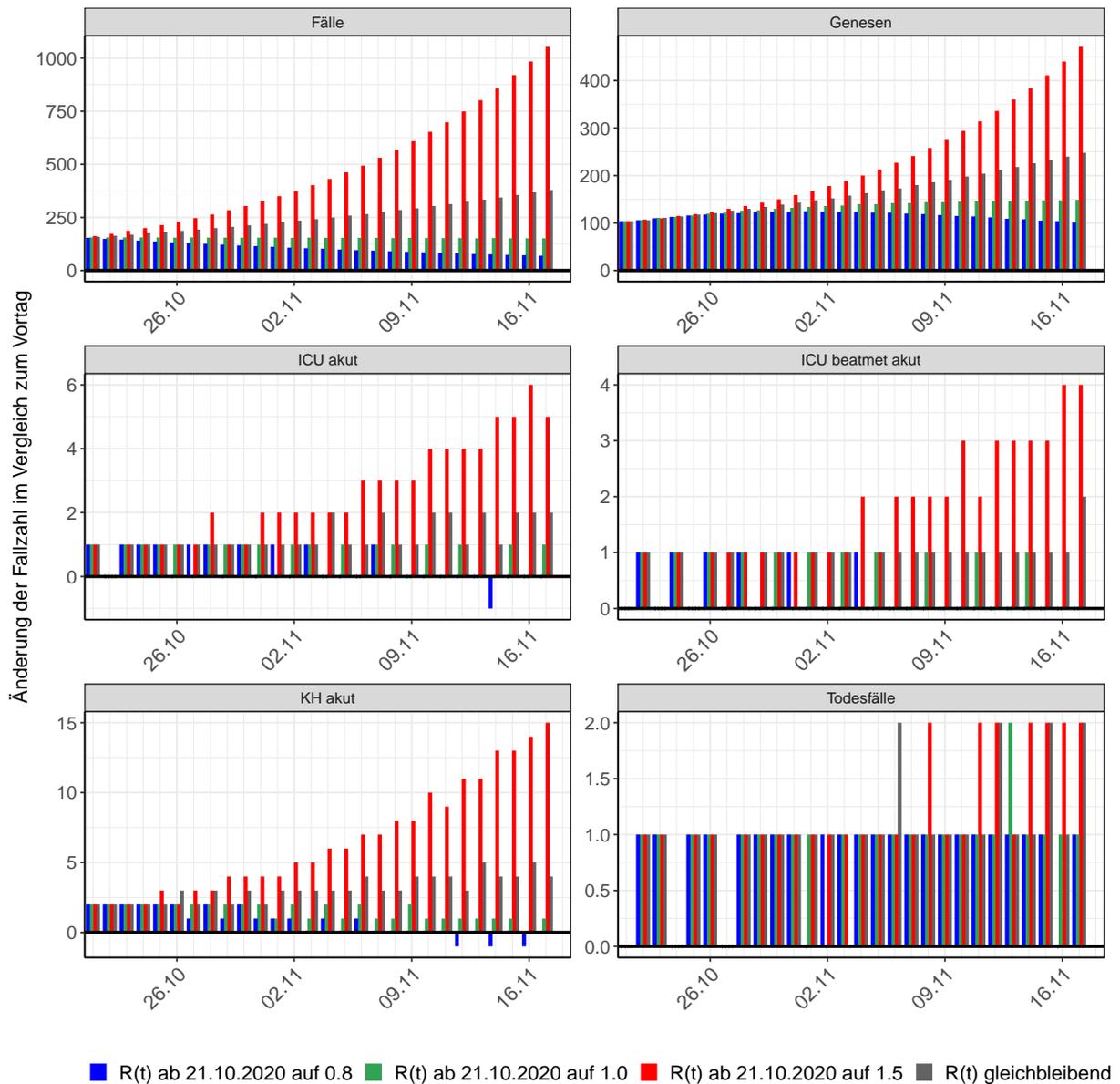


Abbildung 74: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Hamburg

8 Hessen

8.1 Modellbeschreibung

Abb. 75 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Hessen dar.

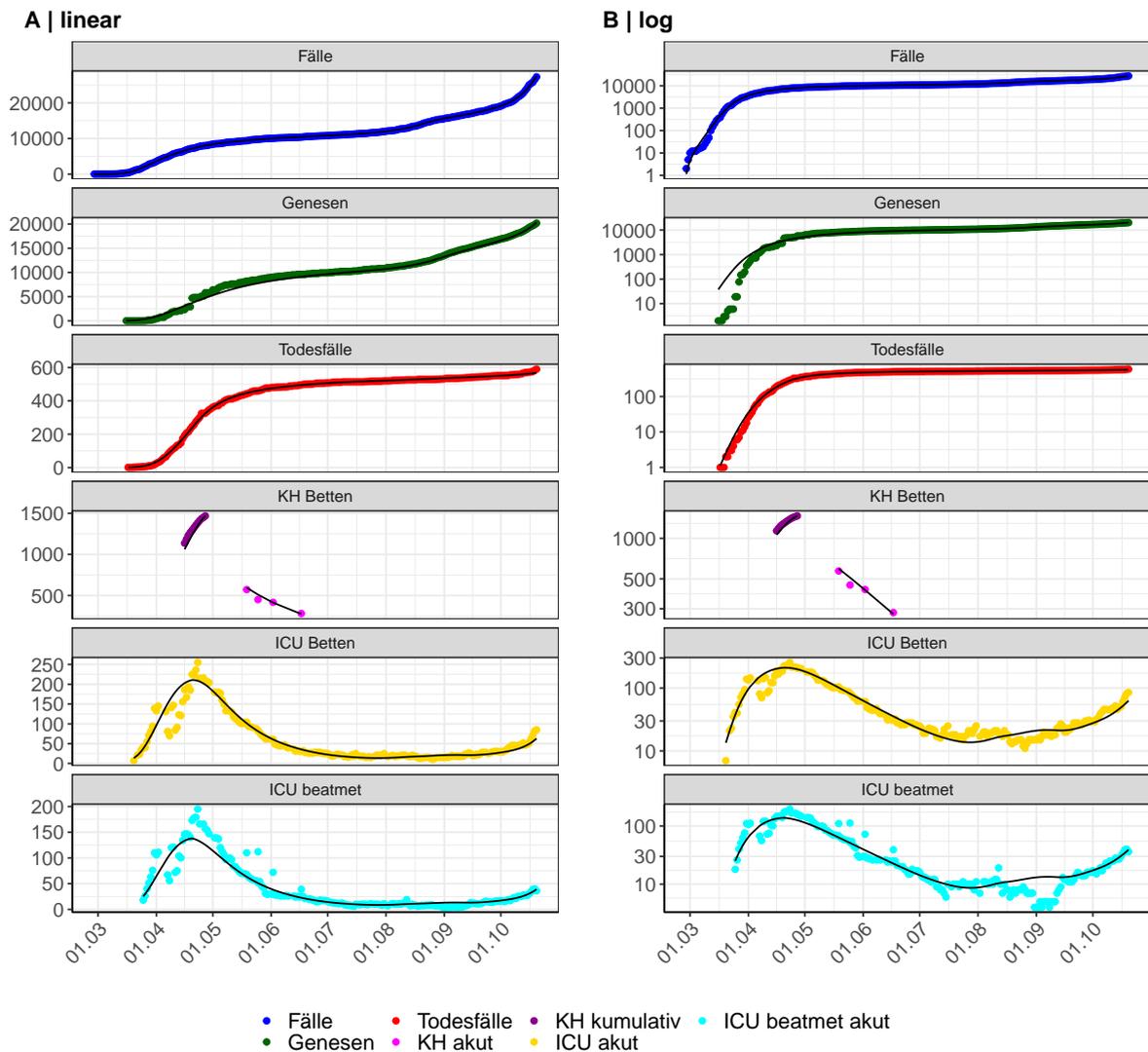


Abbildung 75: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Hessen. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 76 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Hessen. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

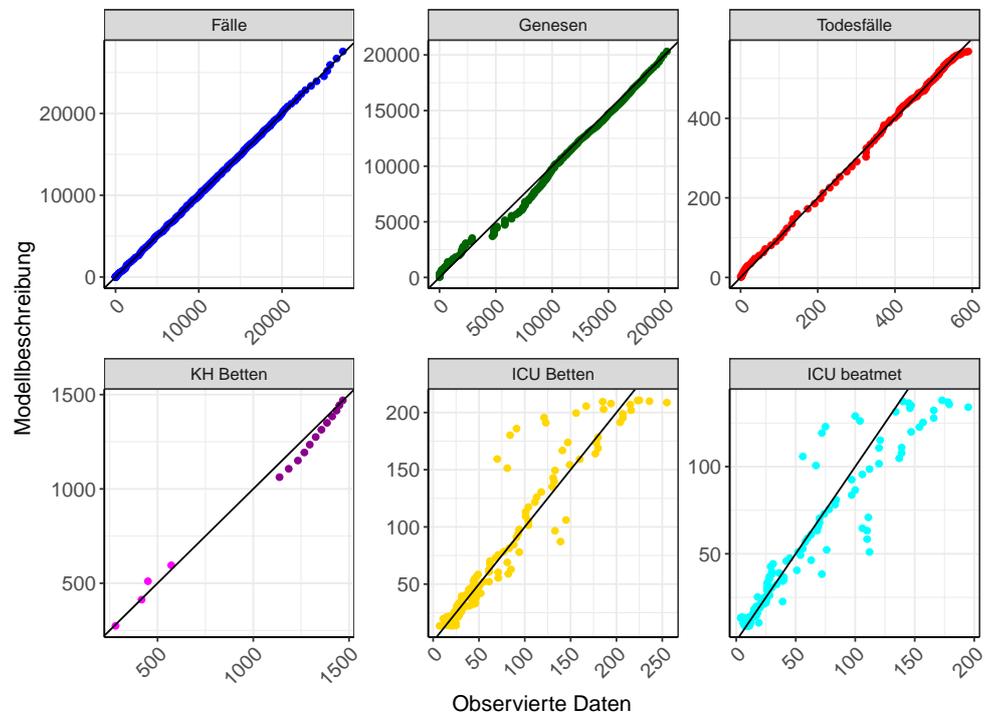


Abbildung 76: Goodness-of-Fit Plots für Hessen. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 77 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Hessen (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

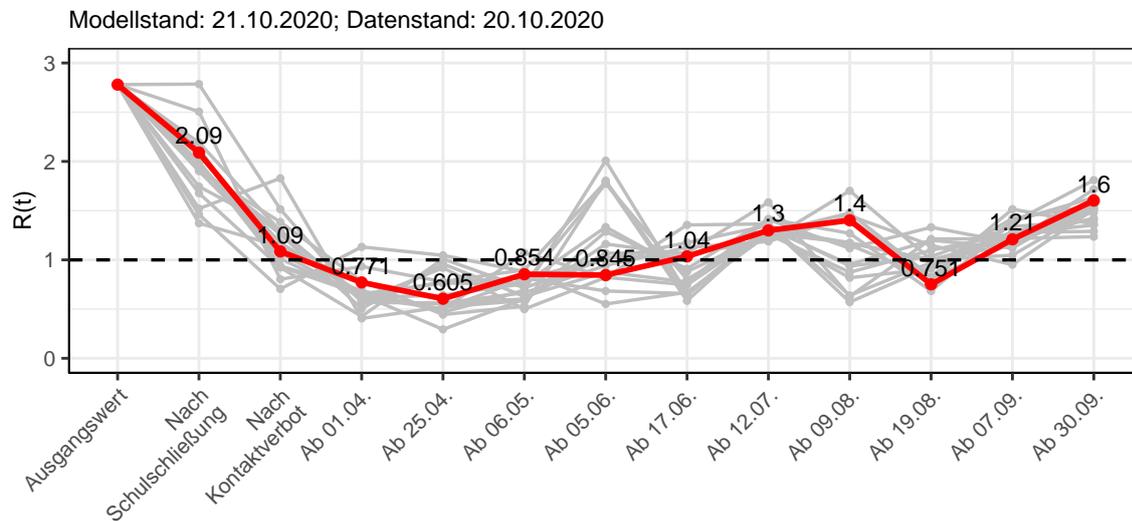


Abbildung 77: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Hessen

Abb. 78 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Hessen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

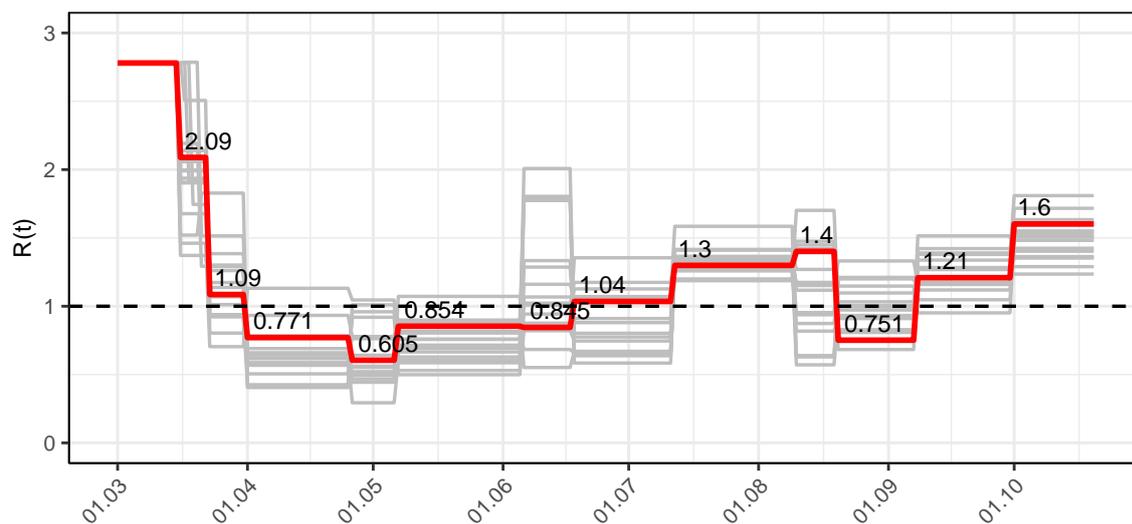


Abbildung 78: $R(t)$ Werte über die Zeit für Hessen

Abb. 79 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Hessen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

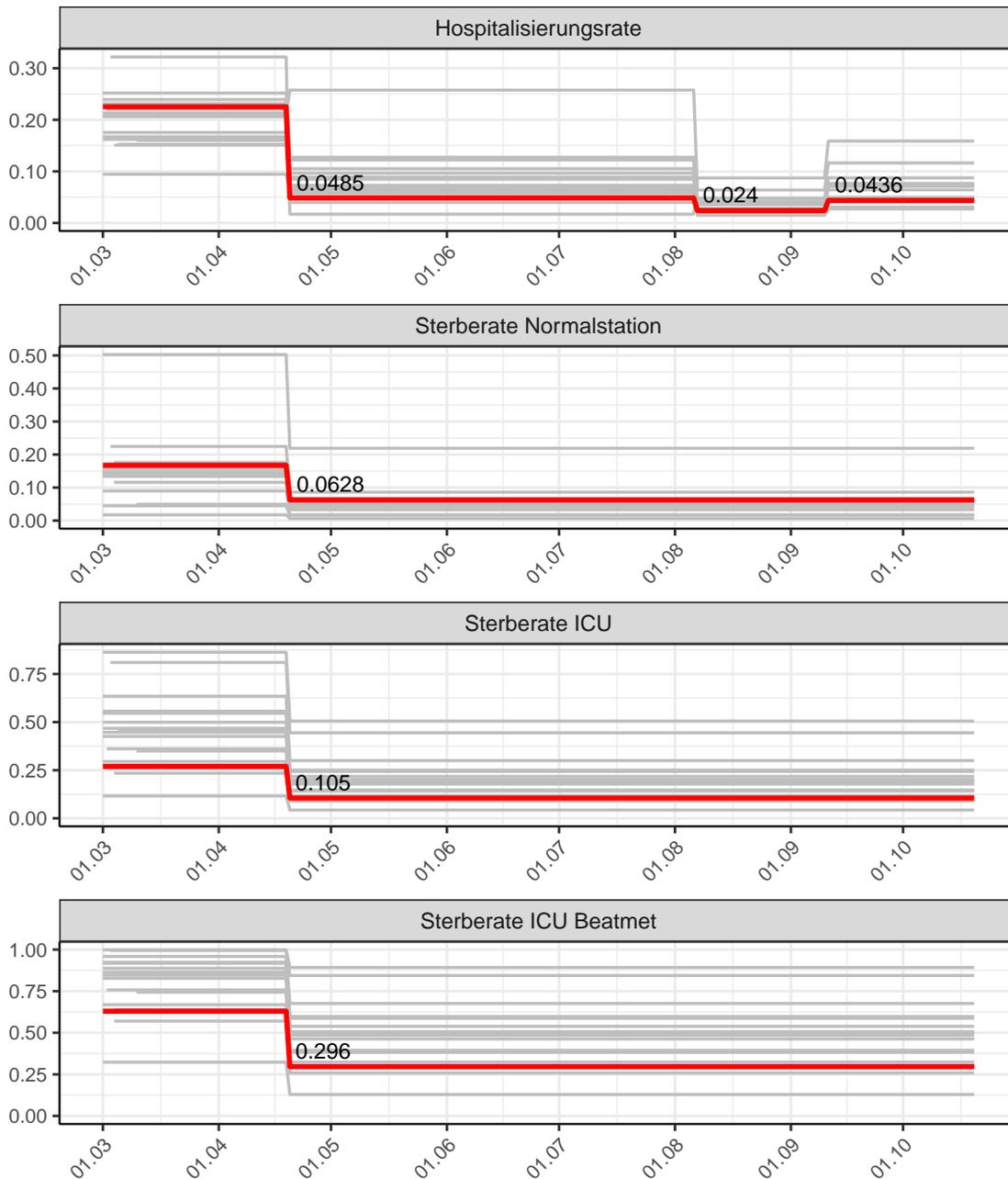


Abbildung 79: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Hessen

8.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.6$)

Abb. 80 und 81 stellen auf einer linearen (80) und einer halblogarithmischen (81) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Hessen dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

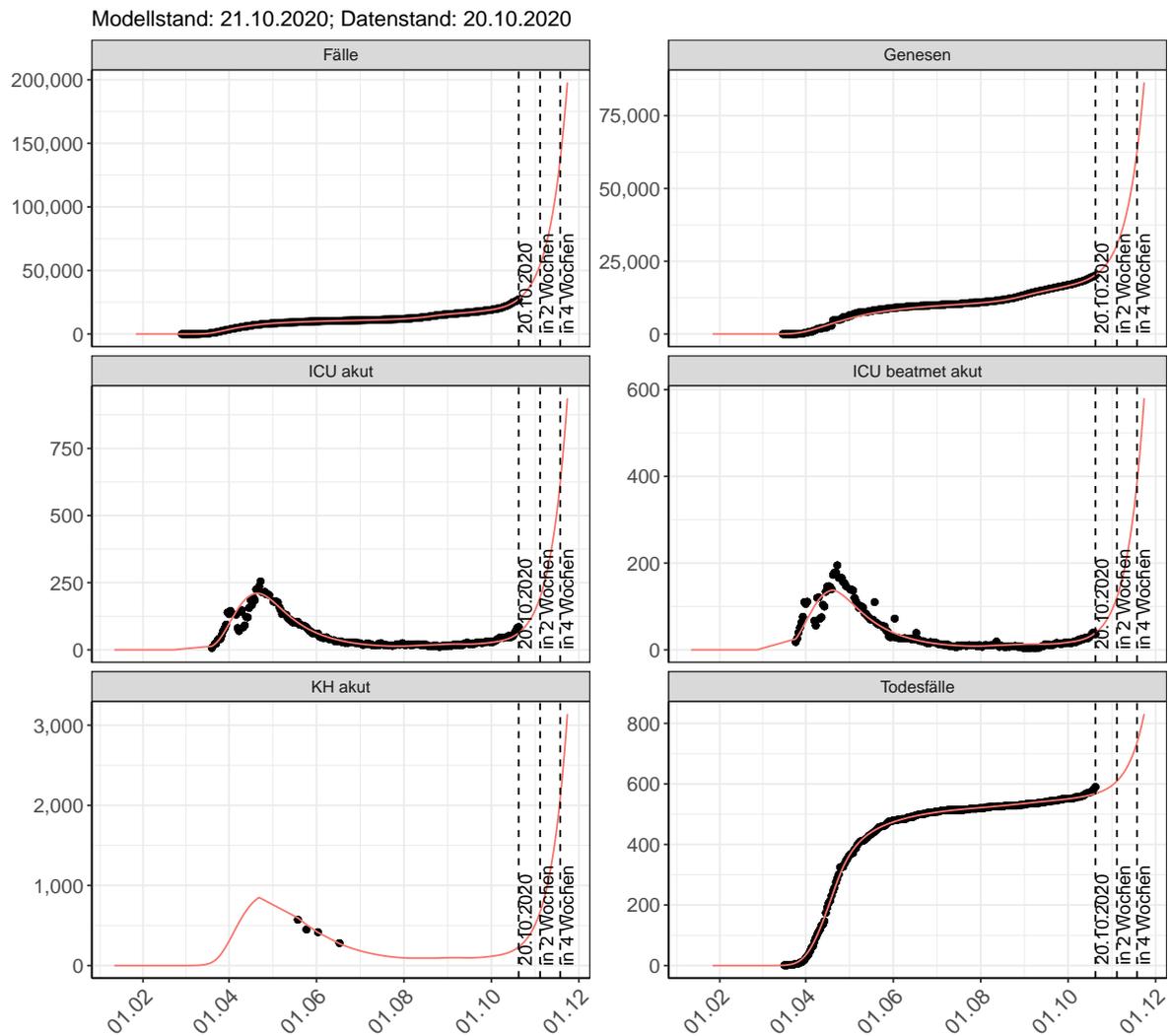


Abbildung 80: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Hessen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

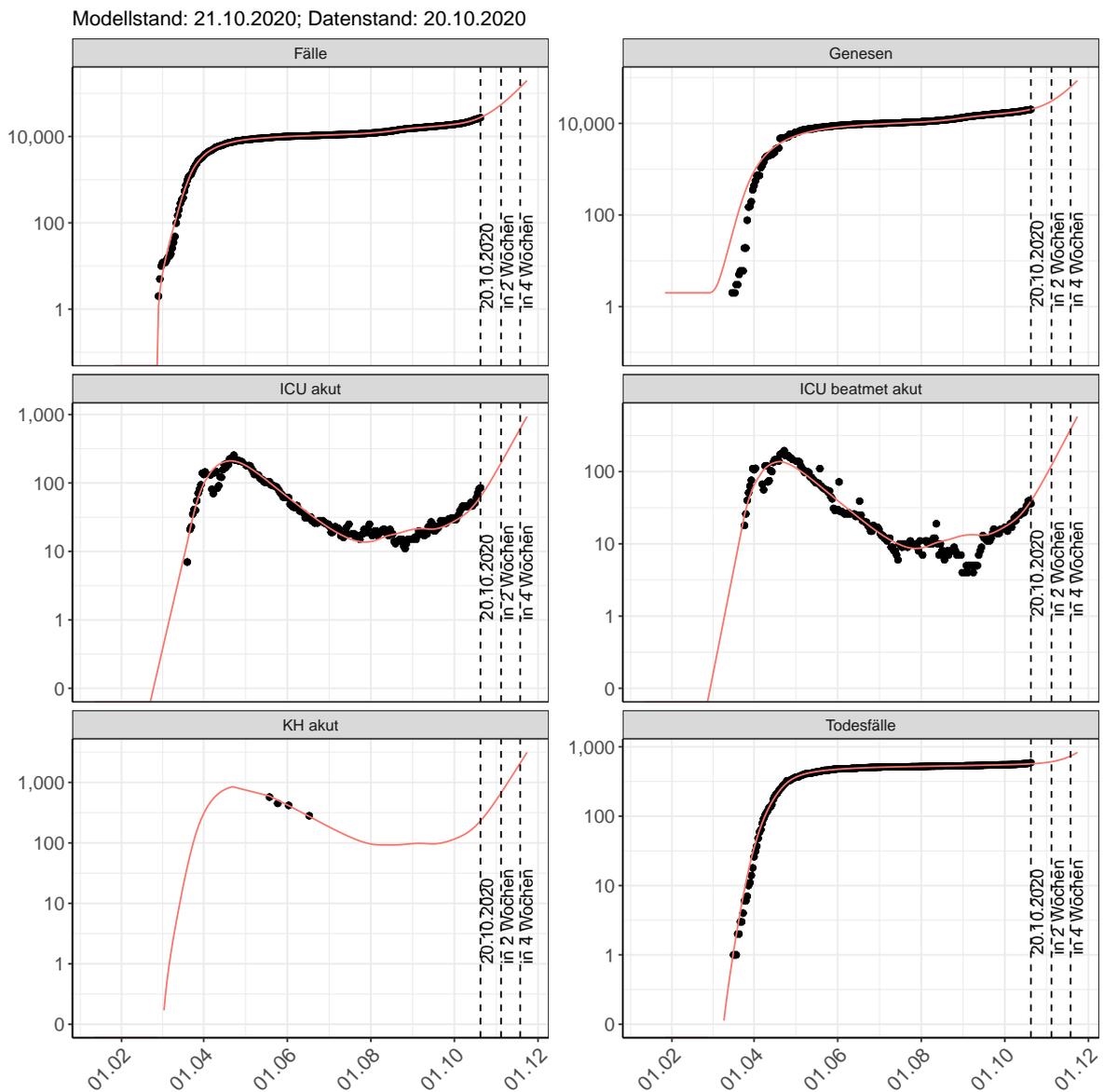


Abbildung 81: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Hessen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 82 und 83 stellen auf einer linearen (82) und einer halblogarithmischen (83) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Hessen dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

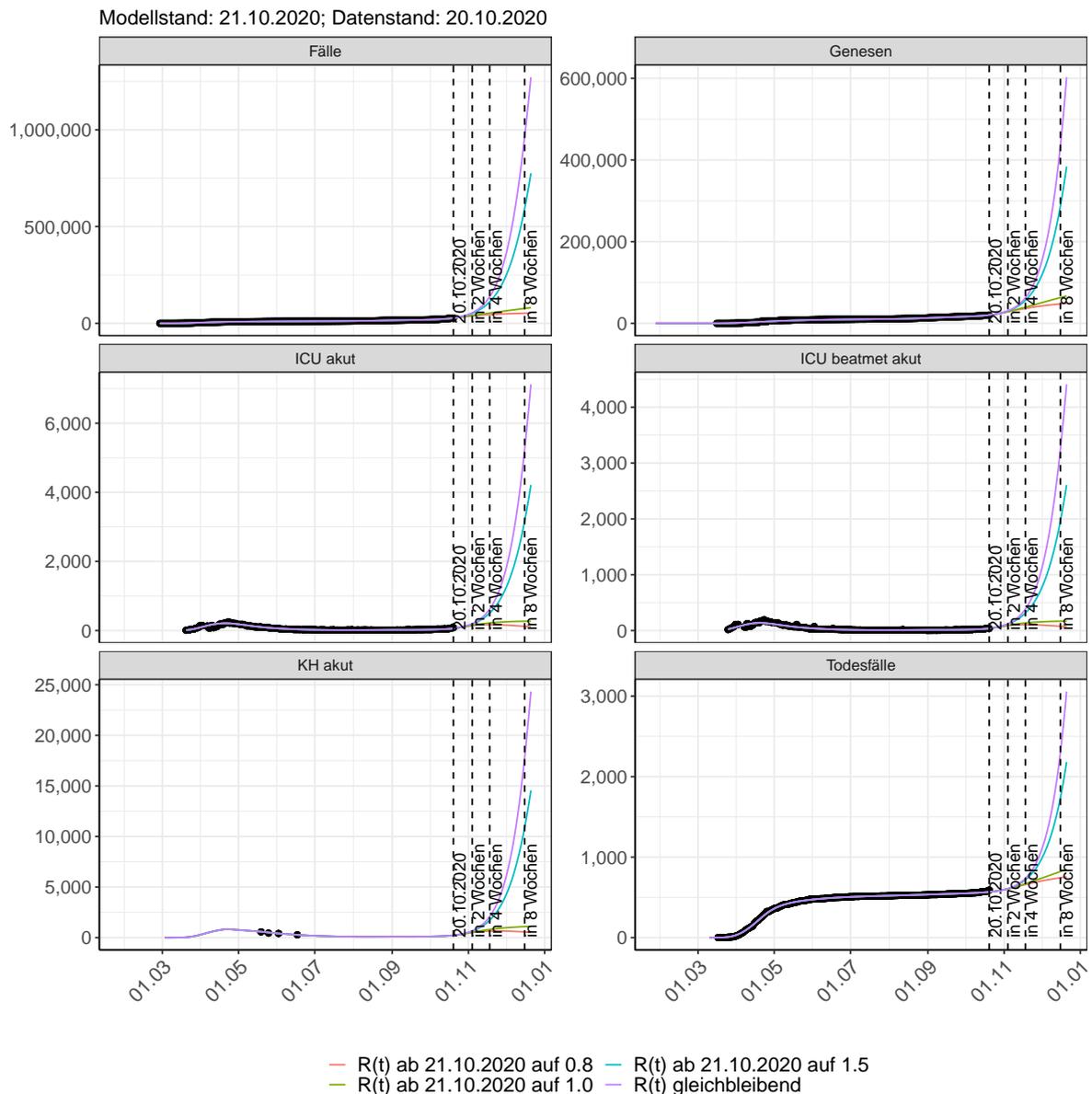


Abbildung 82: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Hessen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

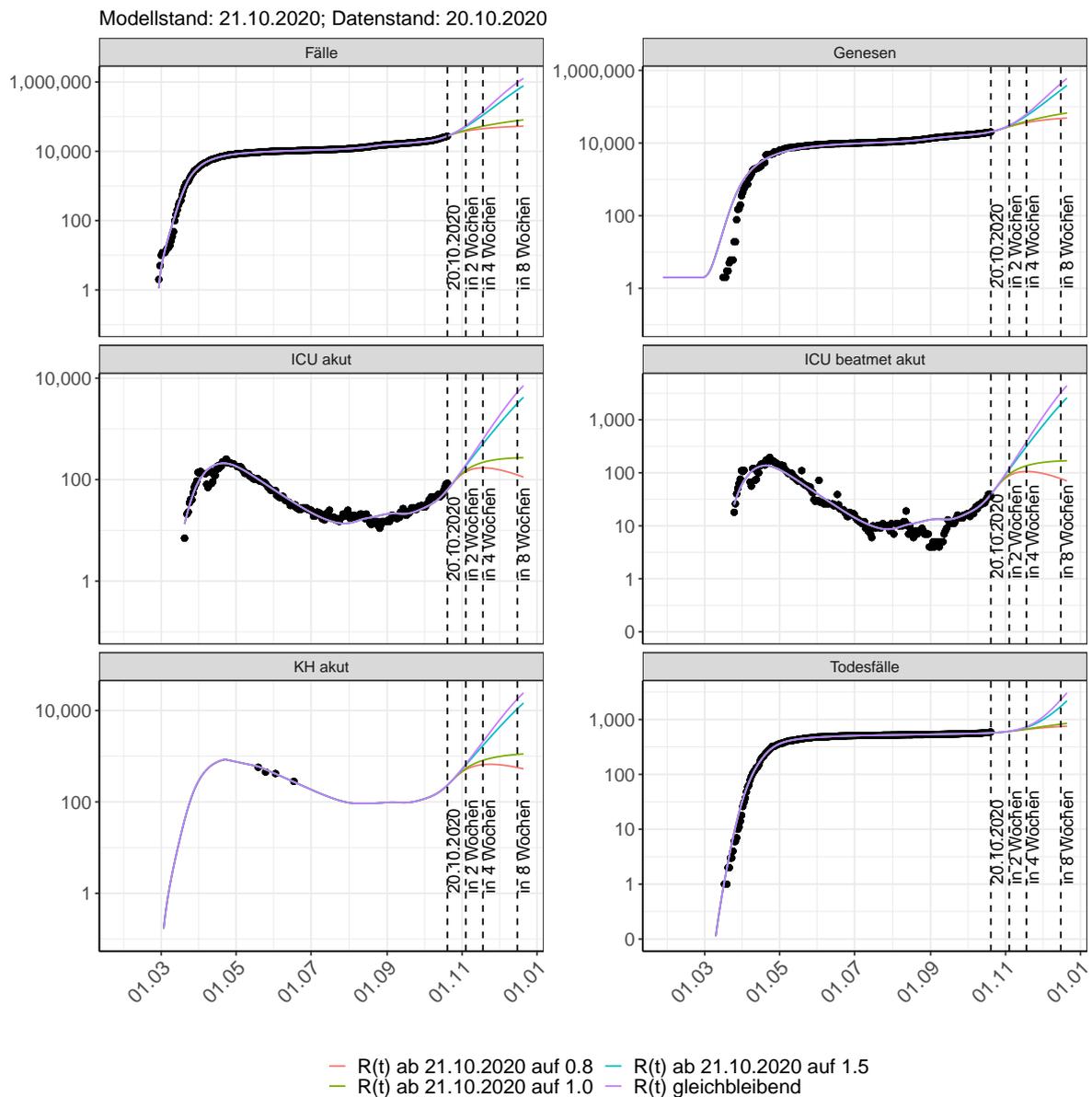


Abbildung 83: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Hessen unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 84 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

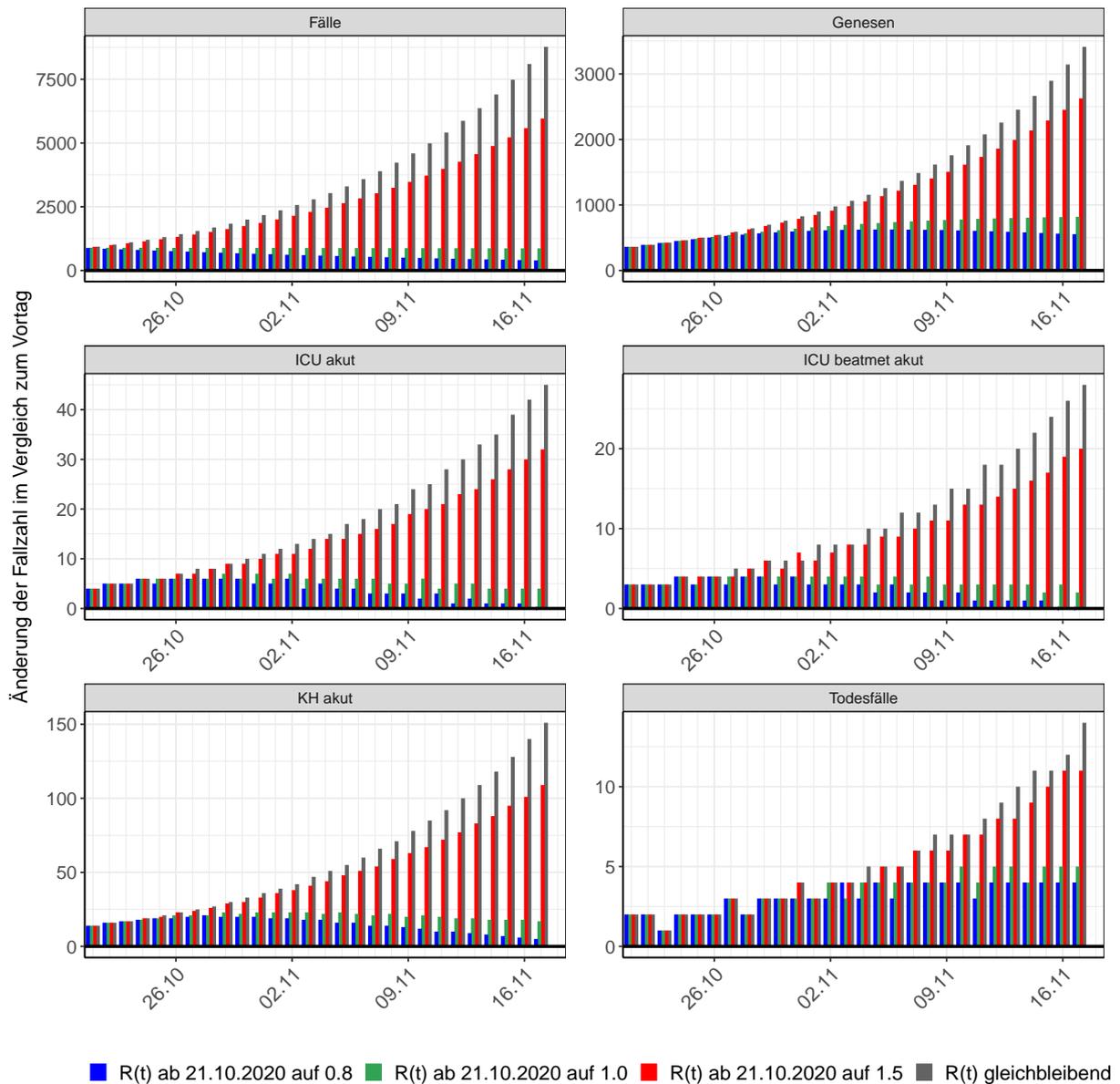


Abbildung 84: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Hessen

9 Mecklenburg-Vorpommern

9.1 Modellbeschreibung

Abb. 85 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Mecklenburg-Vorpommern dar.

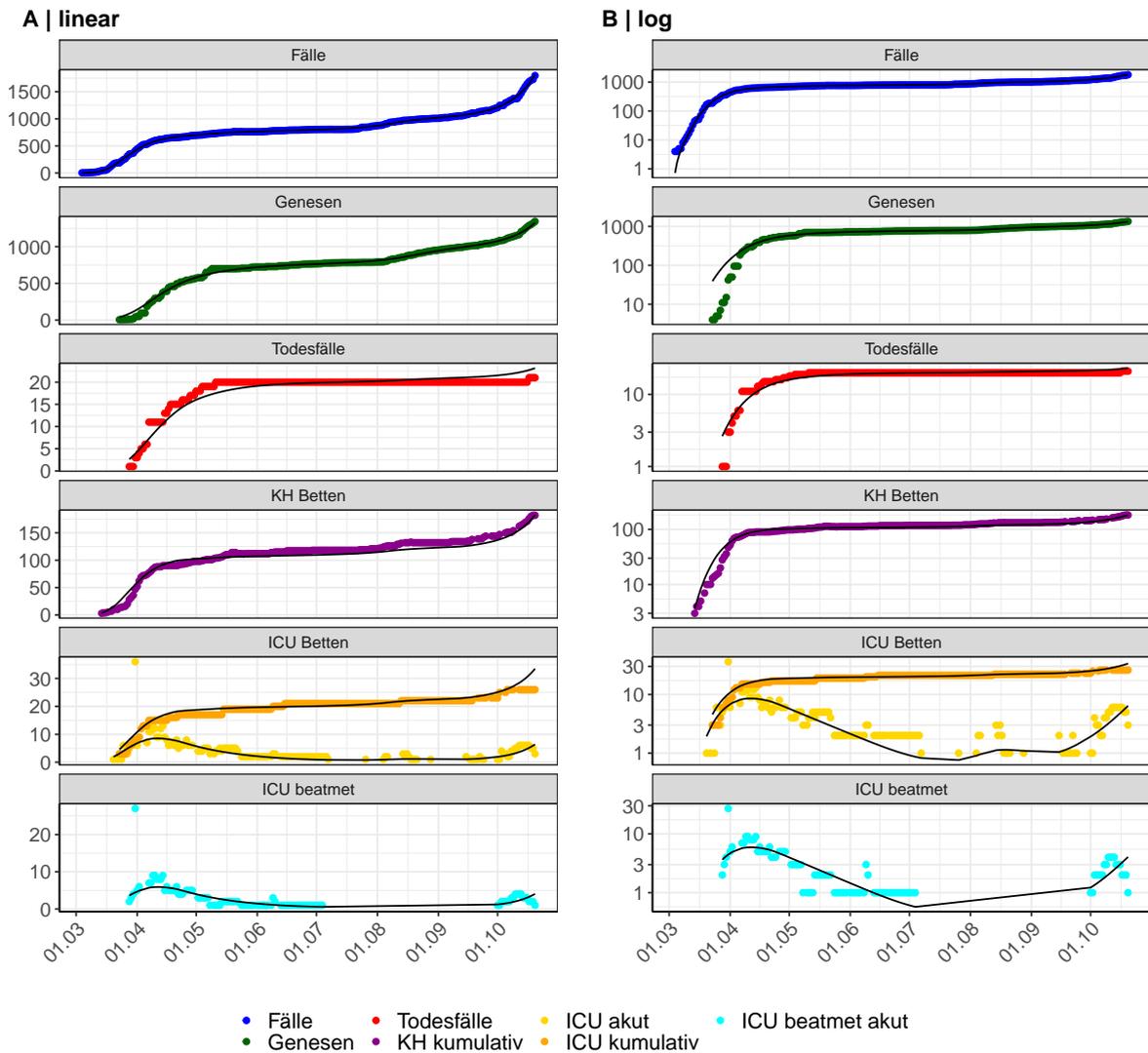


Abbildung 85: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Mecklenburg-Vorpommern. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 86 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Mecklenburg-Vorpommern. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

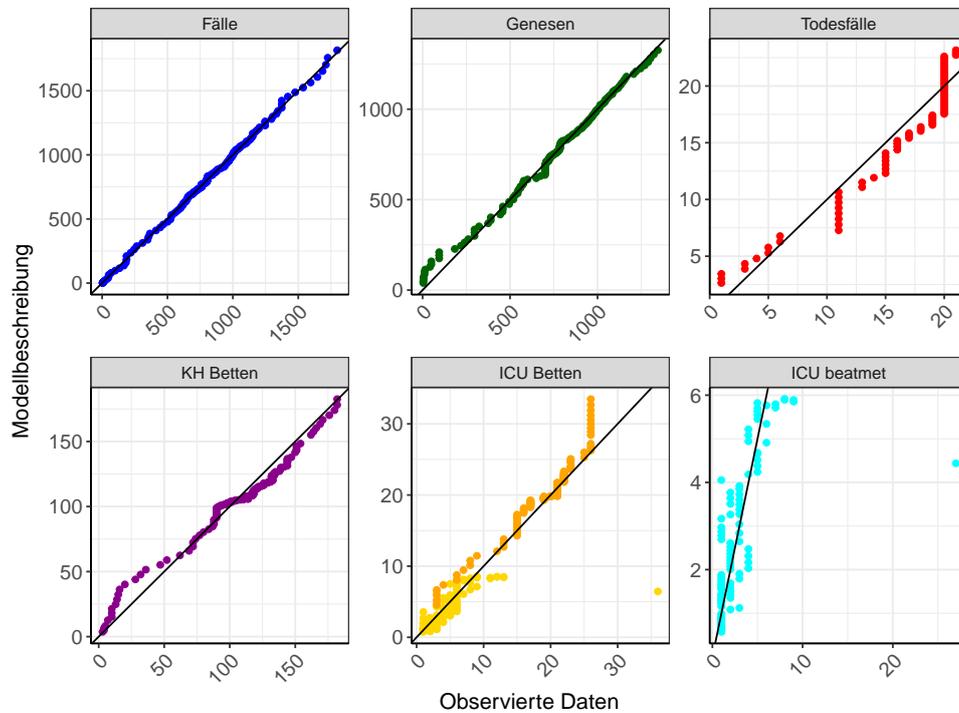


Abbildung 86: Goodness-of-Fit Plots für Mecklenburg-Vorpommern. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 87 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Mecklenburg-Vorpommern (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

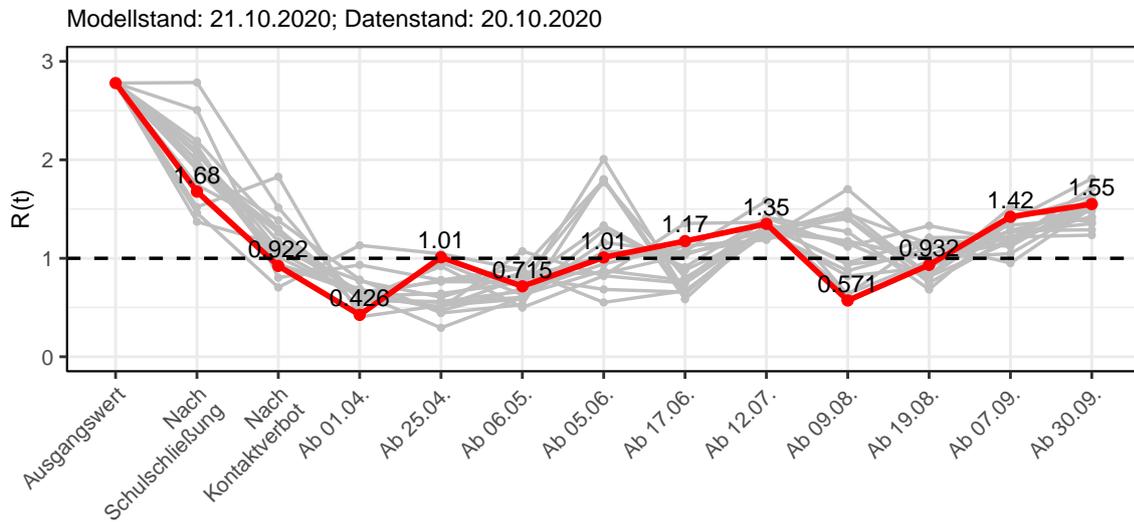


Abbildung 87: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Mecklenburg-Vorpommern

Abb. 88 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Mecklenburg-Vorpommern (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

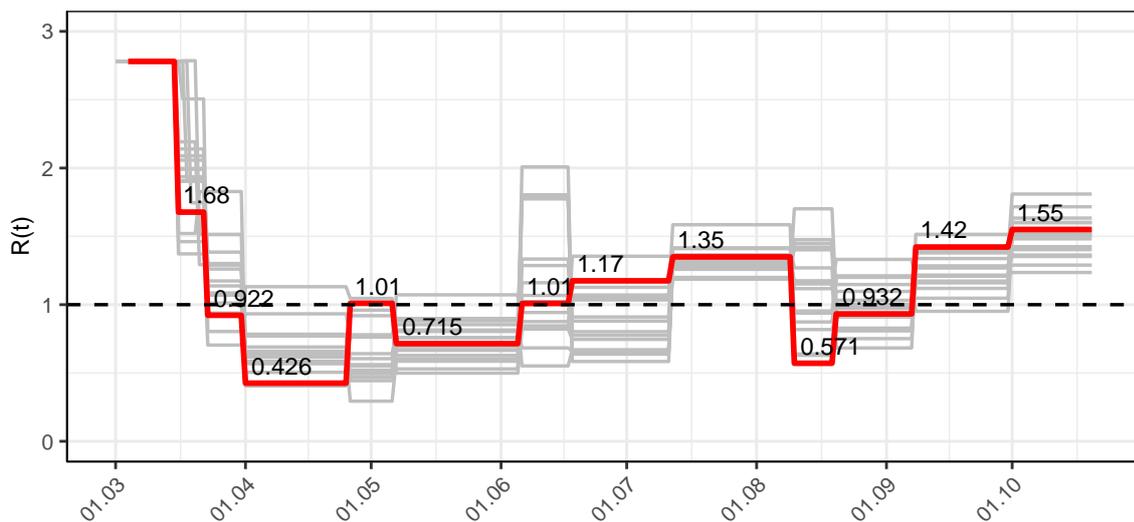


Abbildung 88: $R(t)$ Werte über die Zeit für Mecklenburg-Vorpommern

Abb. 89 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Mecklenburg-Vorpommern (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

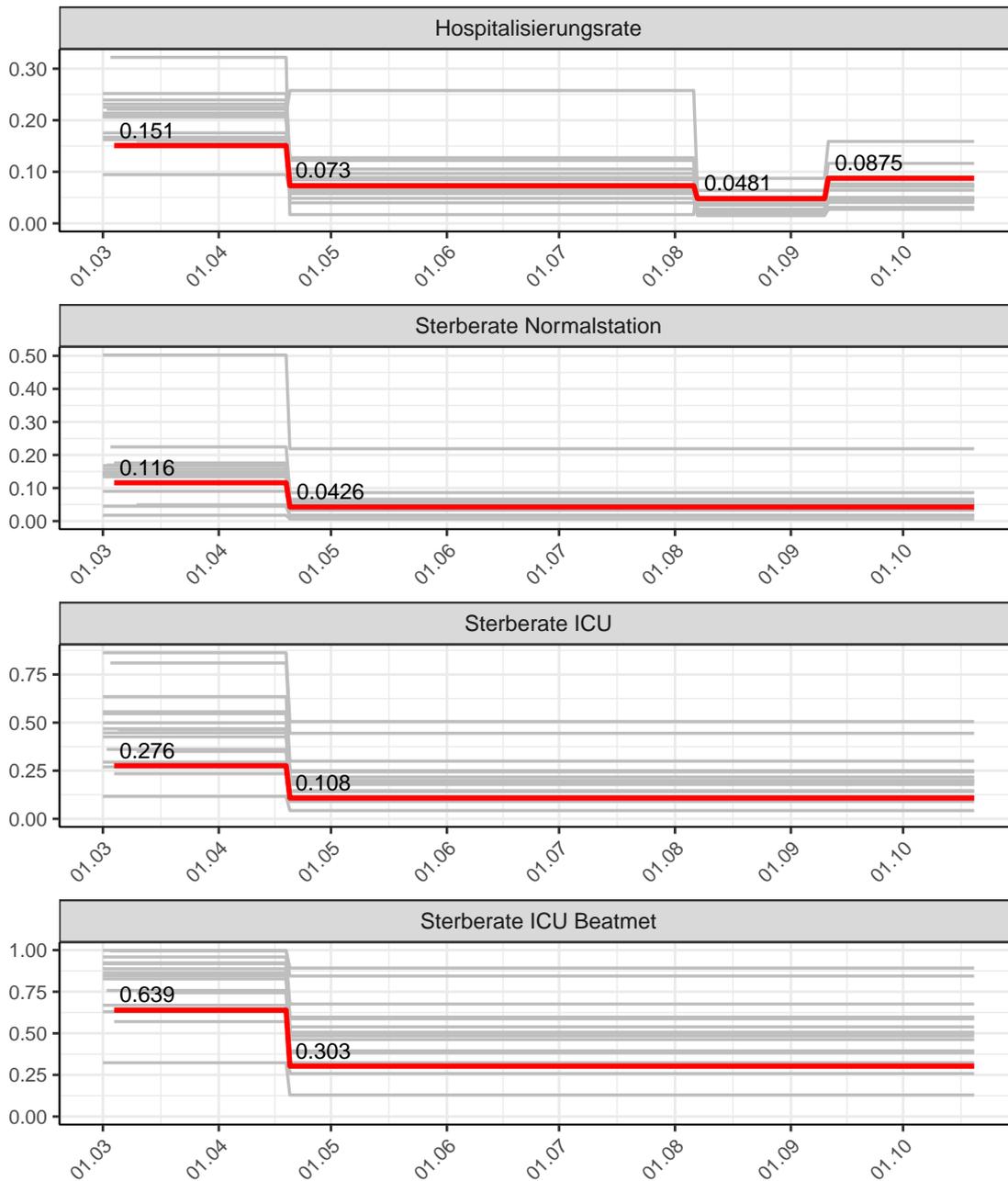


Abbildung 89: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Mecklenburg-Vorpommern

9.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.55$)

Abb. 90 und 91 stellen auf einer linearen (90) und einer halblogarithmischen (91) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Mecklenburg-Vorpommern dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

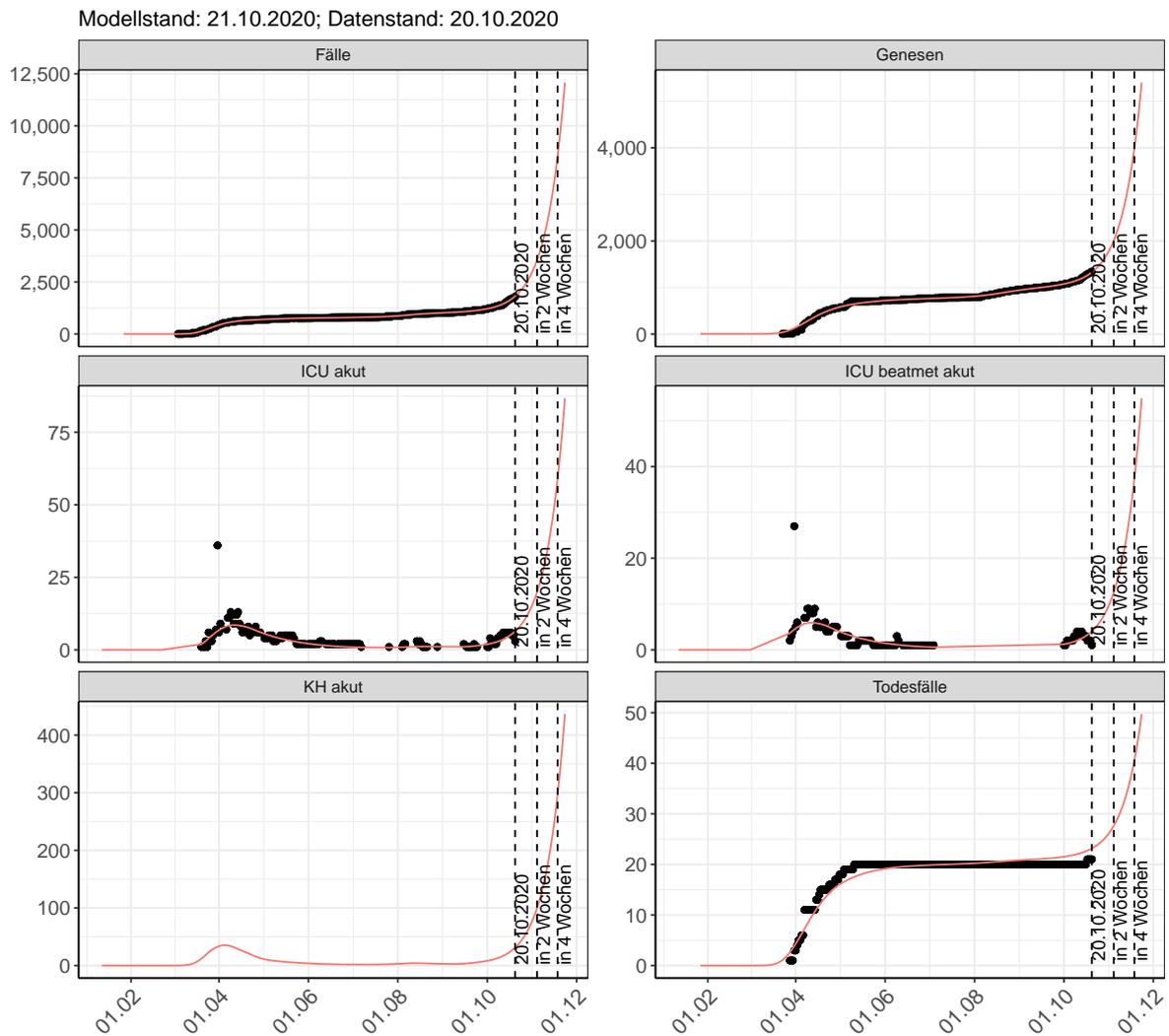


Abbildung 90: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Mecklenburg-Vorpommern für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

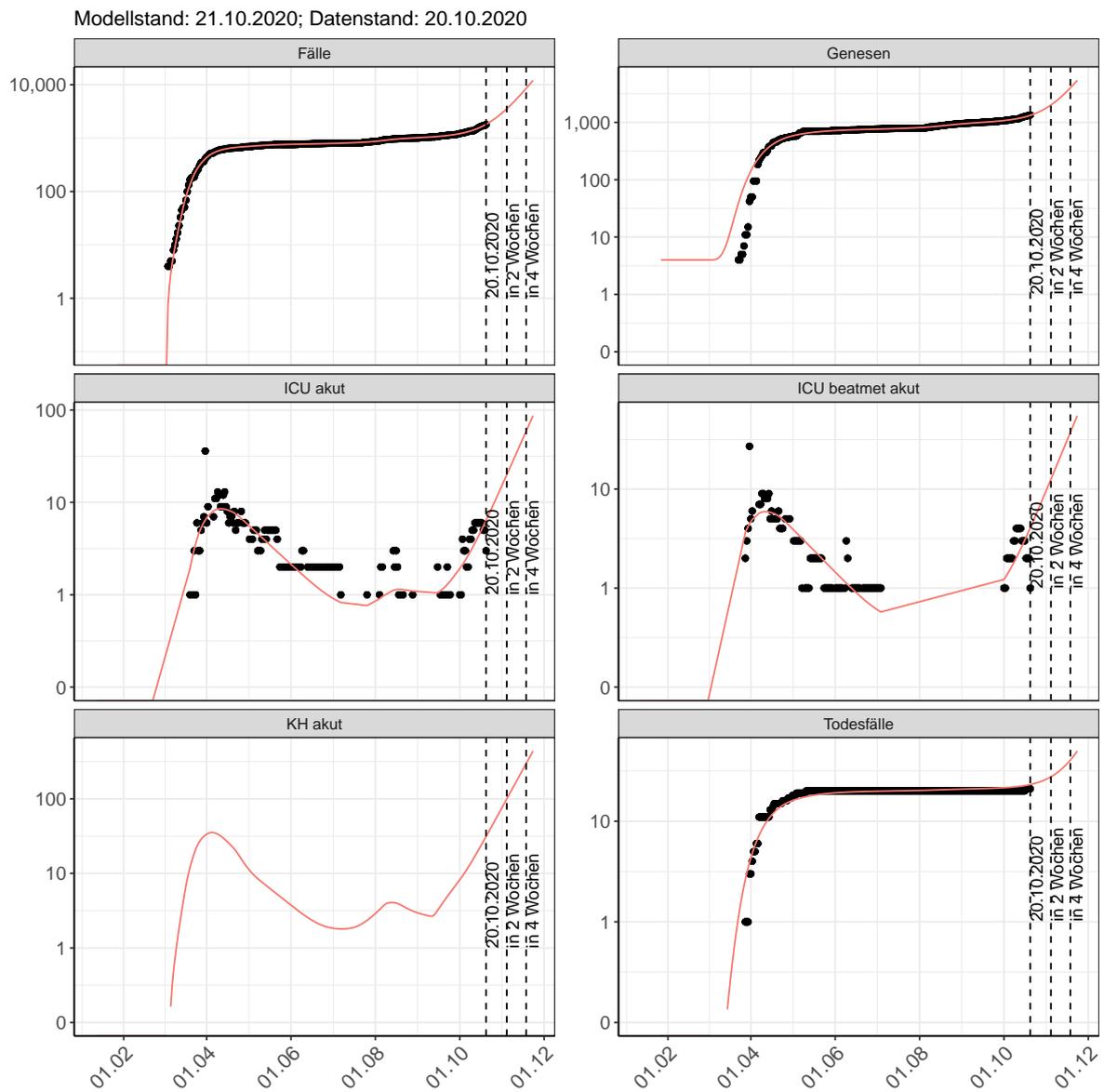


Abbildung 91: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Mecklenburg-Vorpommern für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 92 und 93 stellen auf einer linearen (92) und einer halblogarithmischen (93) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Mecklenburg-Vorpommern dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

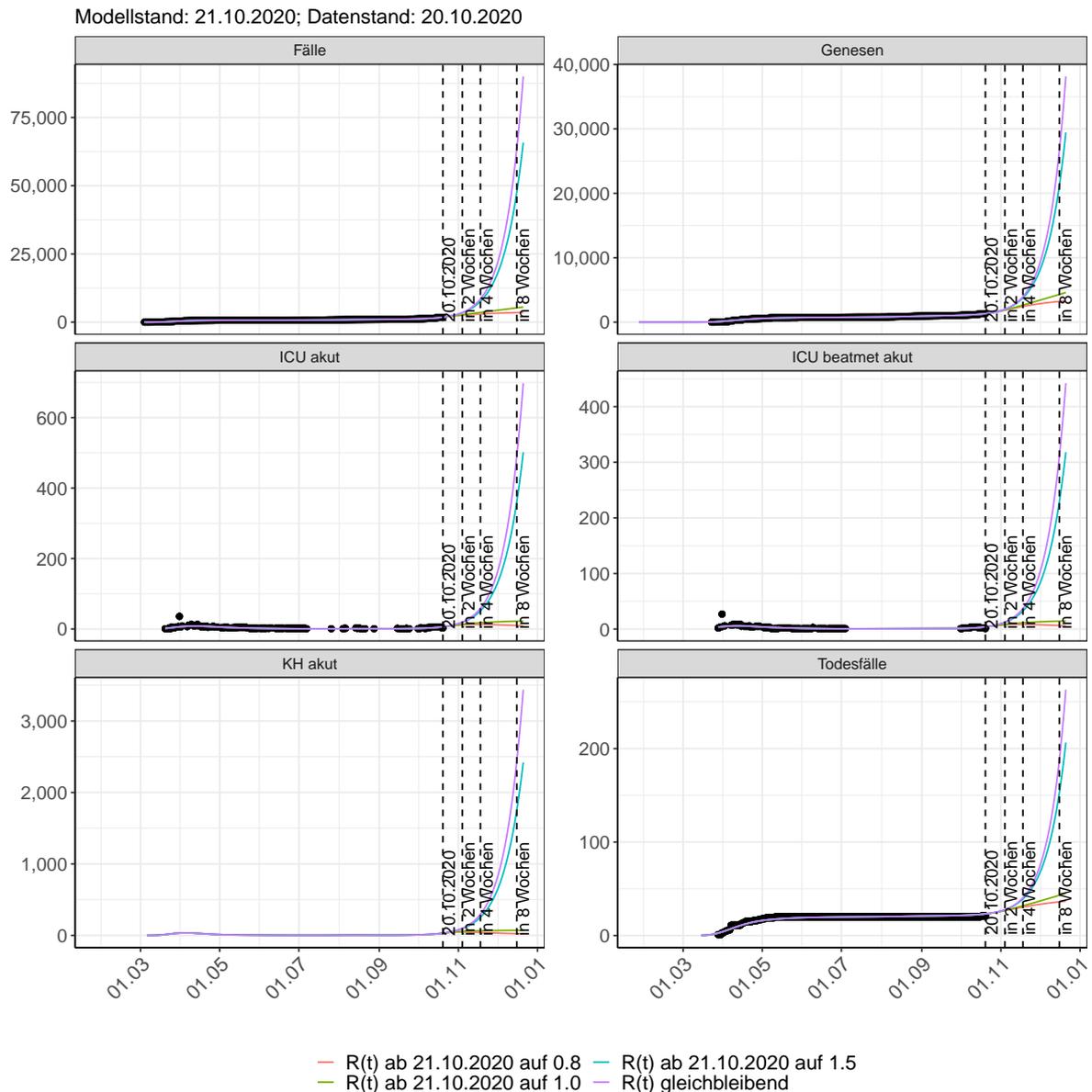


Abbildung 92: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Mecklenburg-Vorpommern unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

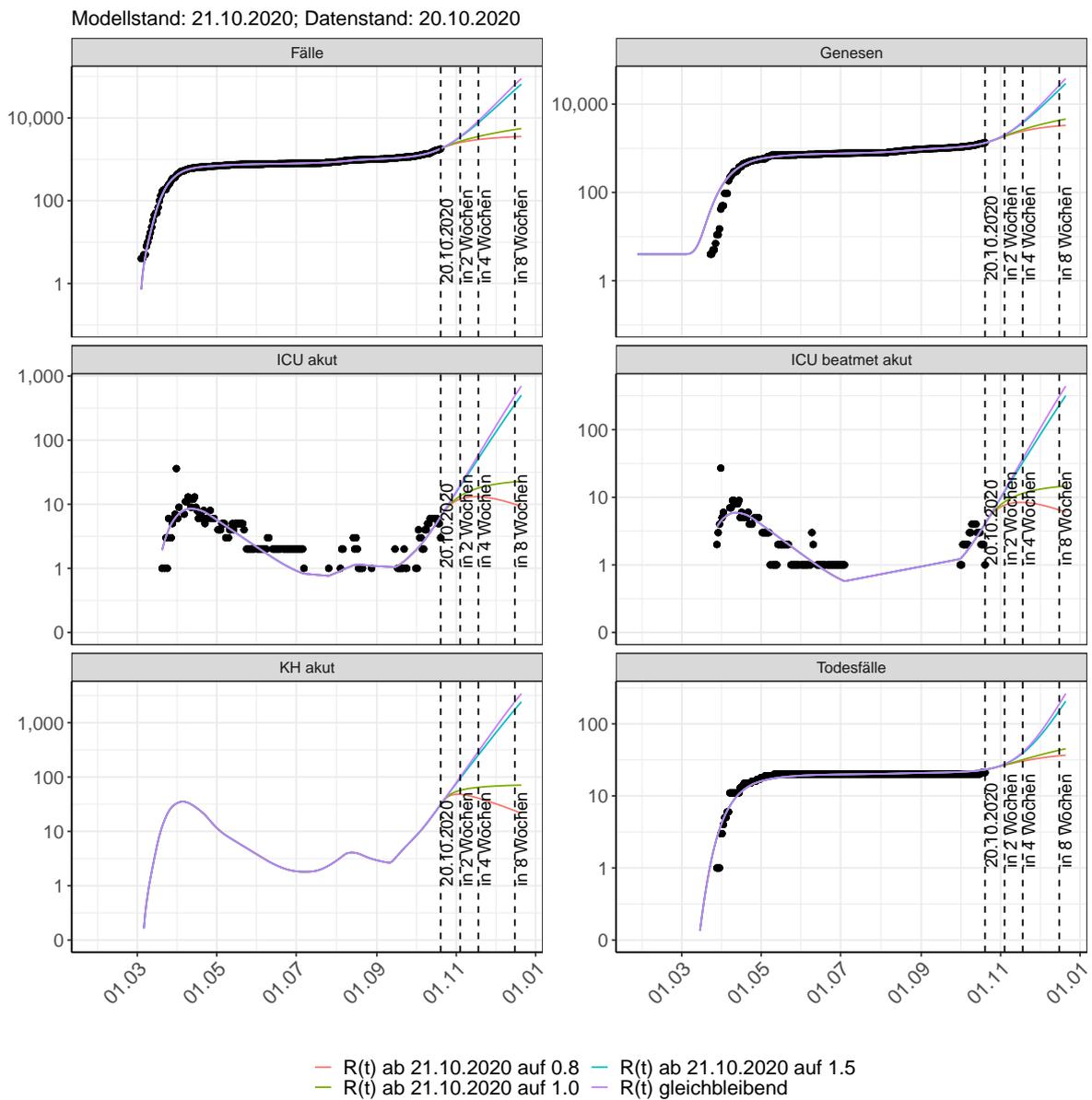


Abbildung 93: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Mecklenburg-Vorpommern unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 94 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

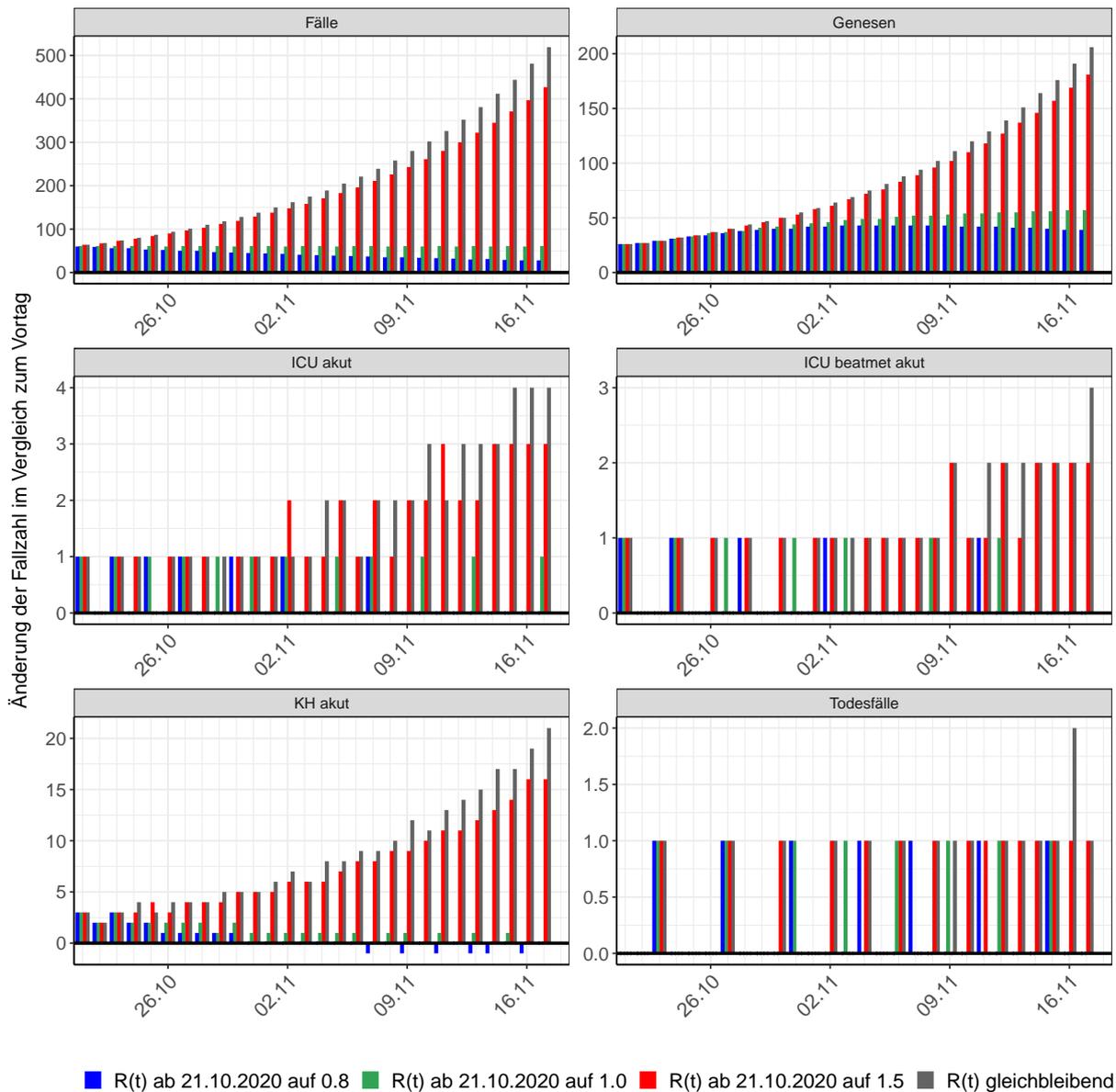


Abbildung 94: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Mecklenburg-Vorpommern

10 Niedersachsen

10.1 Modellbeschreibung

Abb. 95 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Niedersachsen dar.

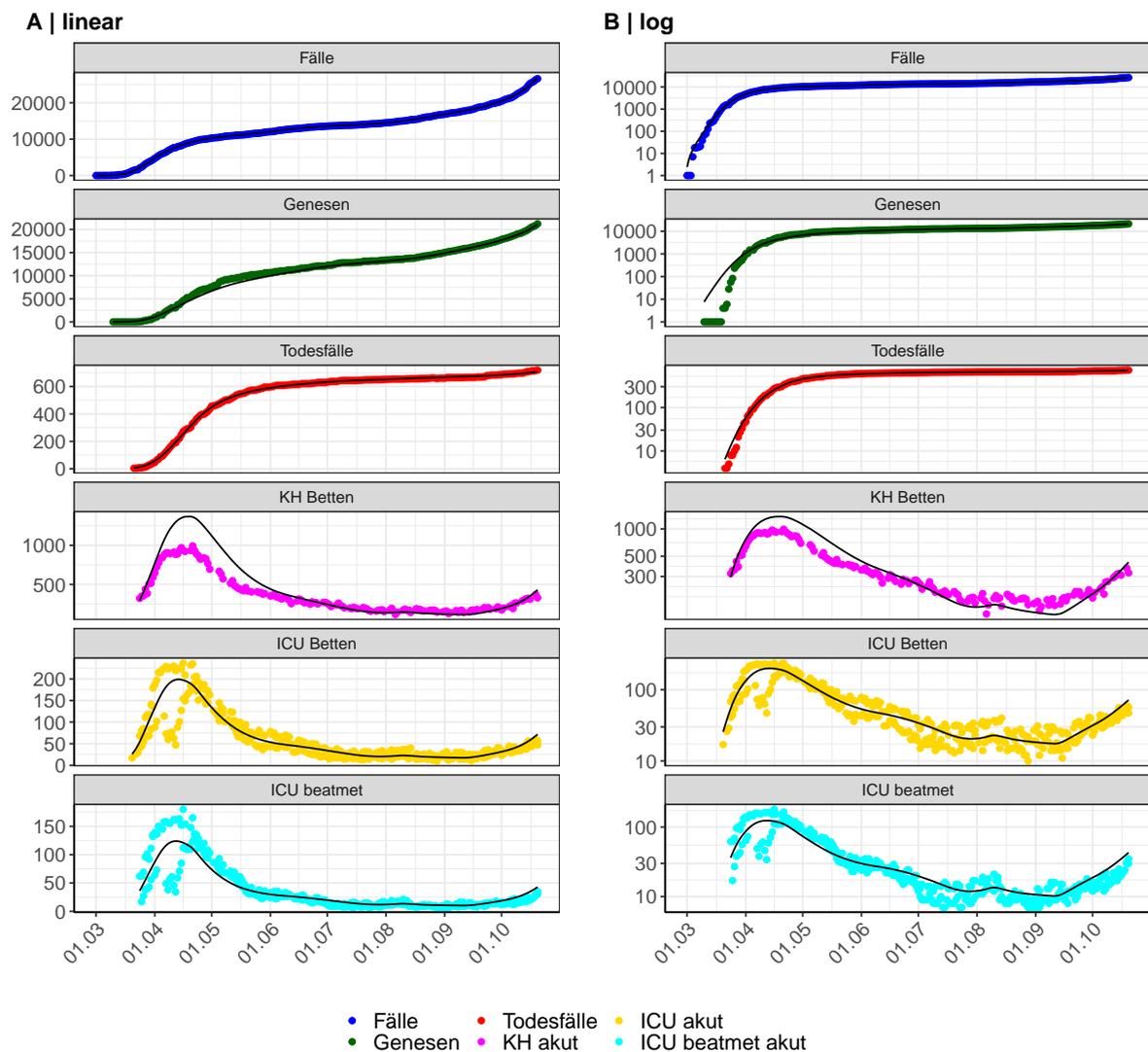


Abbildung 95: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Niedersachsen. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 96 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Niedersachsen. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

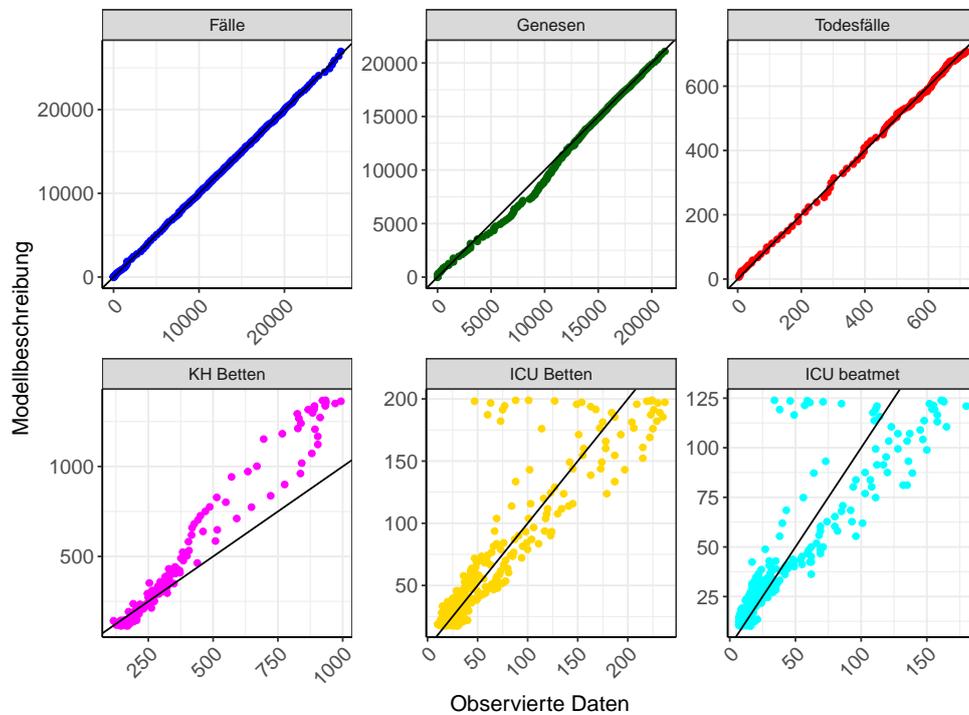


Abbildung 96: Goodness-of-Fit Plots für Niedersachsen. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 97 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Niedersachsen (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

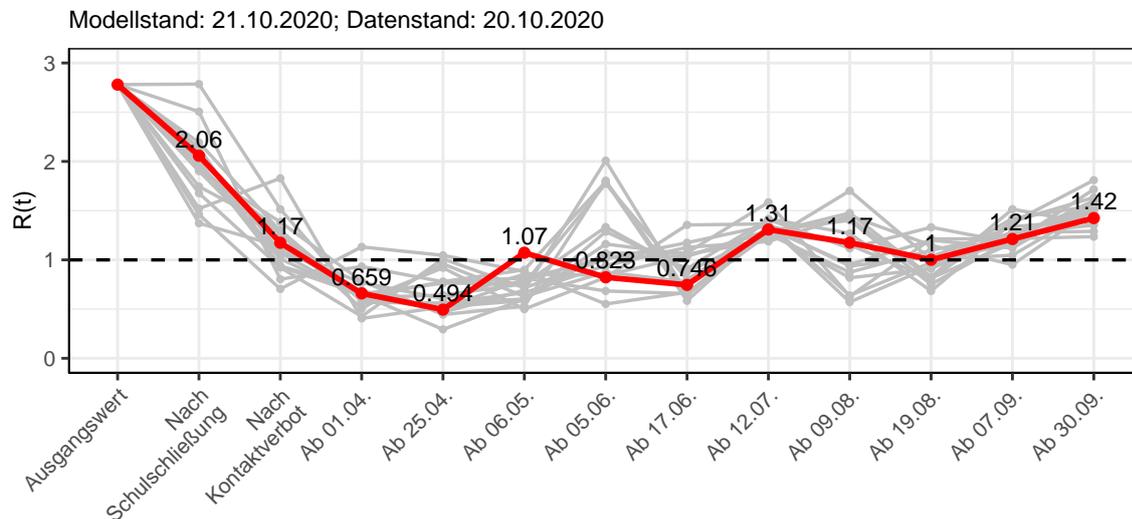


Abbildung 97: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Niedersachsen

Abb. 98 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Niedersachsen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

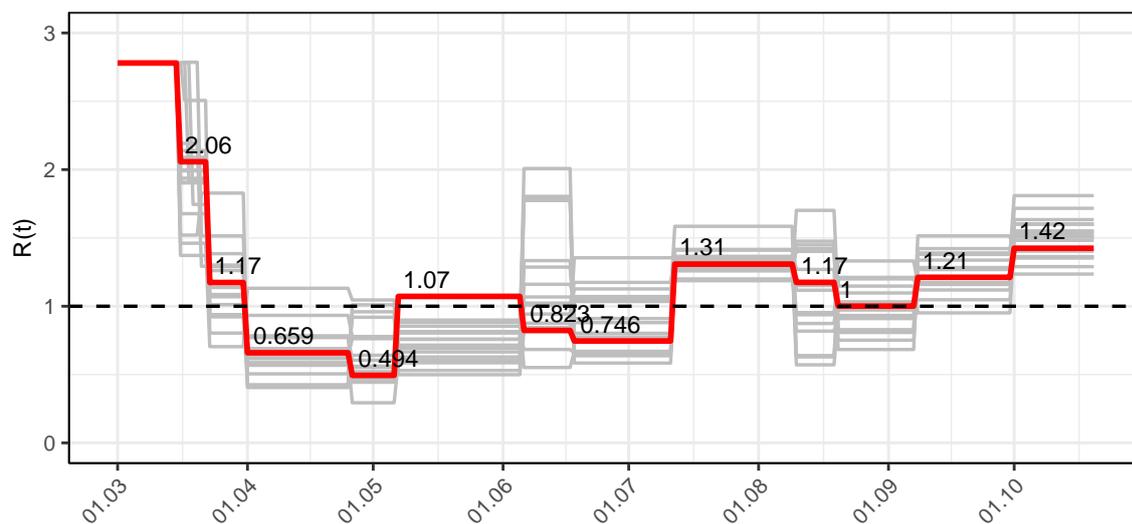


Abbildung 98: $R(t)$ Werte über die Zeit für Niedersachsen

Abb. 99 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Niedersachsen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

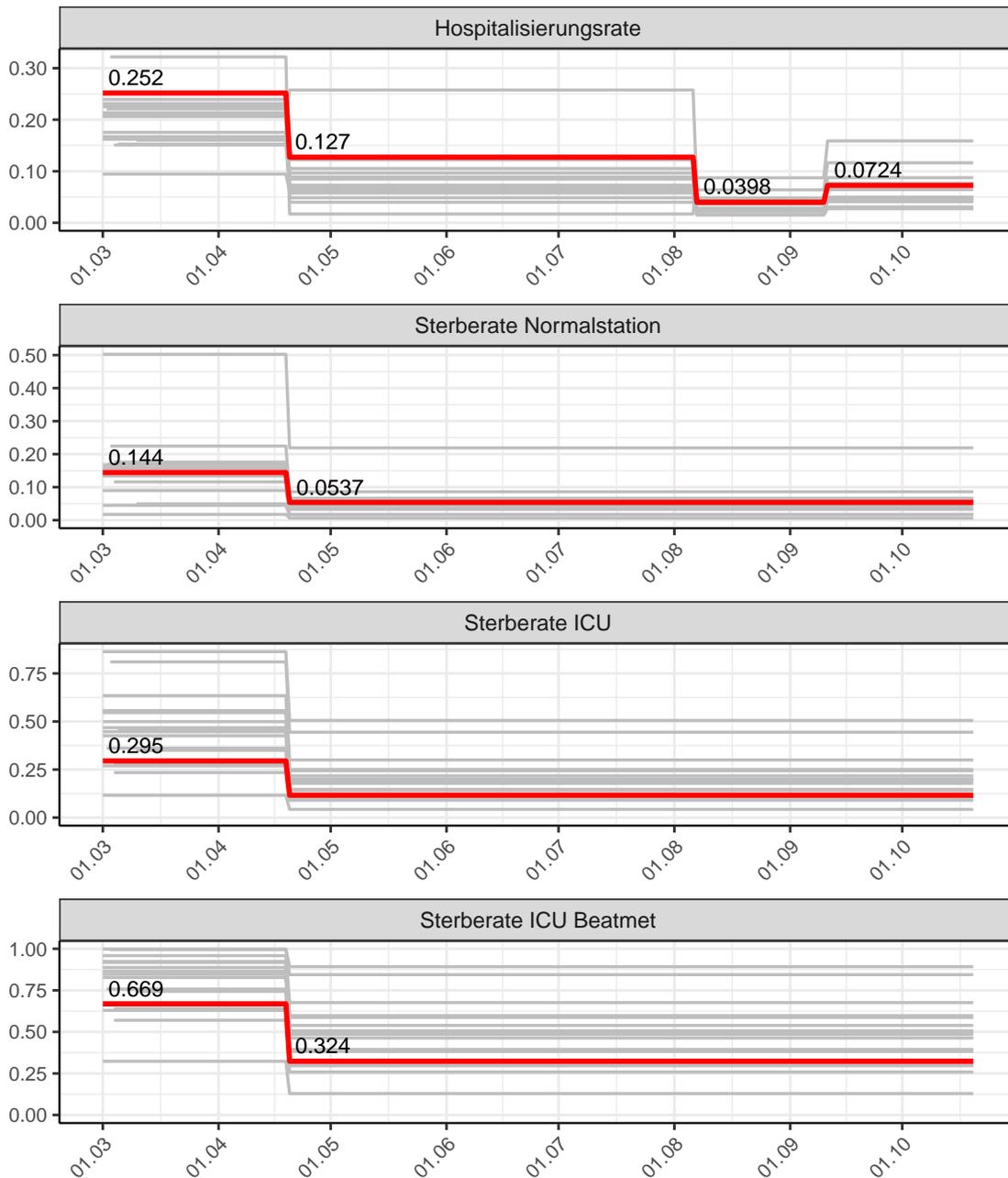


Abbildung 99: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Niedersachsen

10.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.42$)

Abb. 100 und 101 stellen auf einer linearen (100) und einer halblogarithmischen (101) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Niedersachsen dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

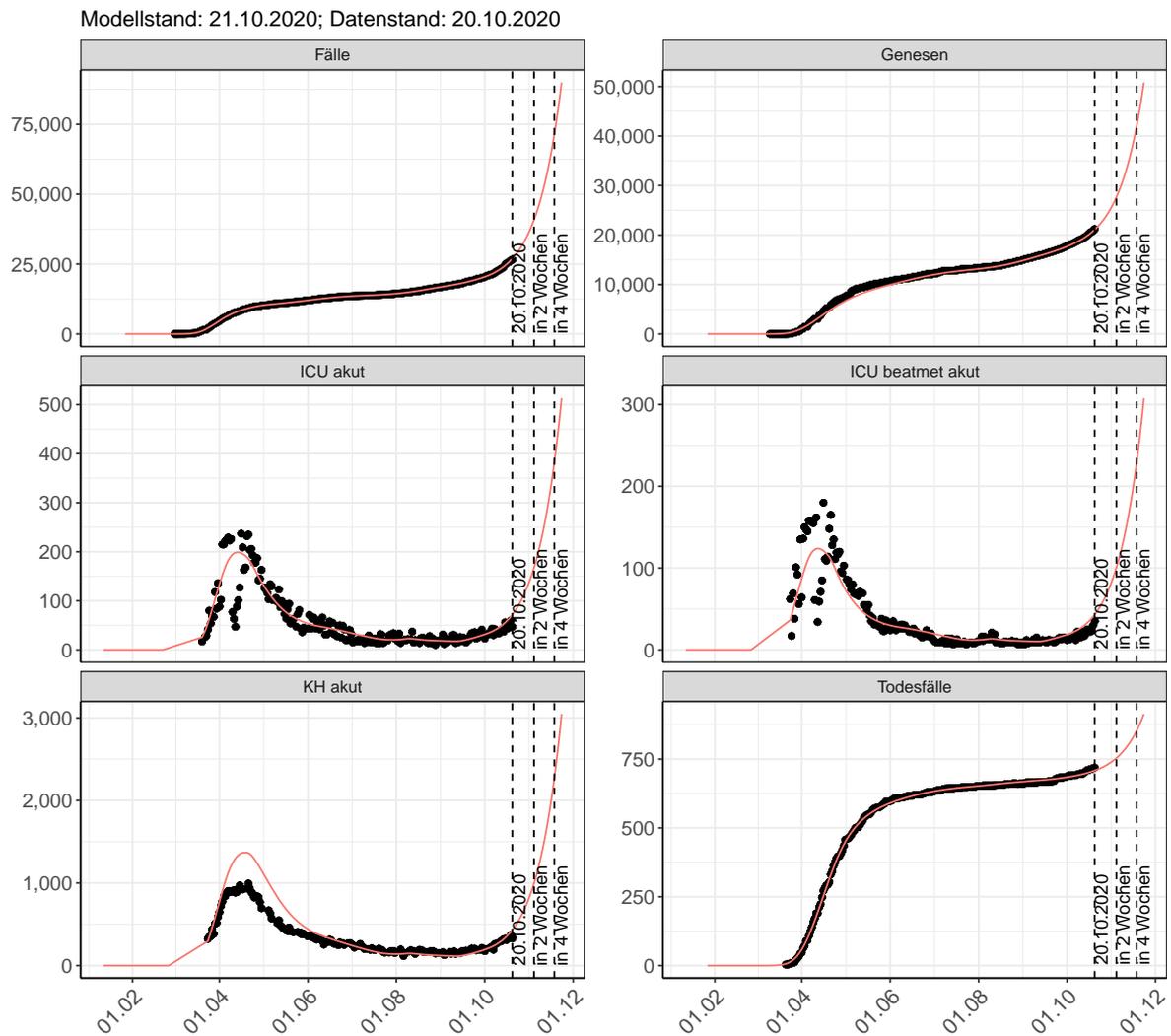


Abbildung 100: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Niedersachsen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

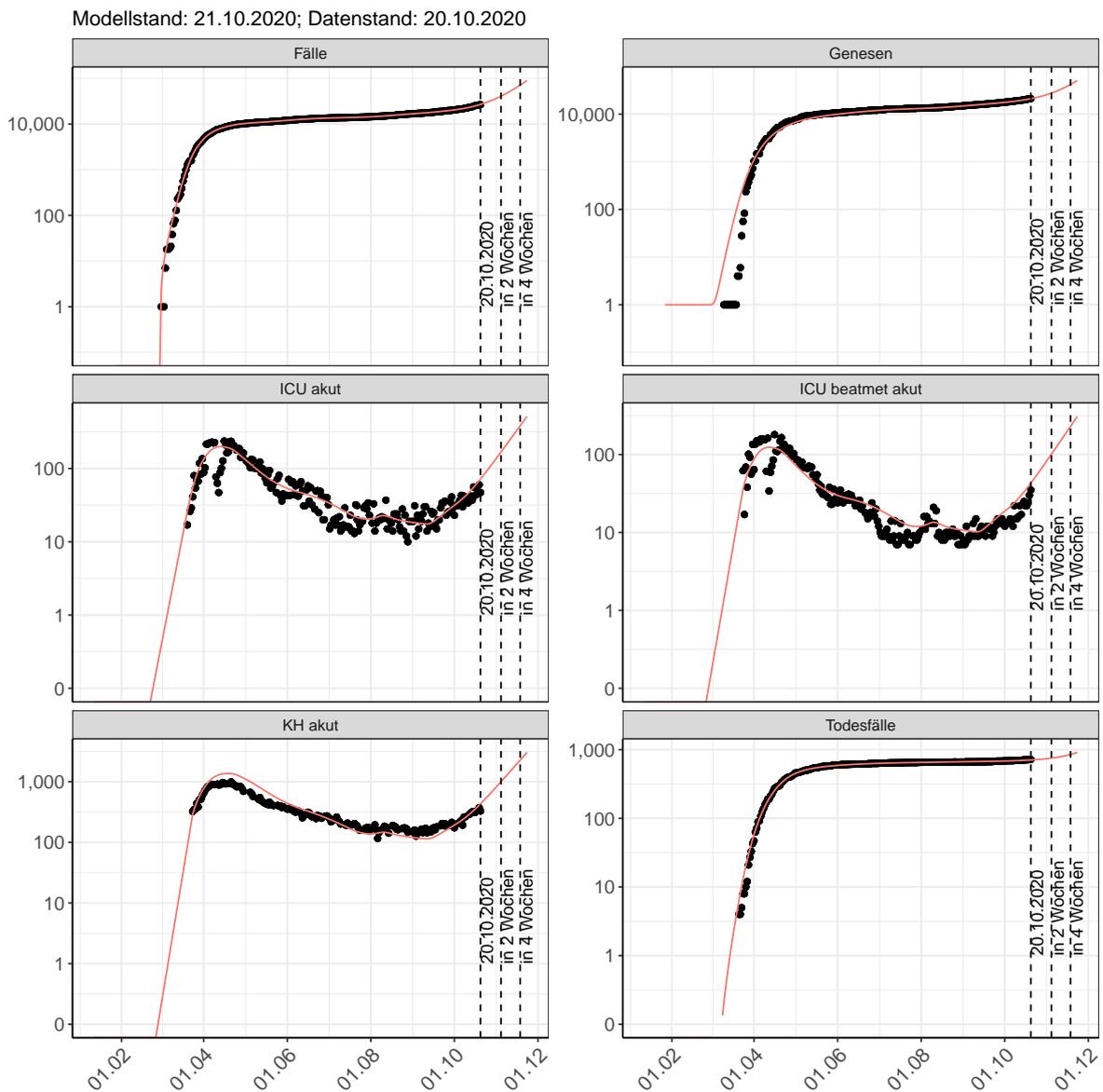


Abbildung 101: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Niedersachsen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 102 und 103 stellen auf einer linearen (102) und einer halblogarithmischen (103) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Niedersachsen dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

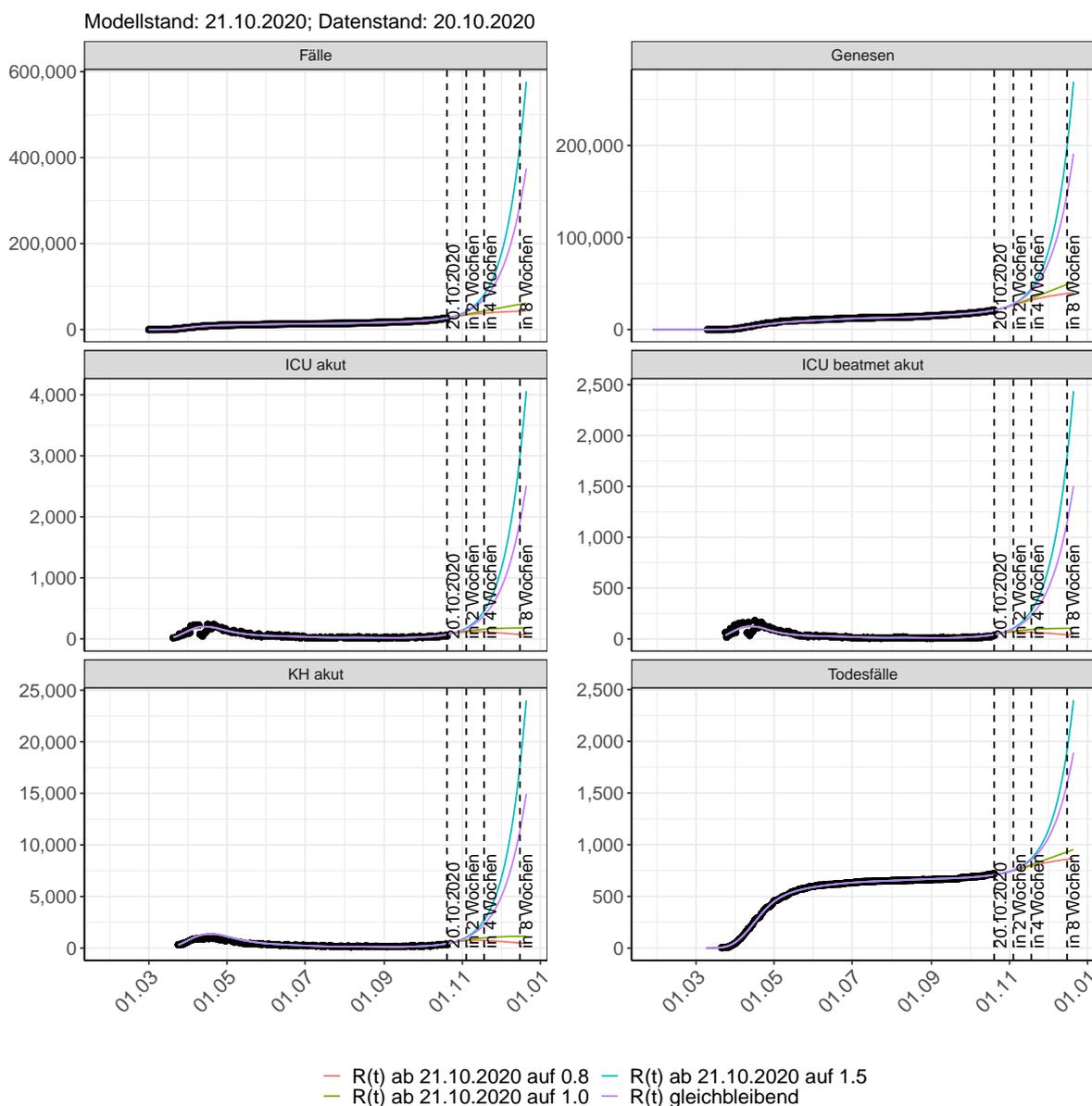


Abbildung 102: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Niedersachsen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

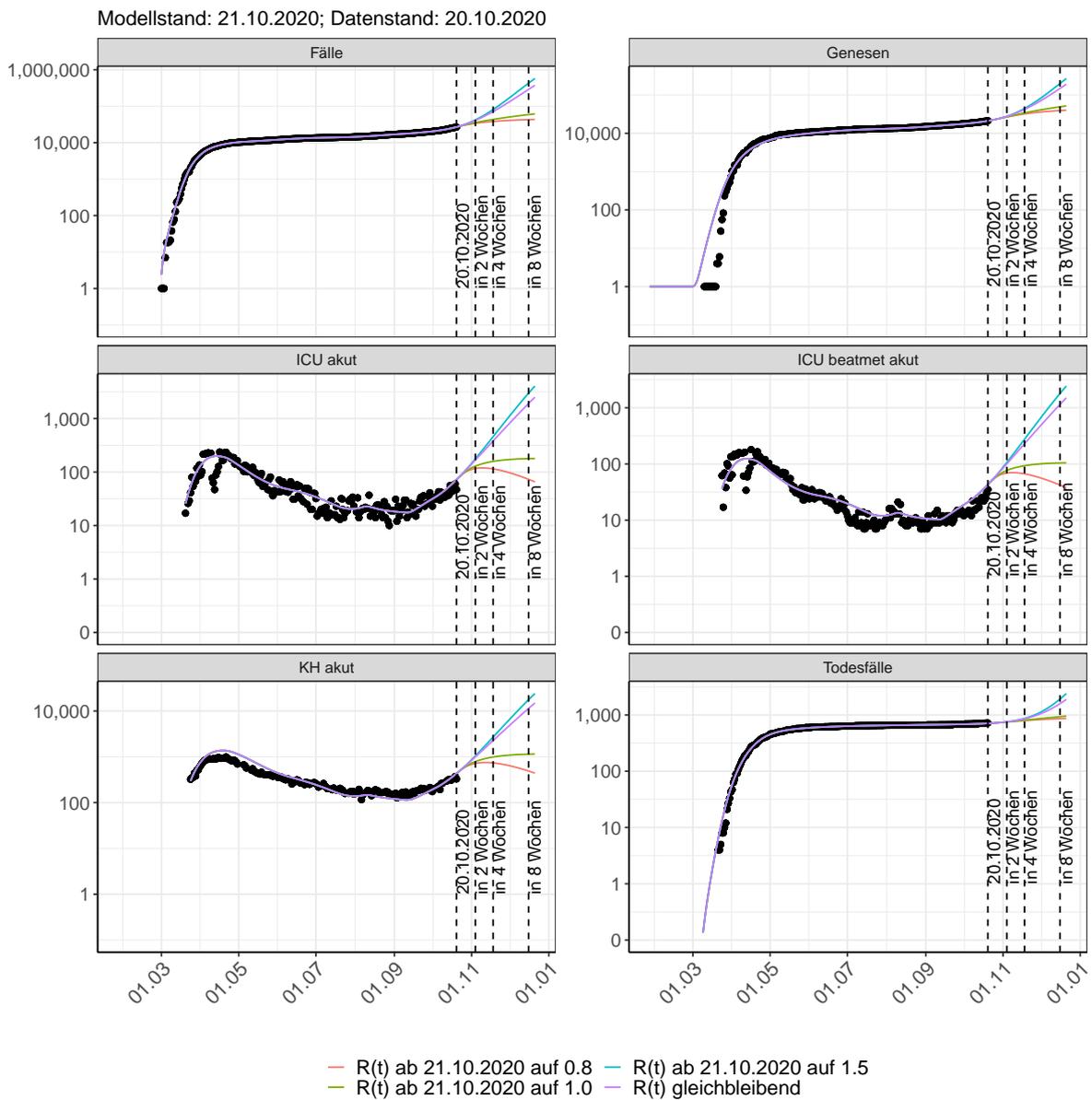


Abbildung 103: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Niedersachsen unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 104 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

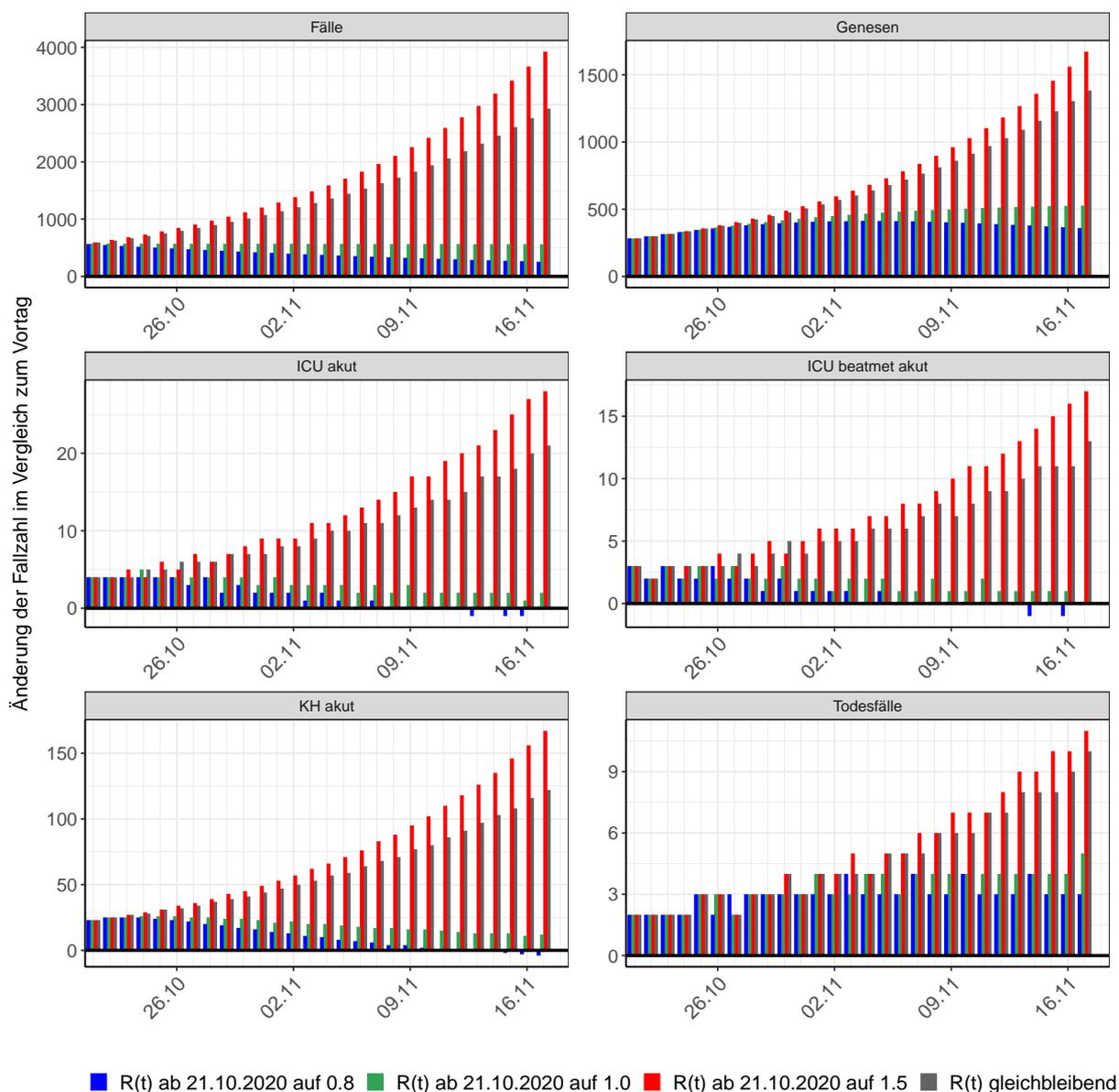


Abbildung 104: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Niedersachsen

11 Nordrhein-Westfalen

11.1 Modellbeschreibung

Abb. 105 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Nordrhein-Westfalen dar.

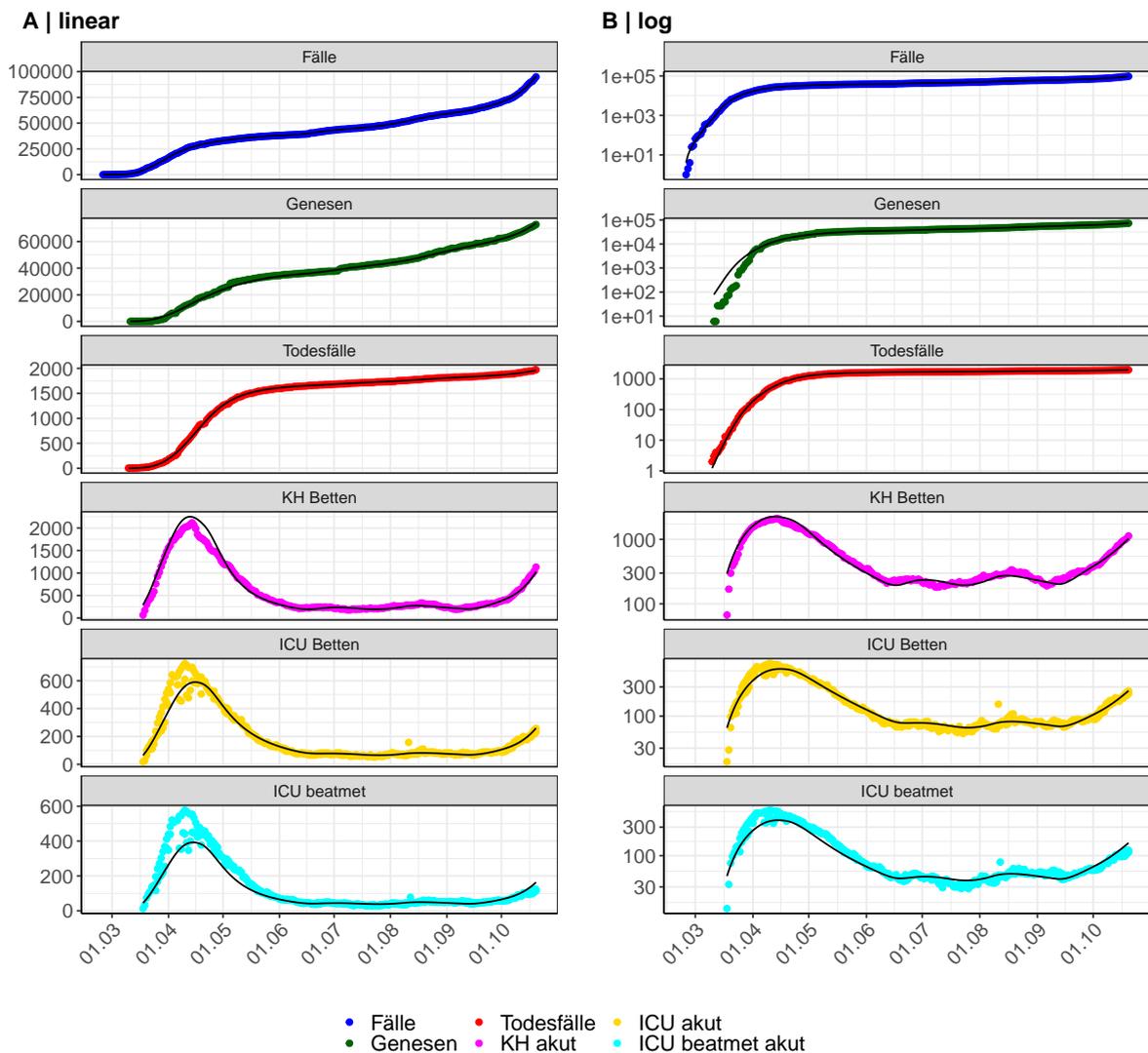


Abbildung 105: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Nordrhein-Westfalen. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 106 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Nordrhein-Westfalen. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

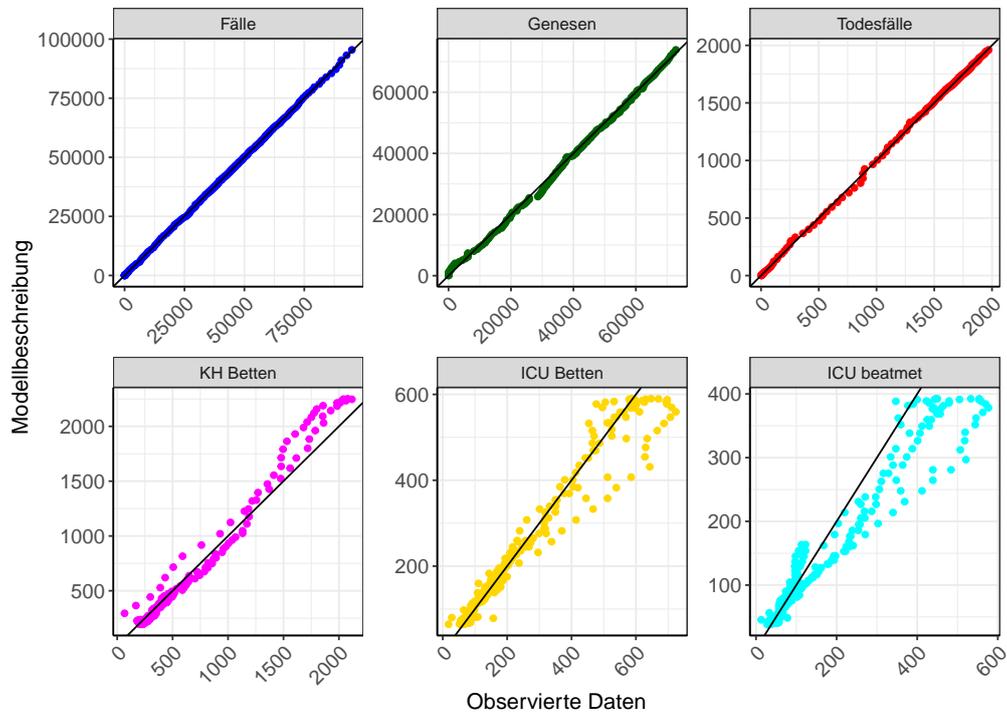


Abbildung 106: Goodness-of-Fit Plots für Nordrhein-Westfalen. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 107 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Nordrhein-Westfalen (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

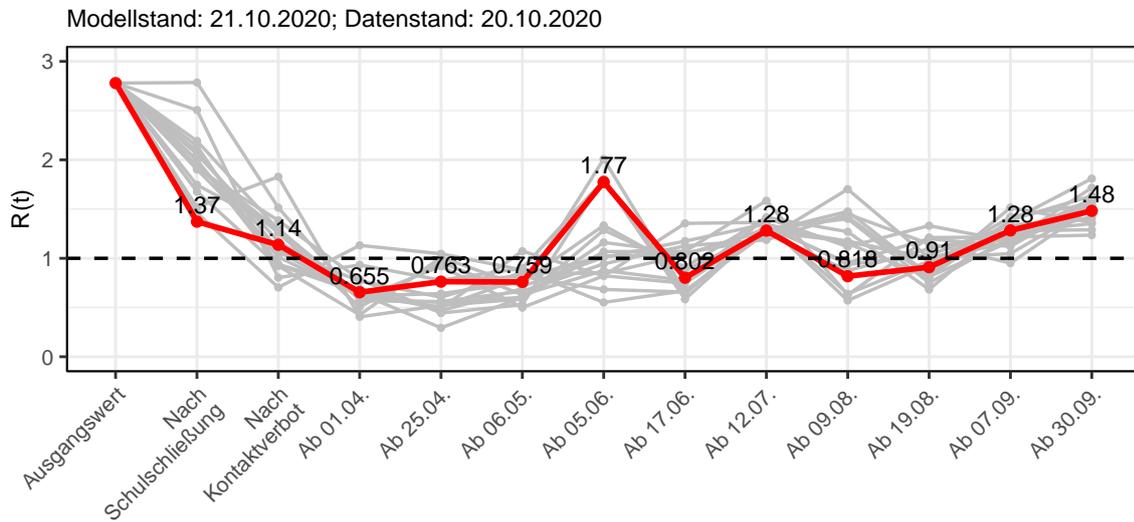


Abbildung 107: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Nordrhein-Westfalen

Abb. 108 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Nordrhein-Westfalen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

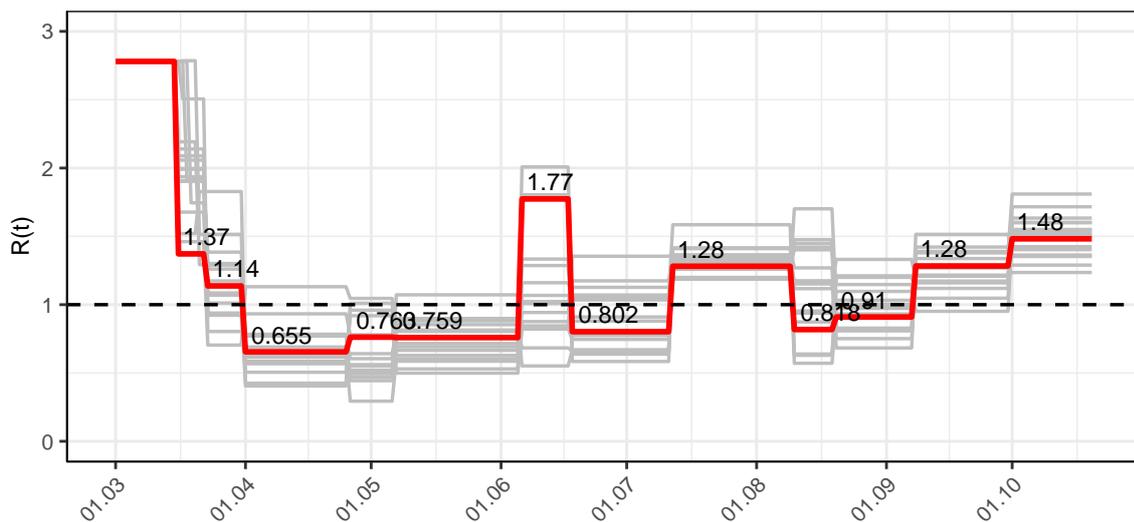


Abbildung 108: $R(t)$ Werte über die Zeit für Nordrhein-Westfalen

Abb. 109 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Nordrhein-Westfalen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

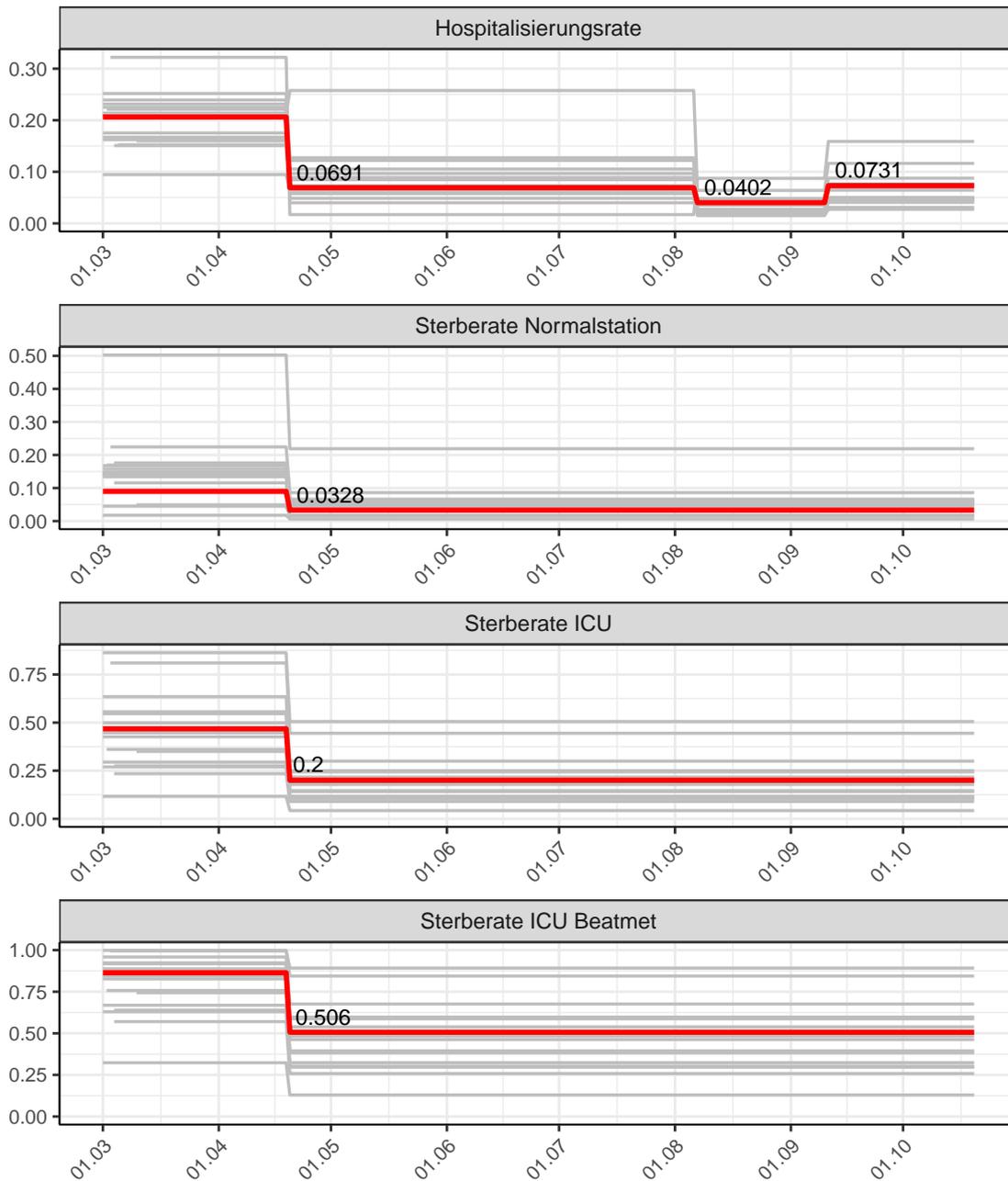


Abbildung 109: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Nordrhein-Westfalen

11.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.48$)

Abb. 110 und 111 stellen auf einer linearen (110) und einer halblogarithmischen (111) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Nordrhein-Westfalen dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

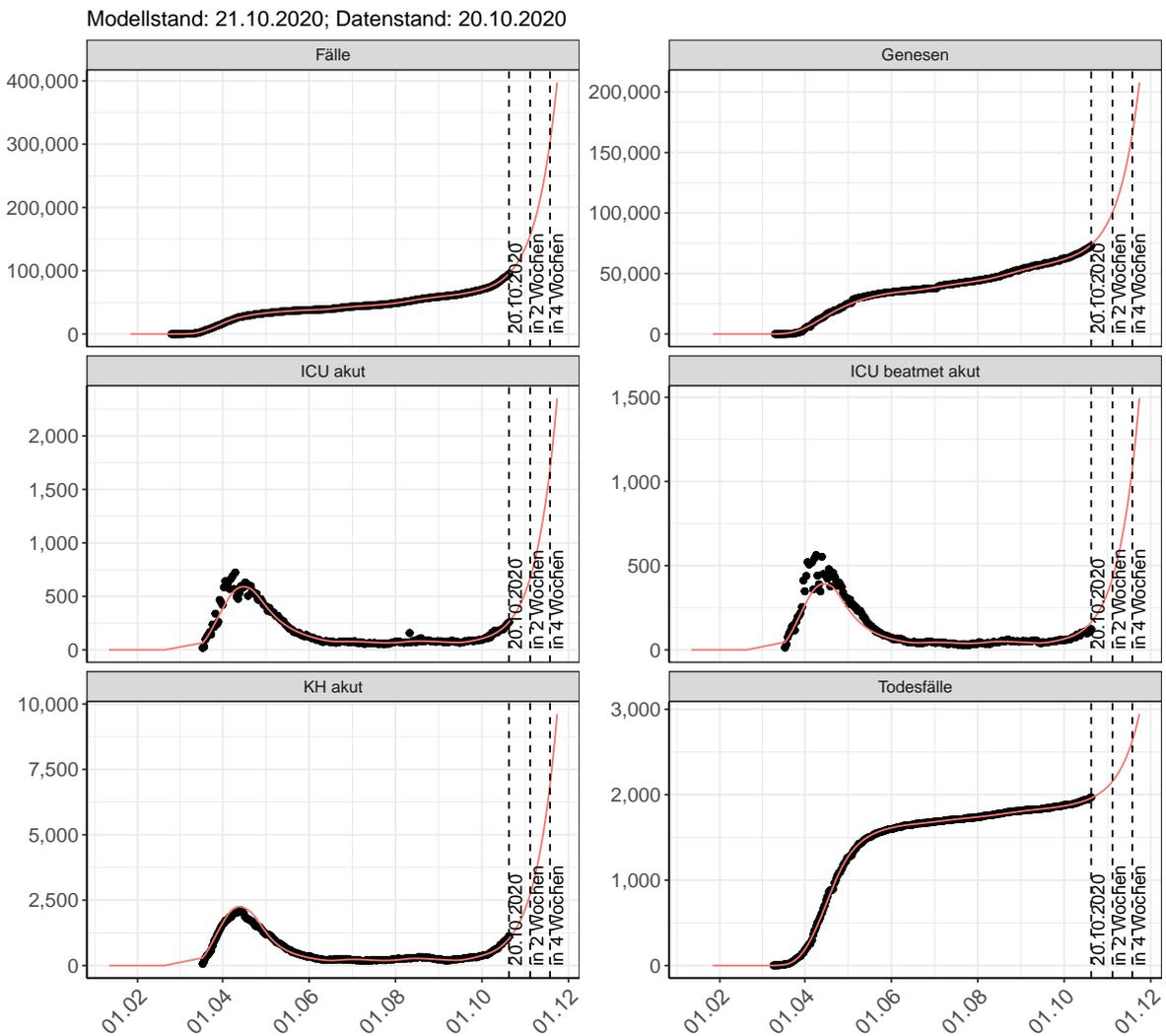


Abbildung 110: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Nordrhein-Westfalen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

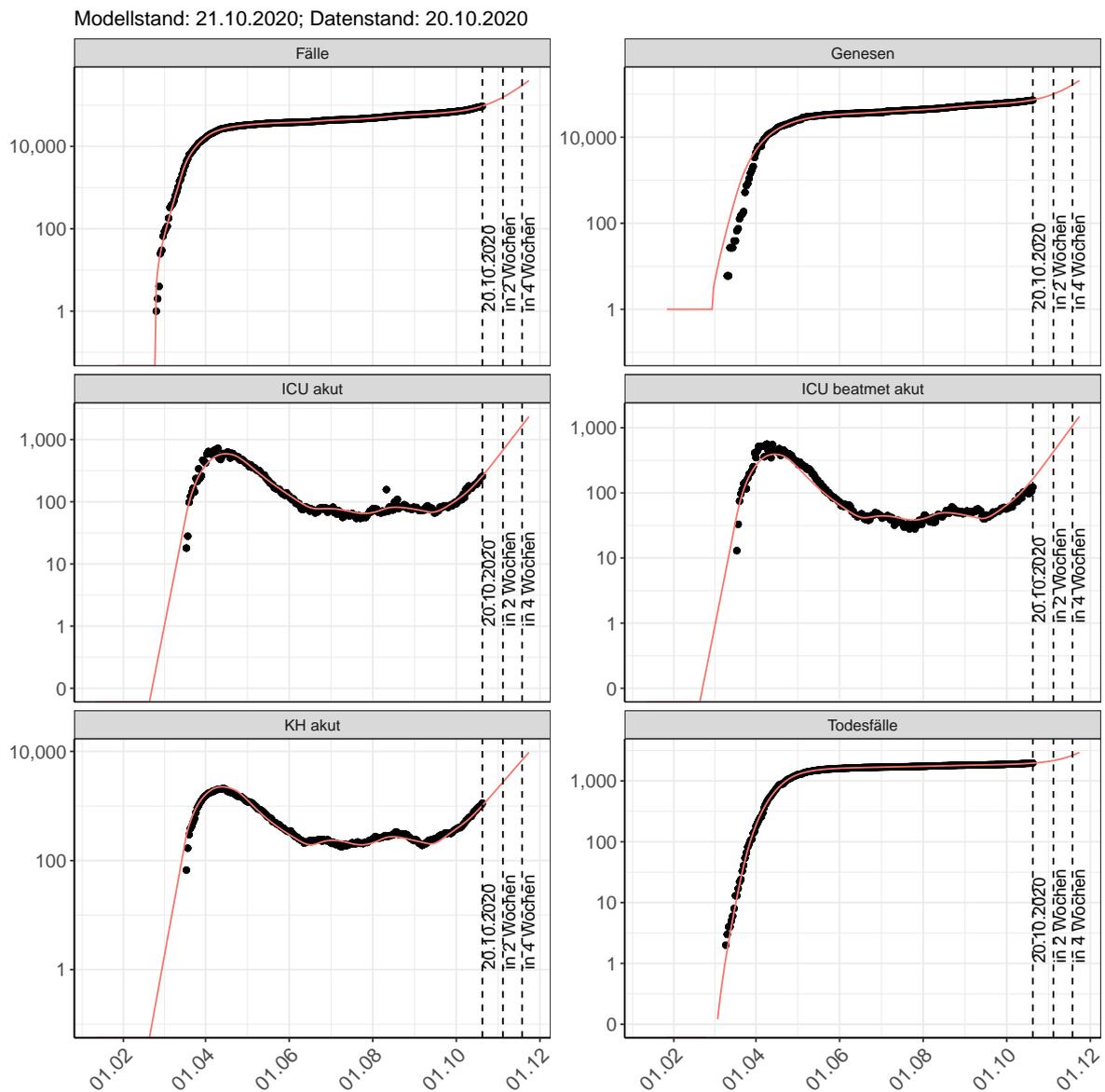


Abbildung 111: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Nordrhein-Westfalen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 112 und 113 stellen auf einer linearen (112) und einer halblogarithmischen (113) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Nordrhein-Westfalen dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

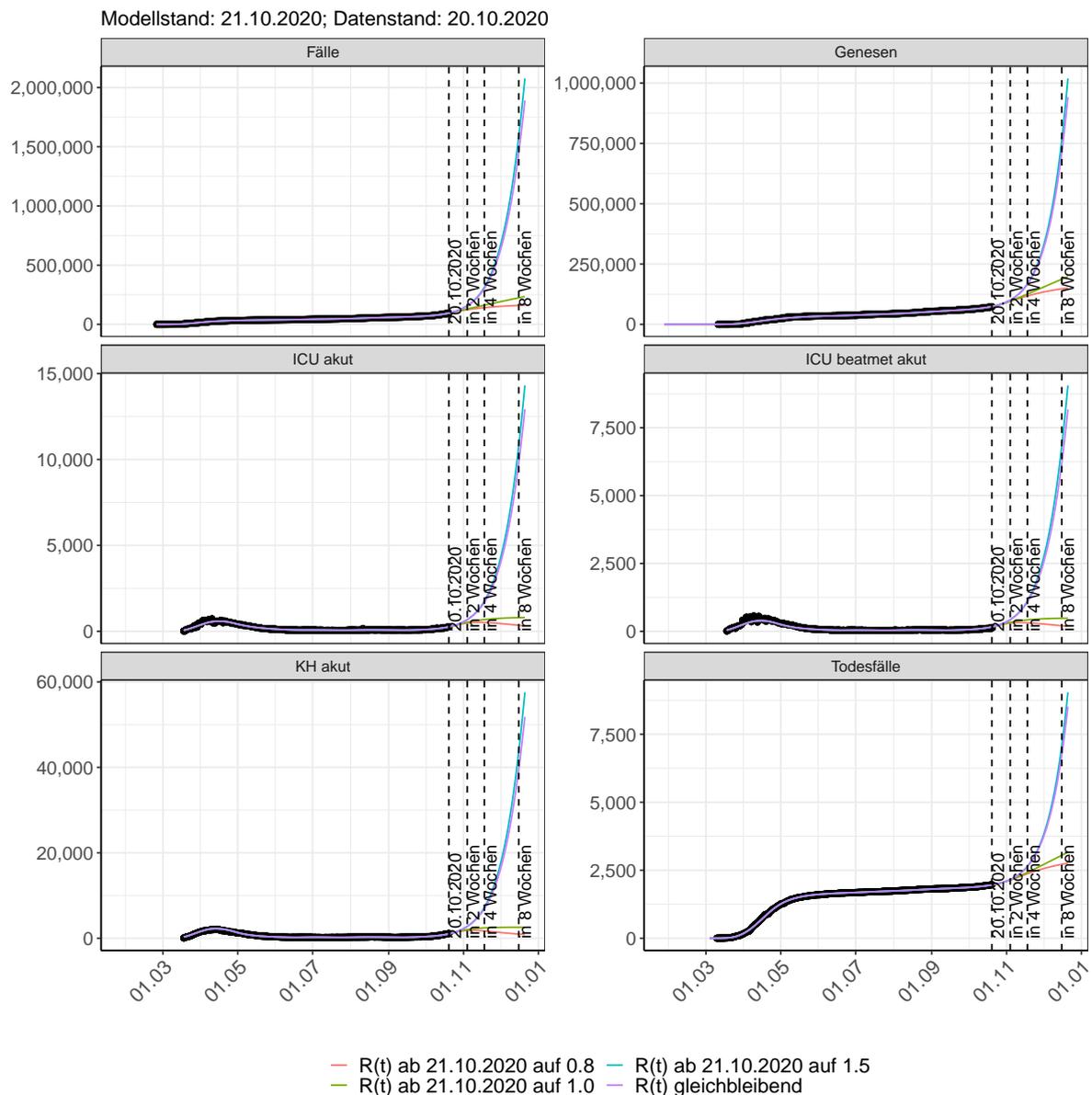


Abbildung 112: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Nordrhein-Westfalen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

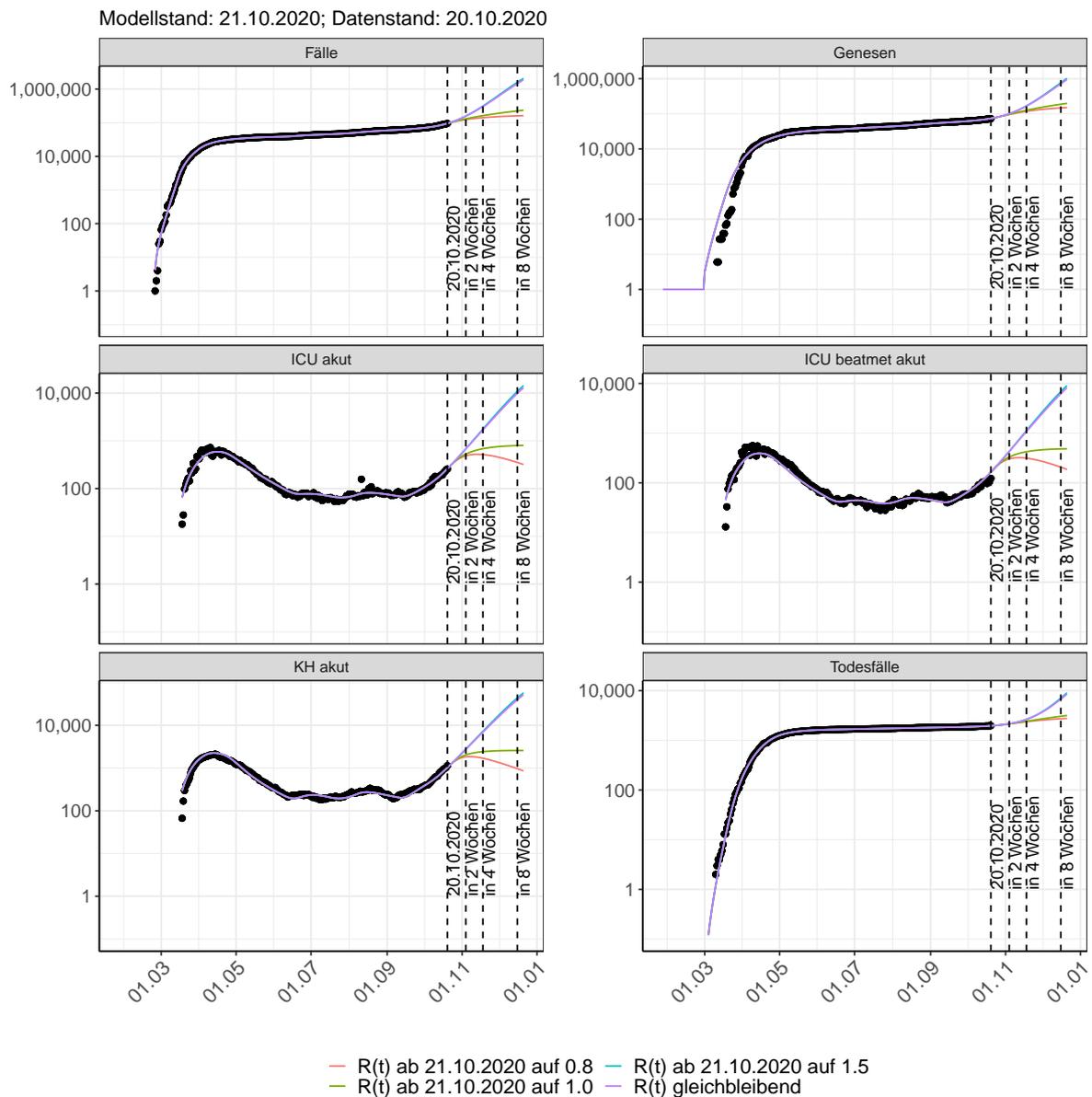


Abbildung 113: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Nordrhein-Westfalen unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 114 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

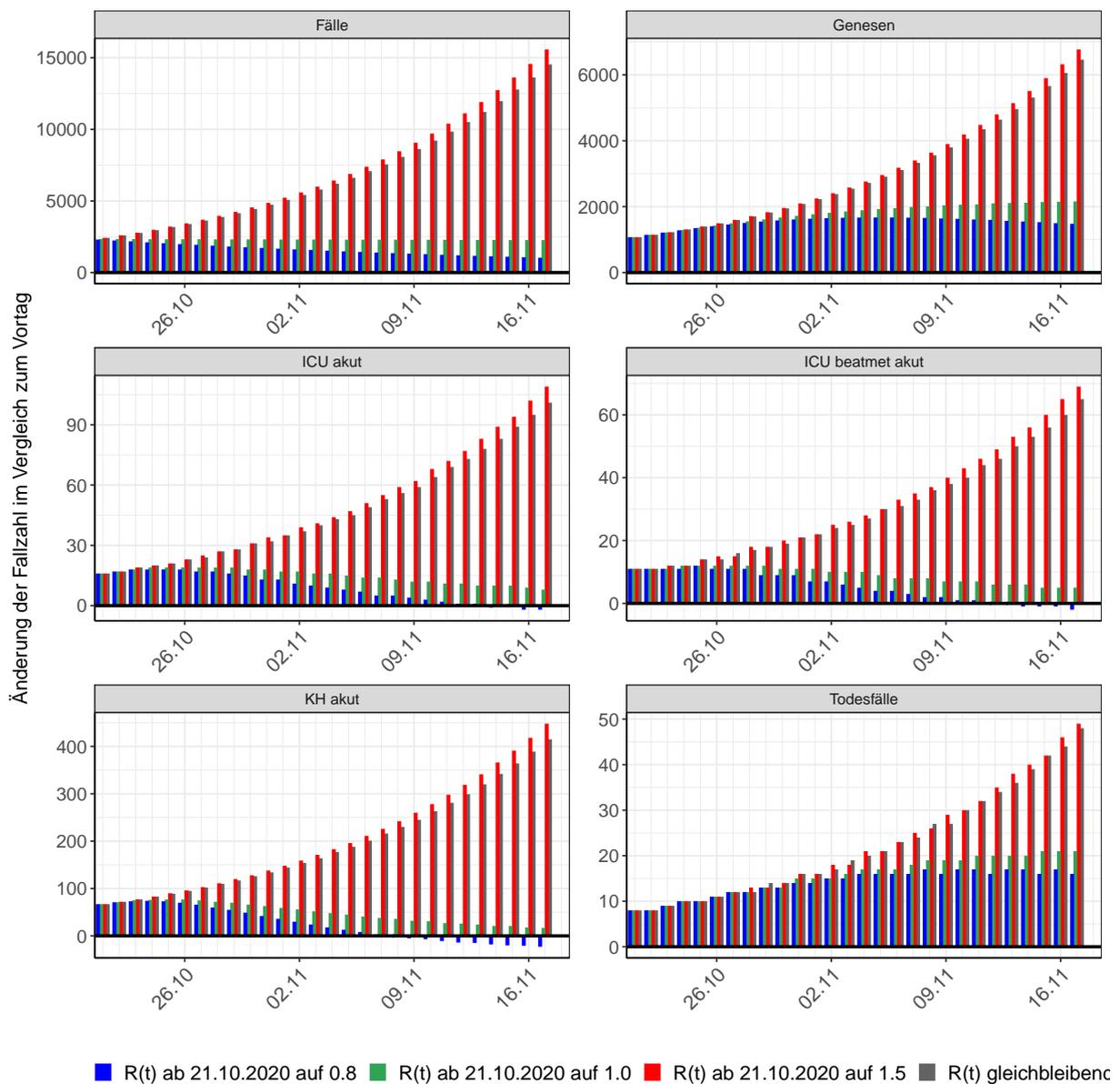


Abbildung 114: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Nordrhein-Westfalen

12 Rheinland-Pfalz

12.1 Modellbeschreibung

Abb. 115 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Rheinland-Pfalz dar.

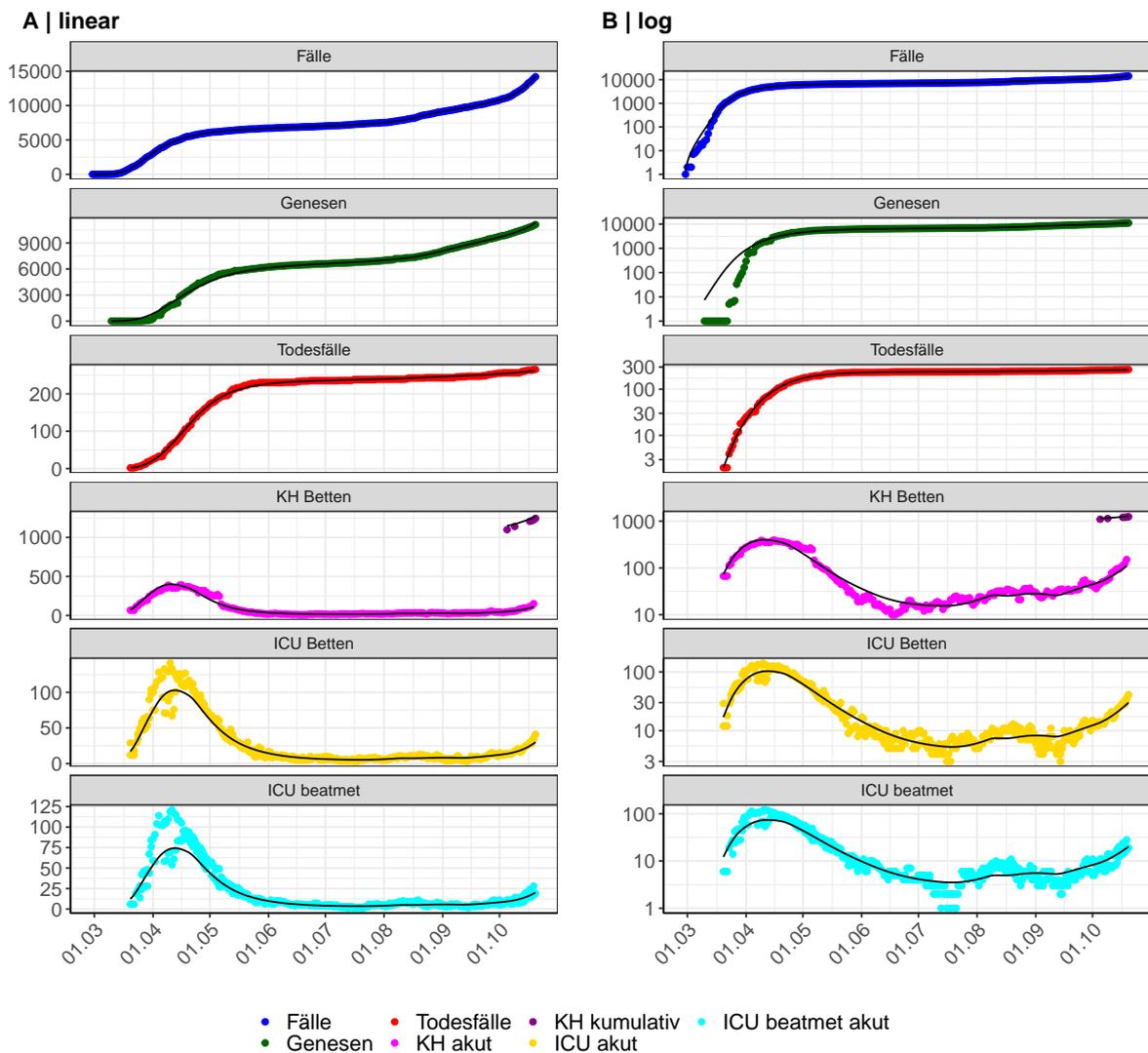


Abbildung 115: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Rheinland-Pfalz. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 116 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Rheinland-Pfalz. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

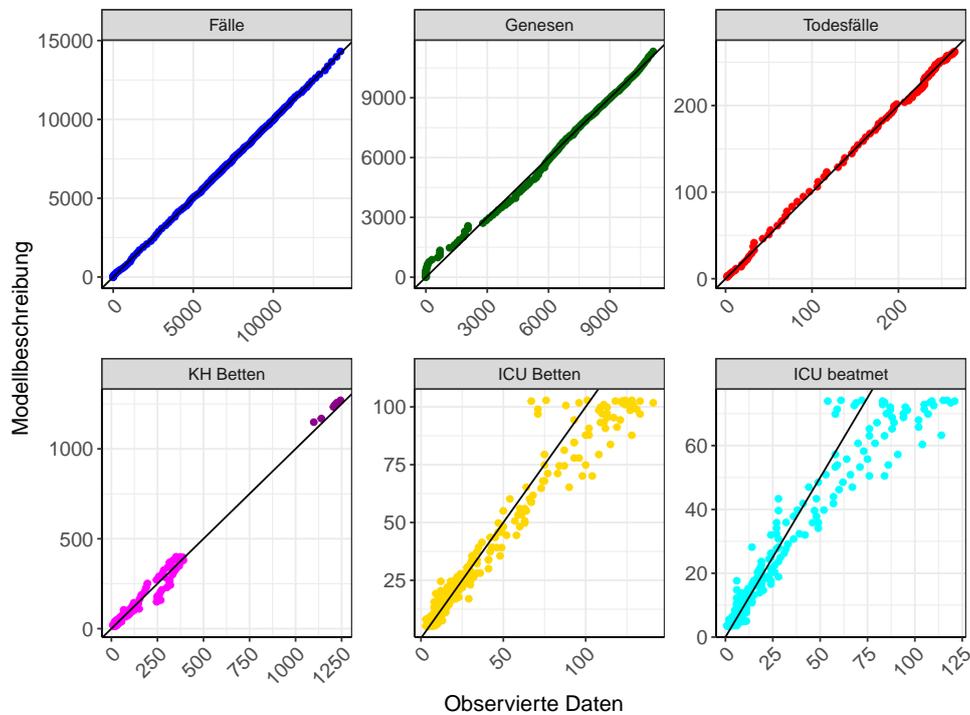


Abbildung 116: Goodness-of-Fit Plots für Rheinland-Pfalz. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 117 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Rheinland-Pfalz (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

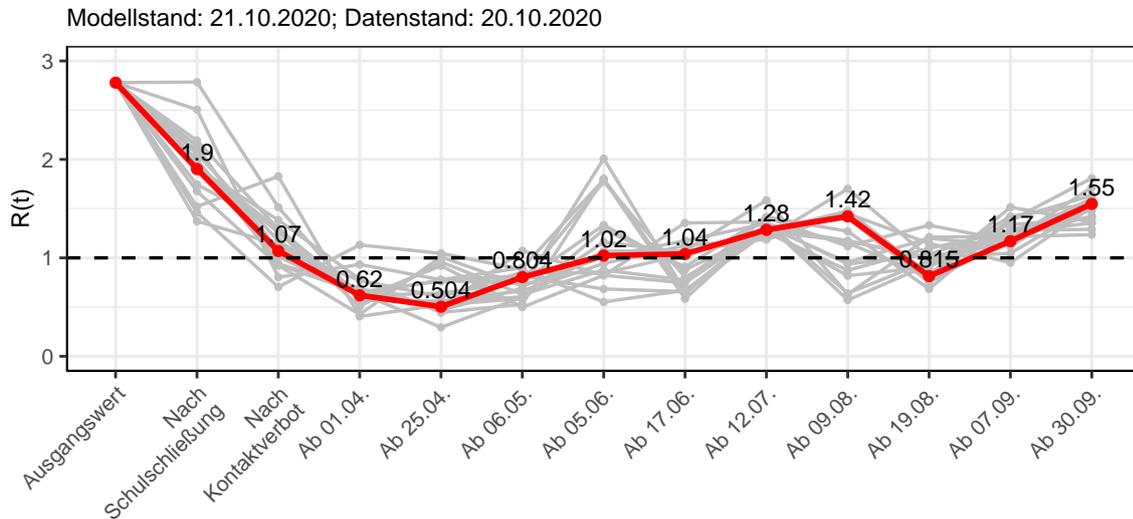


Abbildung 117: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Rheinland-Pfalz

Abb. 118 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Rheinland-Pfalz (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

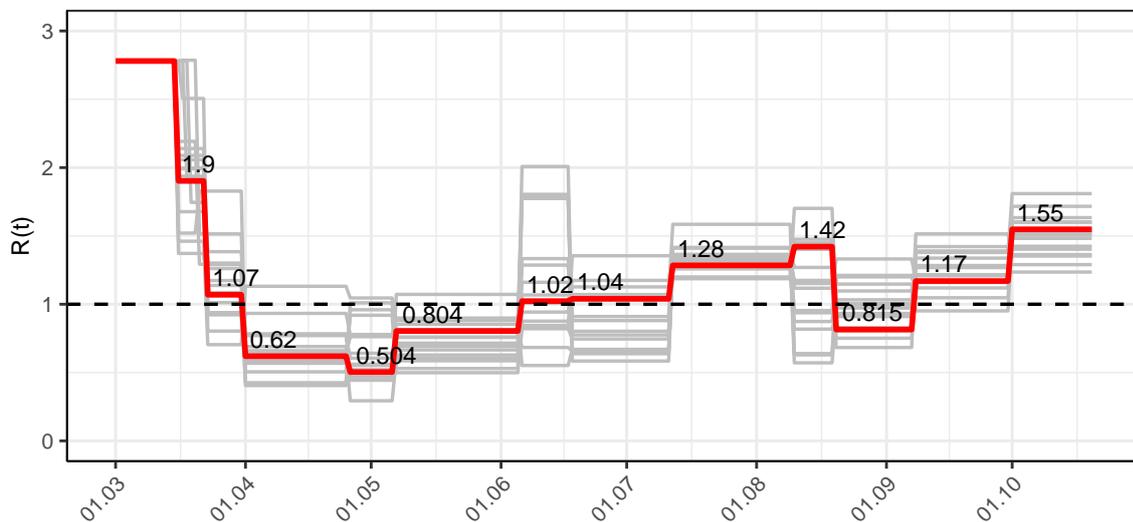


Abbildung 118: $R(t)$ Werte über die Zeit für Rheinland-Pfalz

Abb. 119 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Rheinland-Pfalz (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

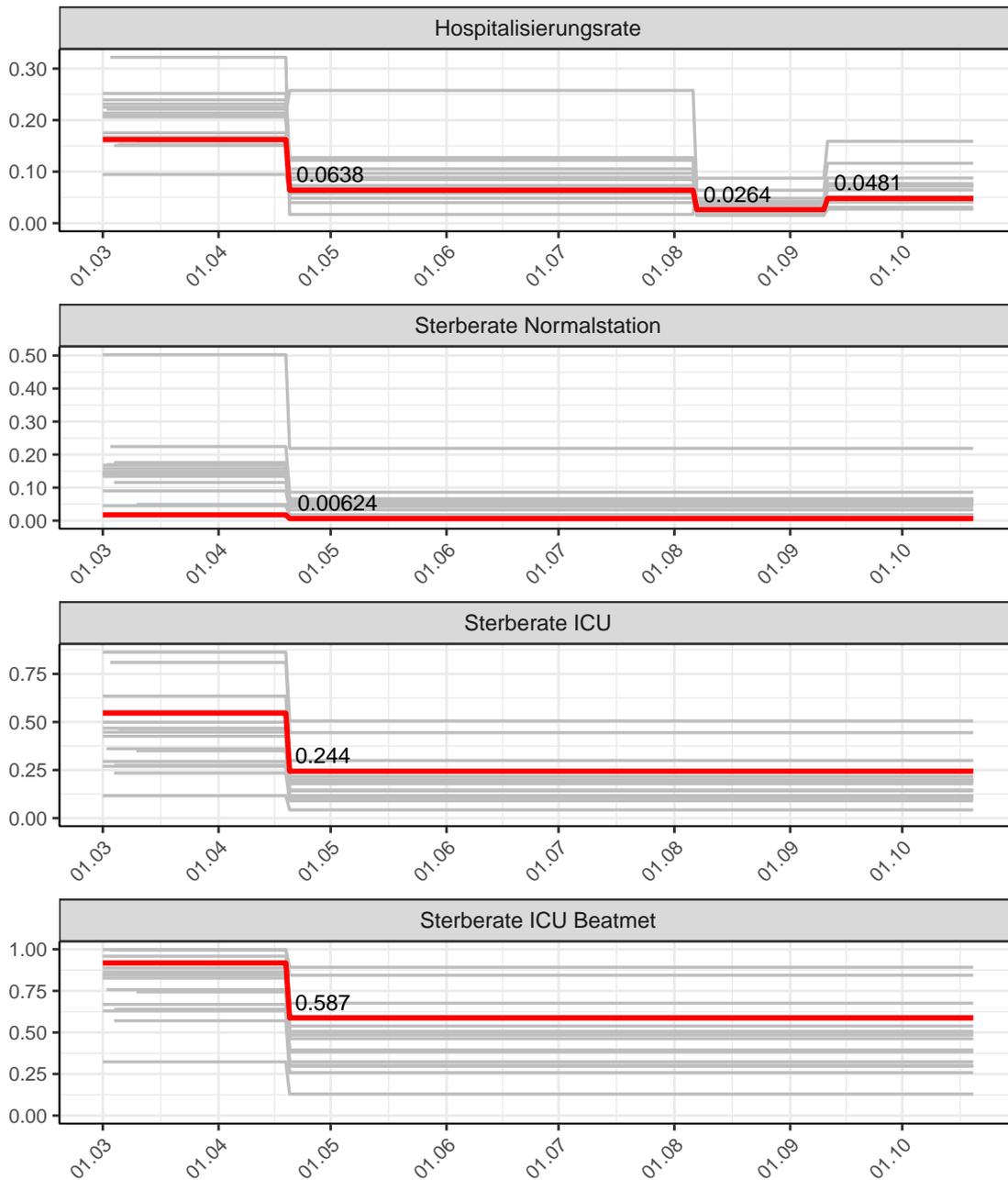


Abbildung 119: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Rheinland-Pfalz

12.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.55$)

Abb. 120 und 121 stellen auf einer linearen (120) und einer halblogarithmischen (121) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Rheinland-Pfalz dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

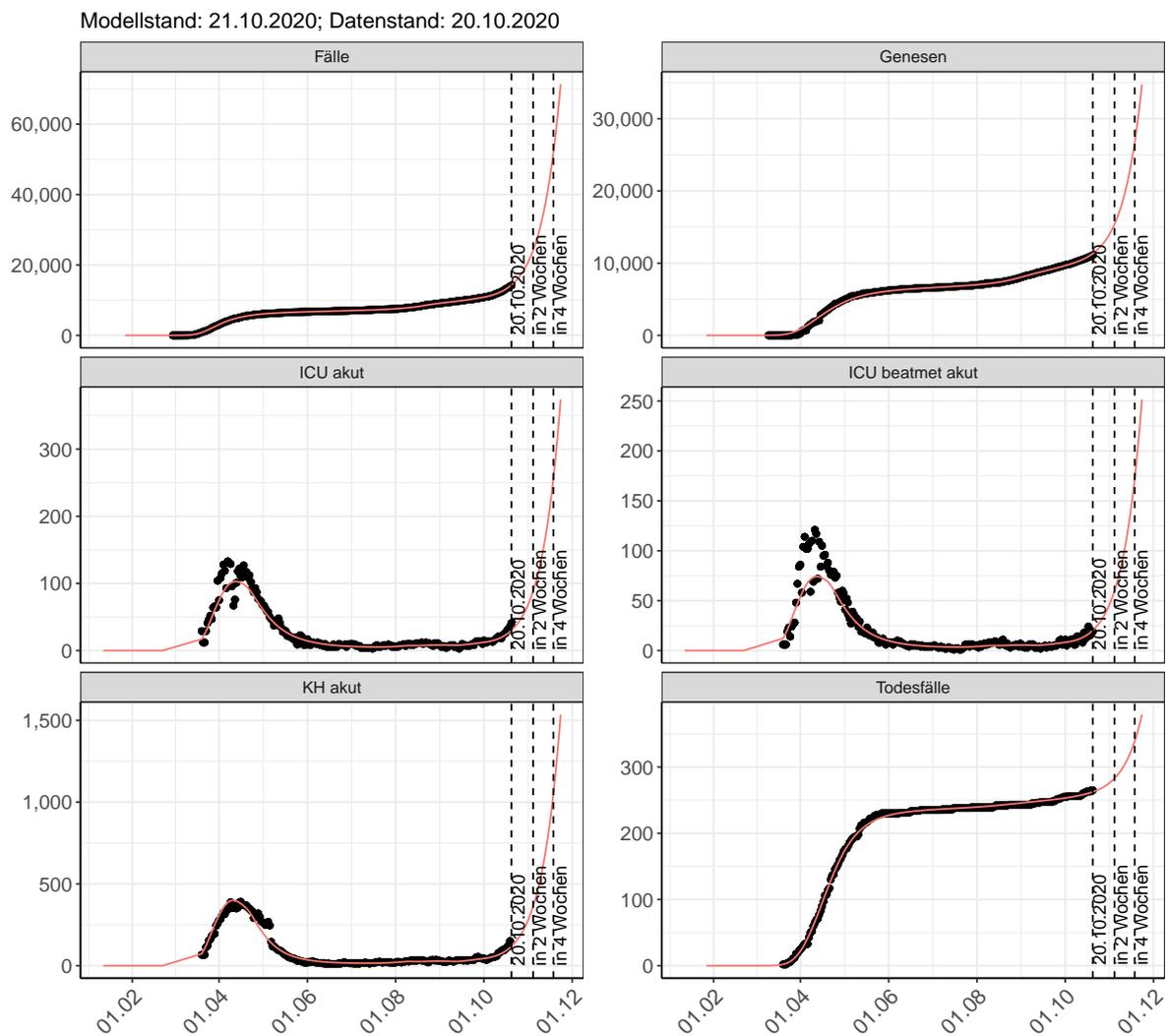


Abbildung 120: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Rheinland-Pfalz für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

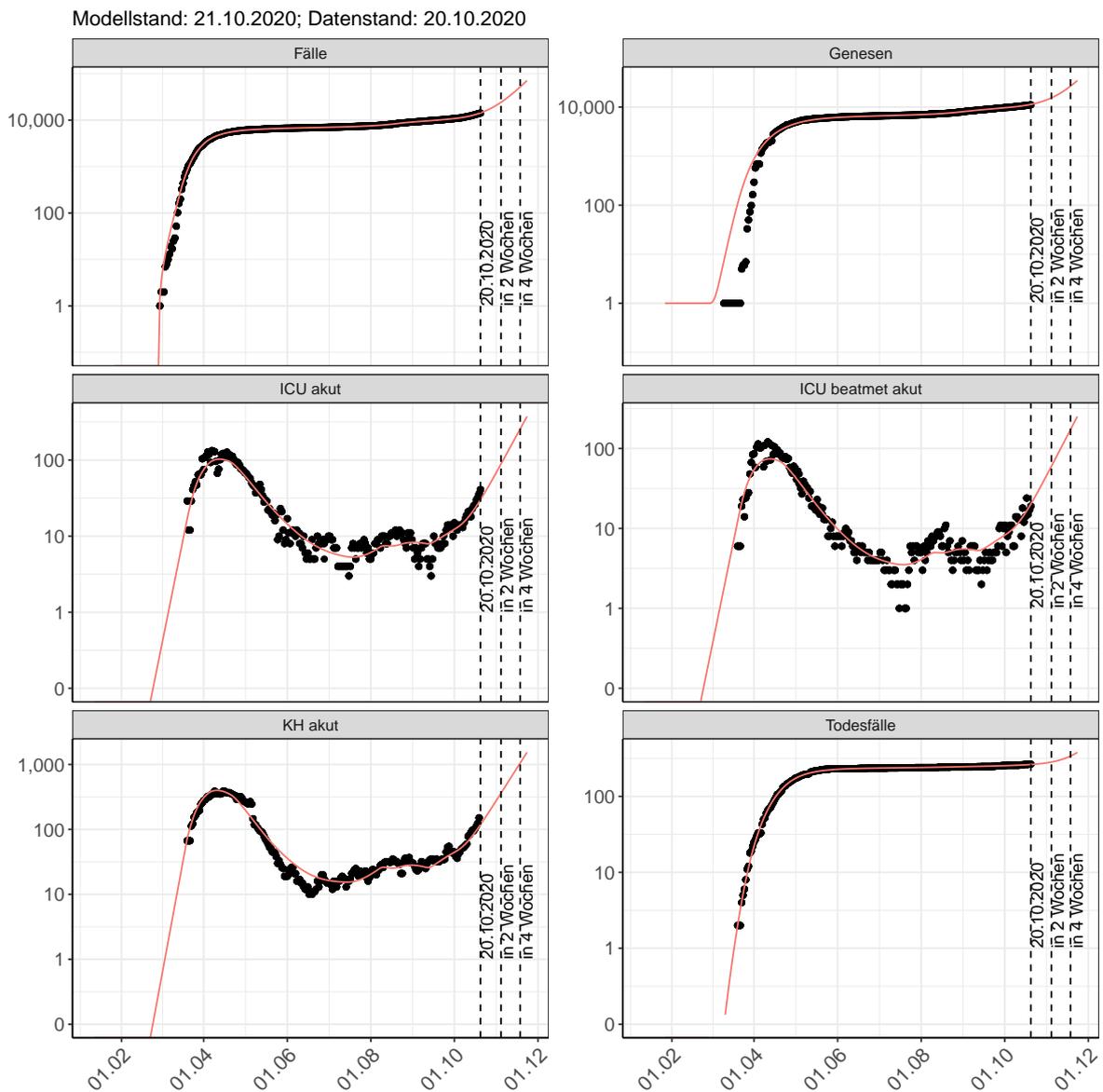


Abbildung 121: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Rheinland-Pfalz für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 122 und 123 stellen auf einer linearen (122) und einer halblogarithmischen (123) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Rheinland-Pfalz dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

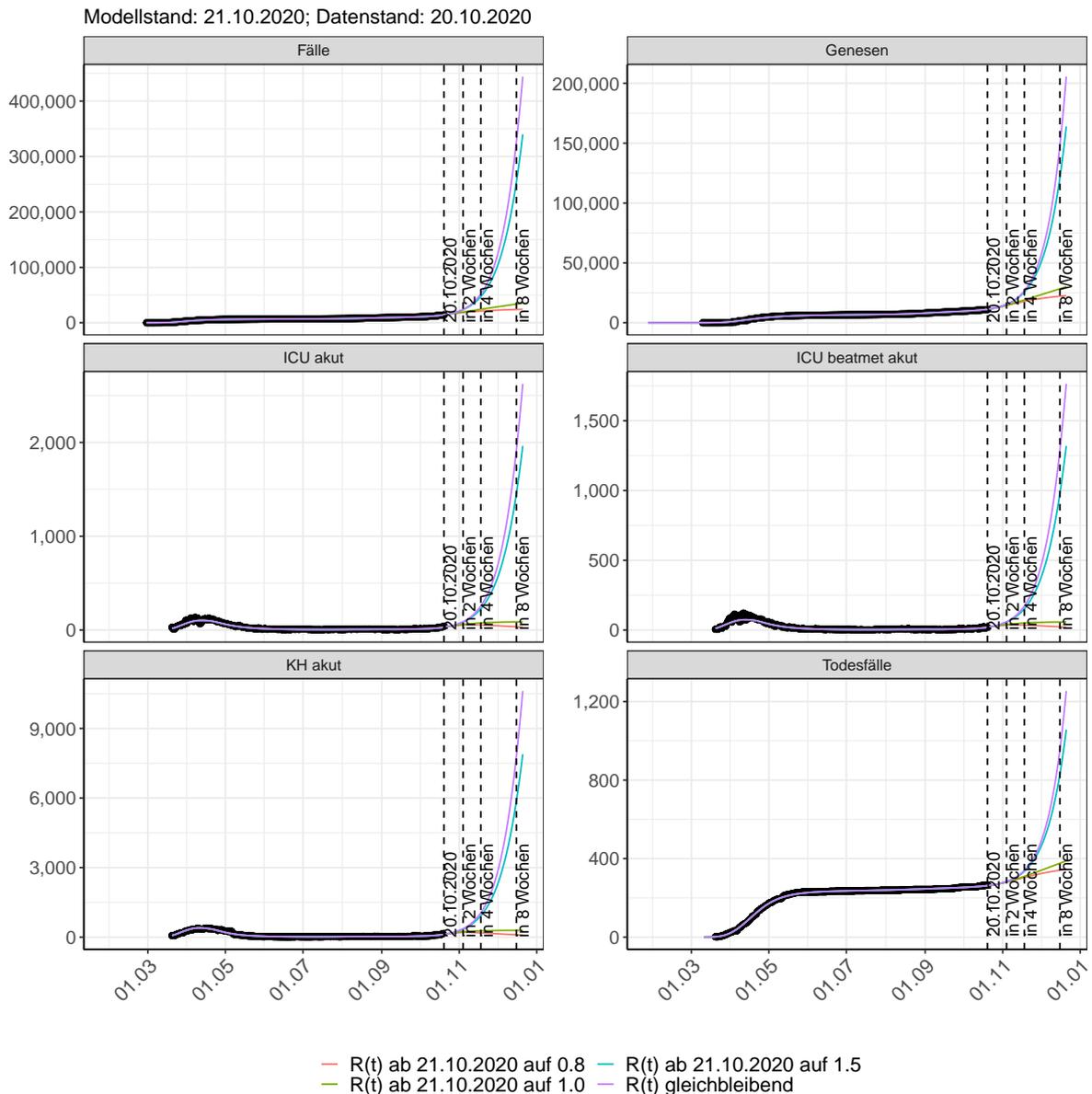


Abbildung 122: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Rheinland-Pfalz unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

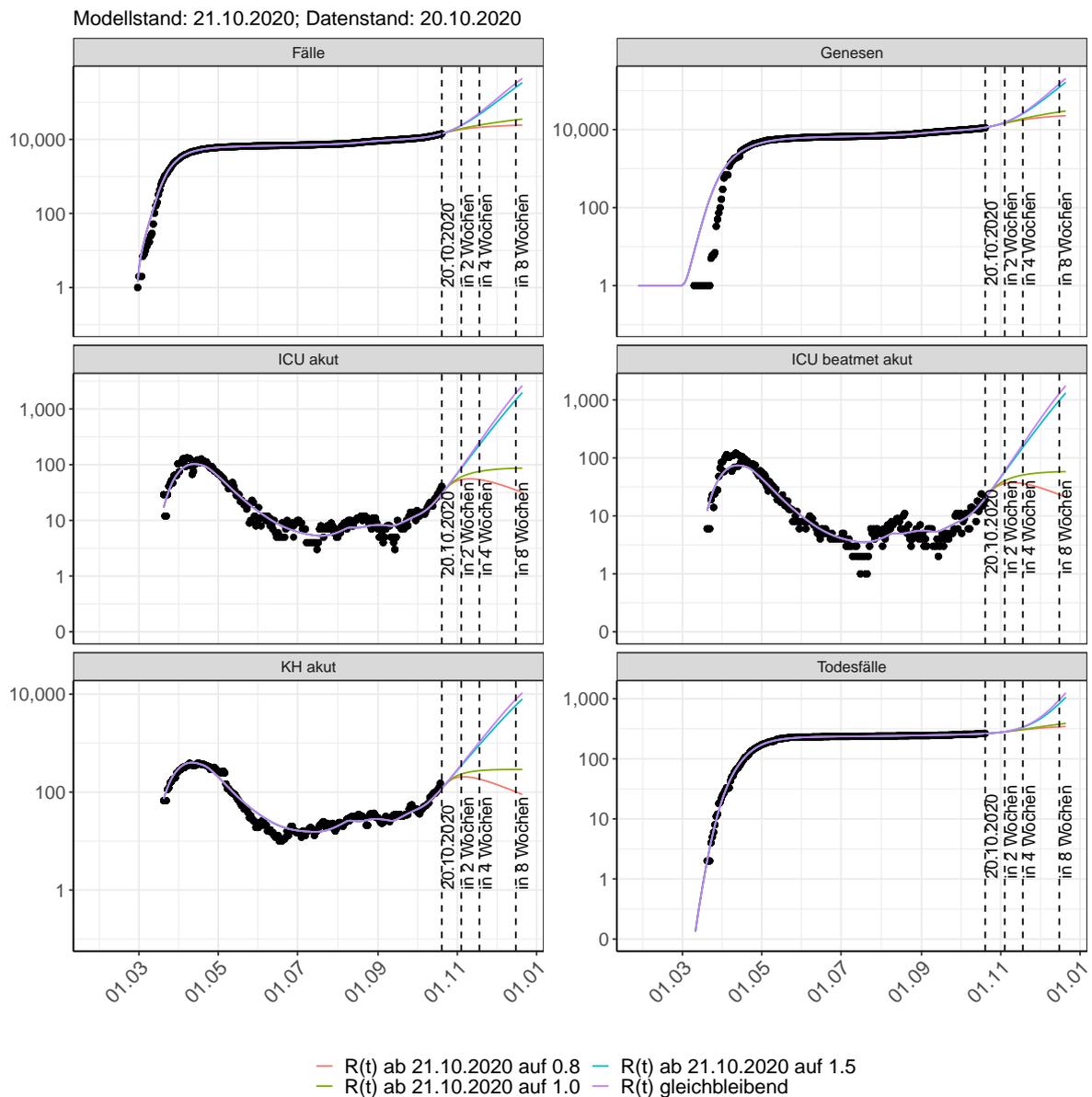


Abbildung 123: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Rheinland-Pfalz unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 124 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

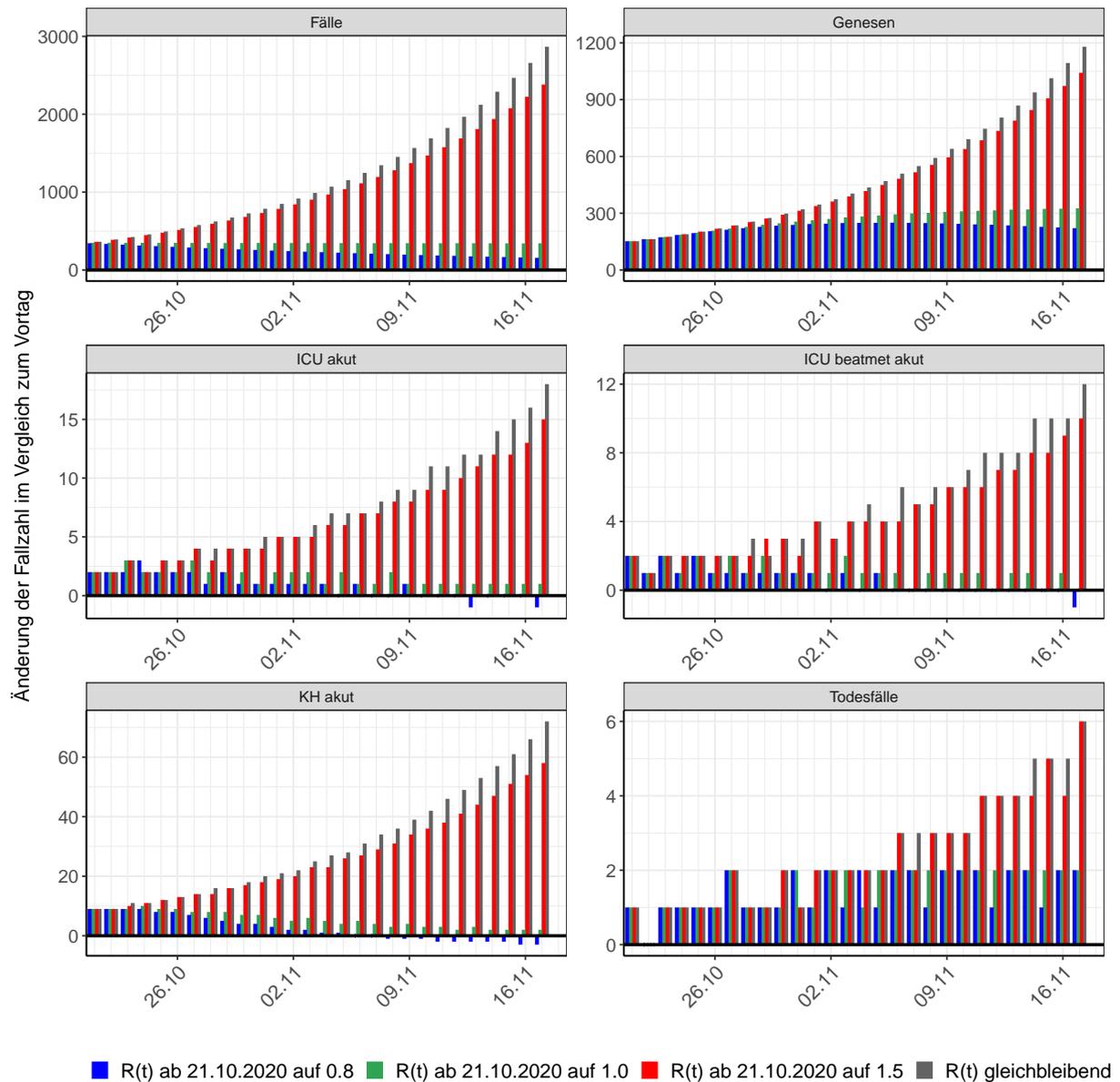


Abbildung 124: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Rheinland-Pfalz

13 Saarland

13.1 Modellbeschreibung

Abb. 125 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Saarland dar.

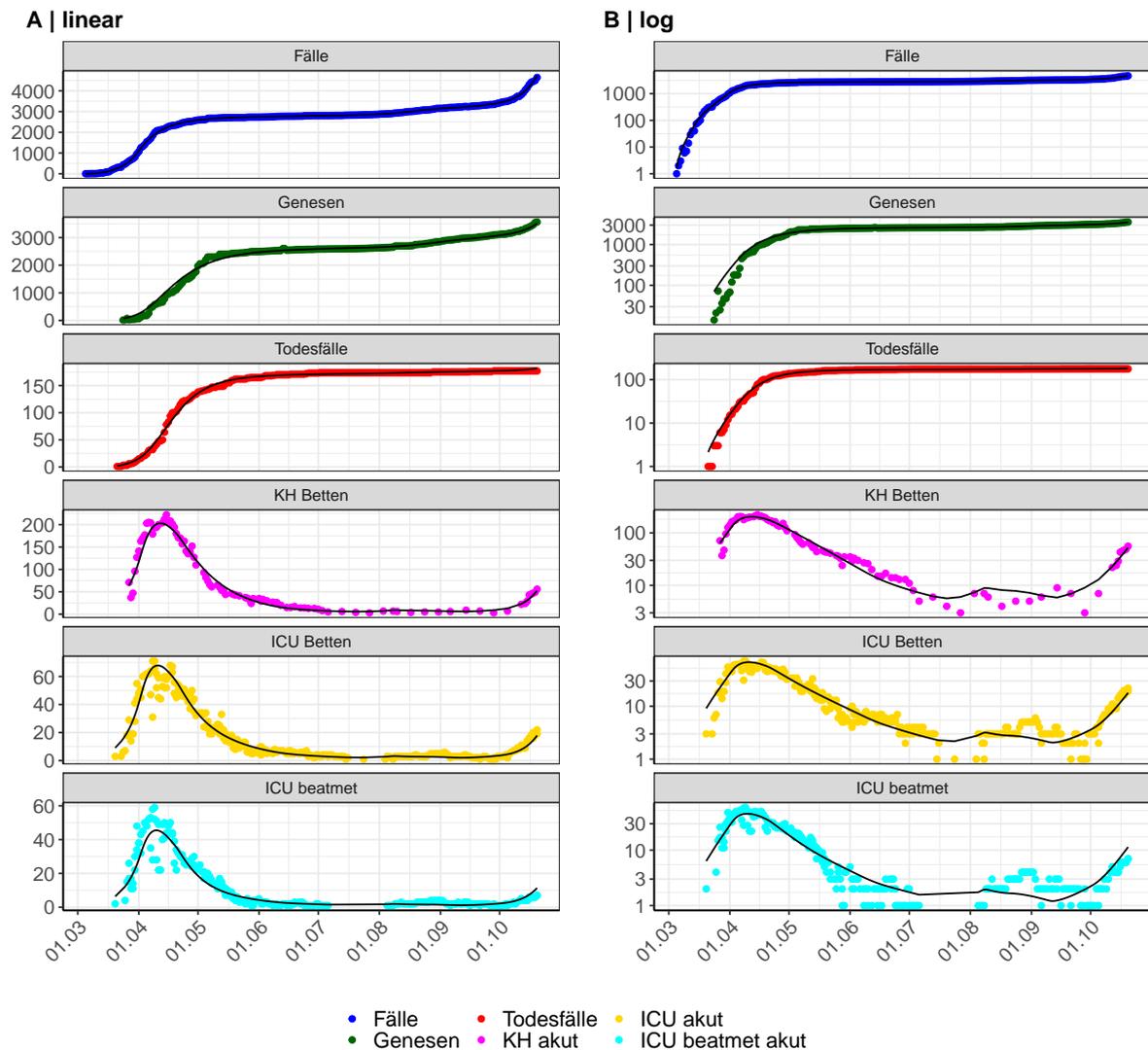


Abbildung 125: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Saarland. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 126 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Saarland. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

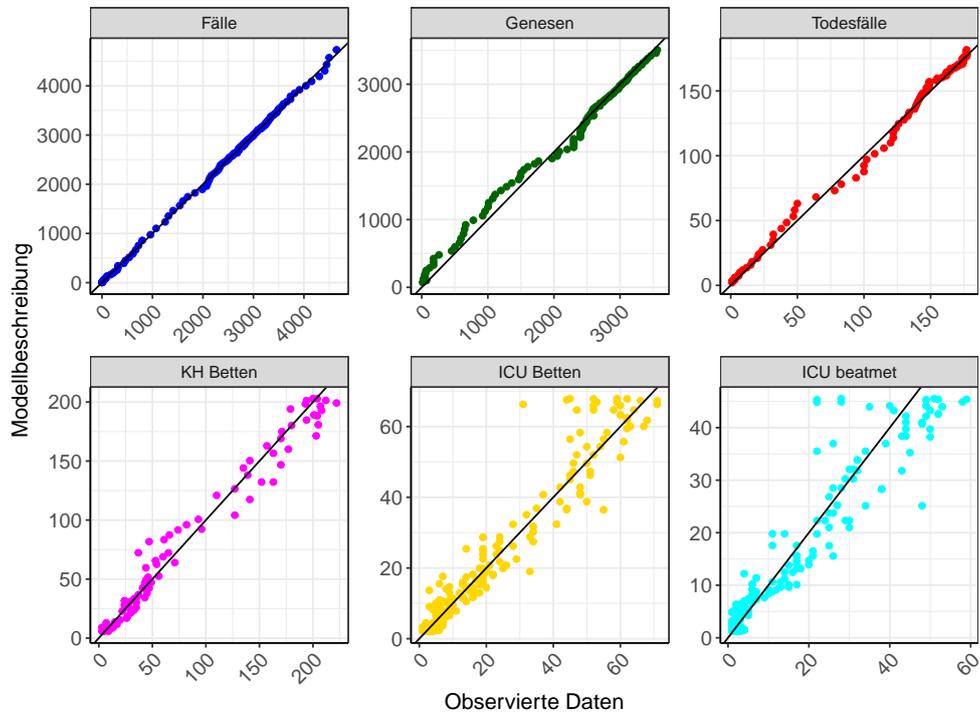


Abbildung 126: Goodness-of-Fit Plots für Saarland. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 127 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Saarland (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

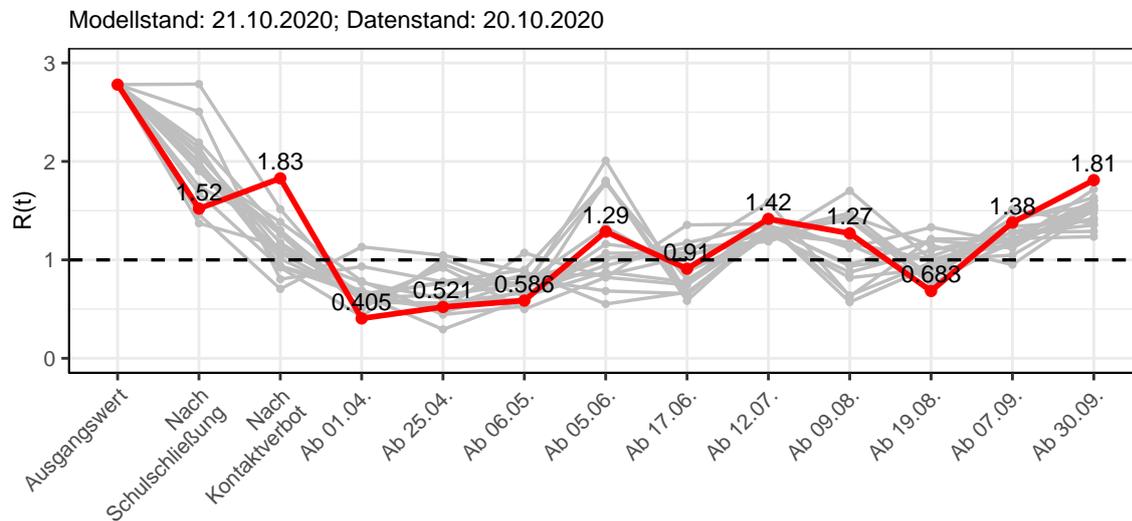


Abbildung 127: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Saarland

Abb. 128 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Saarland (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

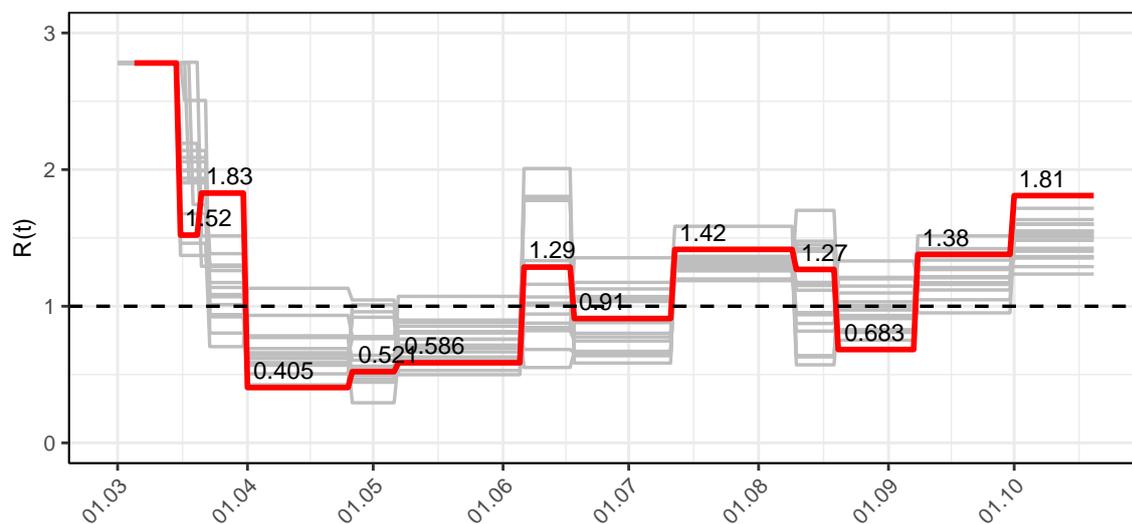


Abbildung 128: $R(t)$ Werte über die Zeit für Saarland

Abb. 129 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Saarland (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

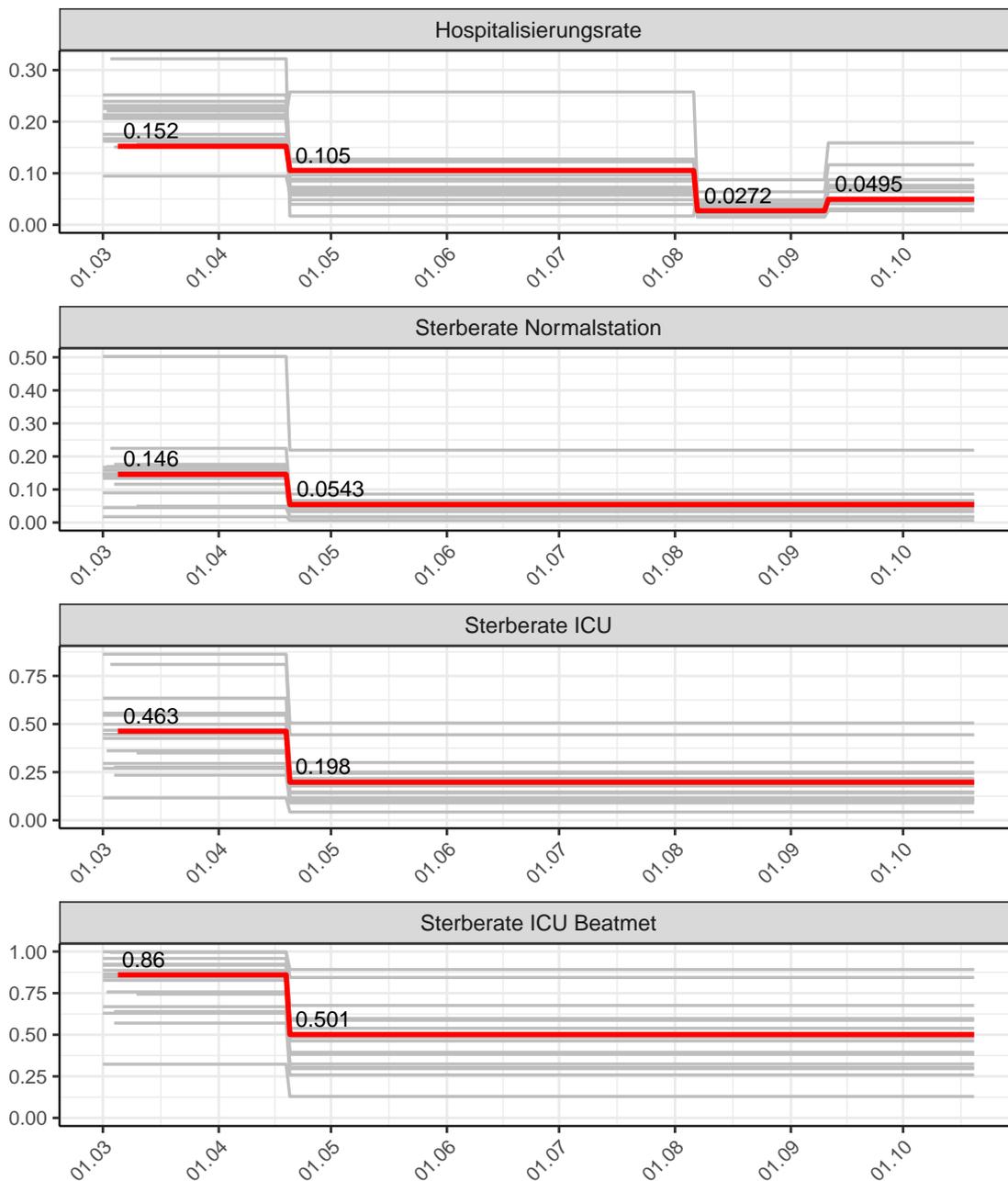


Abbildung 129: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Saarland

13.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.81$)

Abb. 130 und 131 stellen auf einer linearen (130) und einer halblogarithmischen (131) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Saarland dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

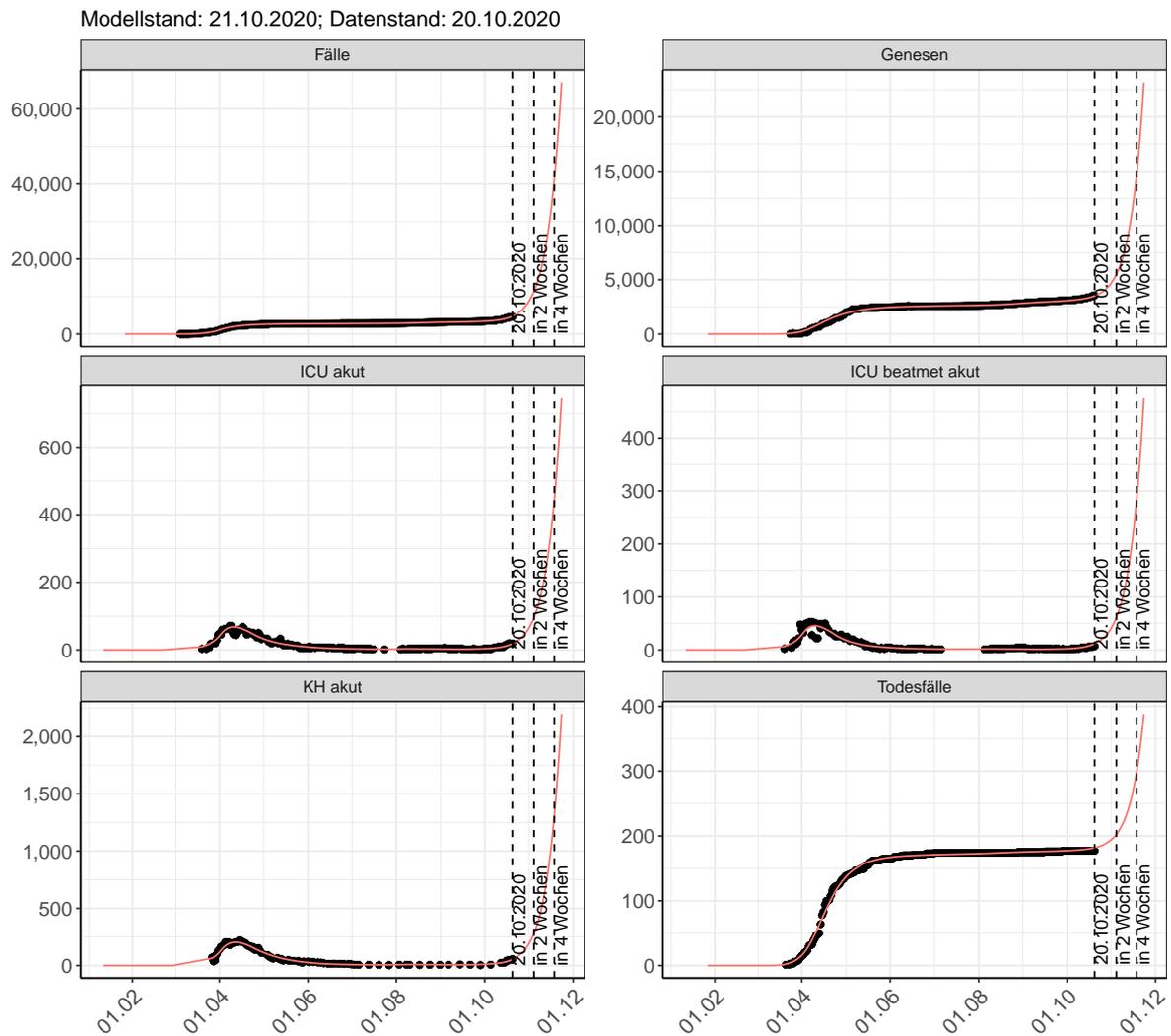


Abbildung 130: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Saarland für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

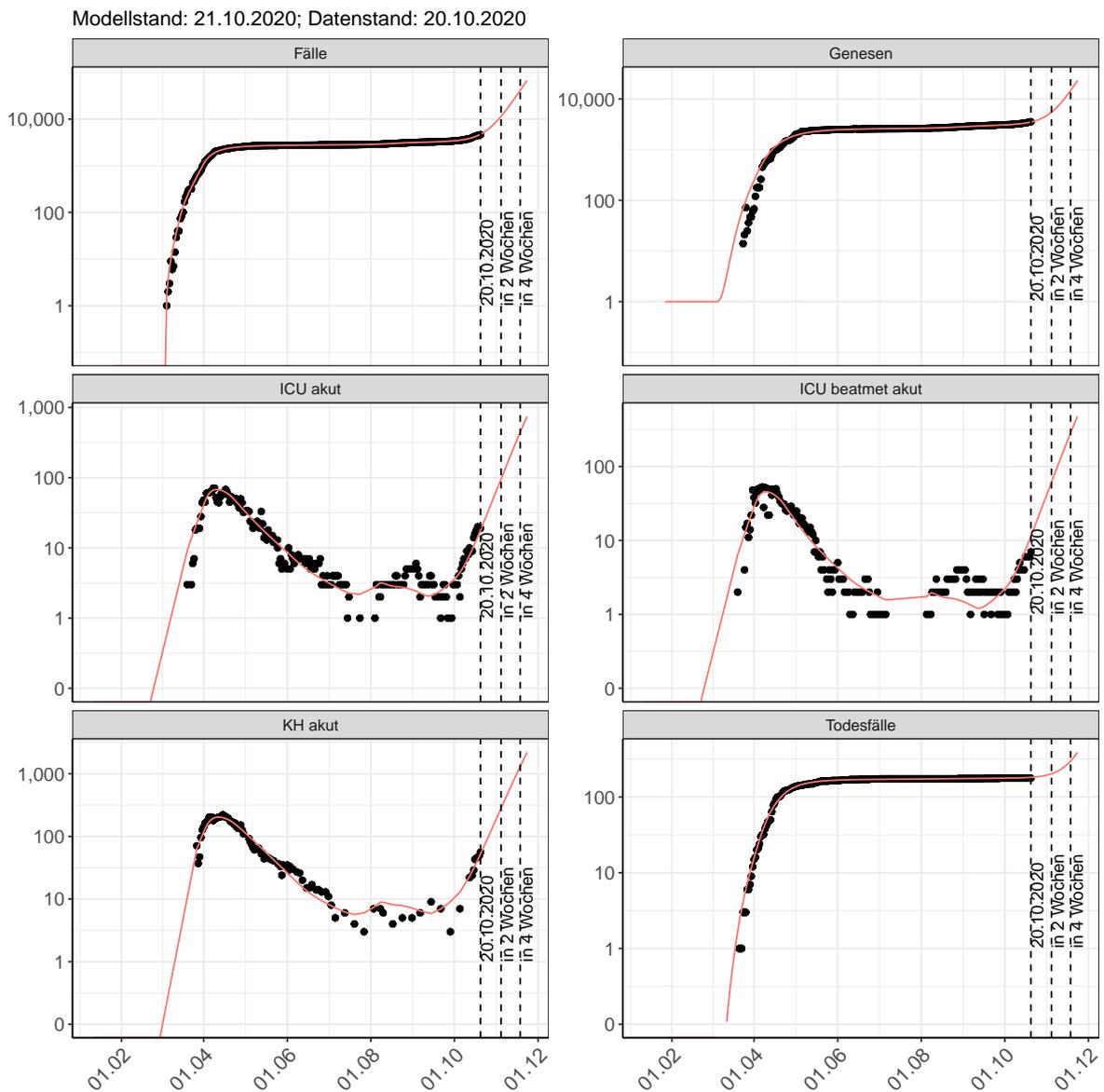


Abbildung 131: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Saarland für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 132 und 133 stellen auf einer linearen (132) und einer halblogarithmischen (133) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Saarland dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

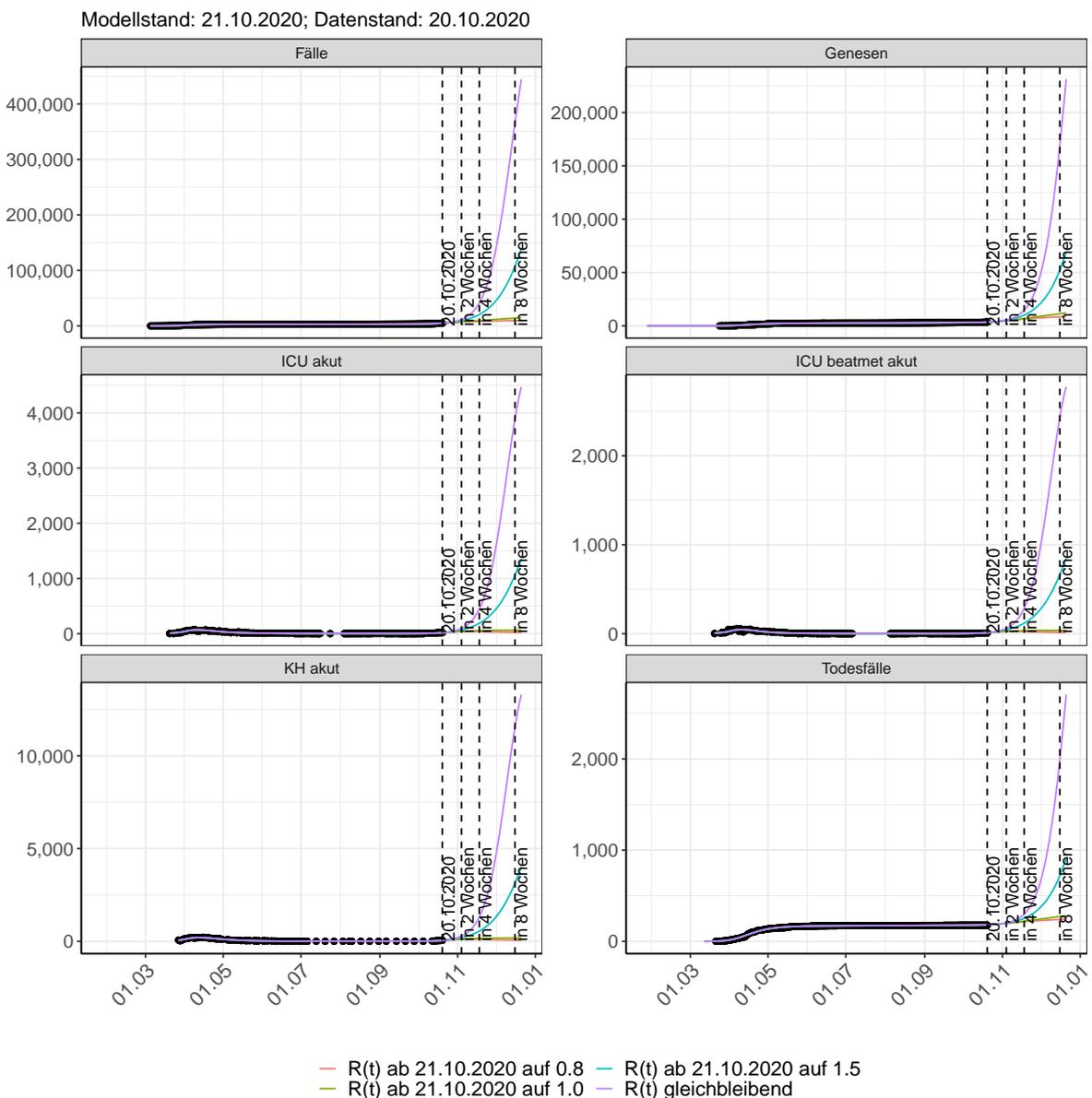


Abbildung 132: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Saarland unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

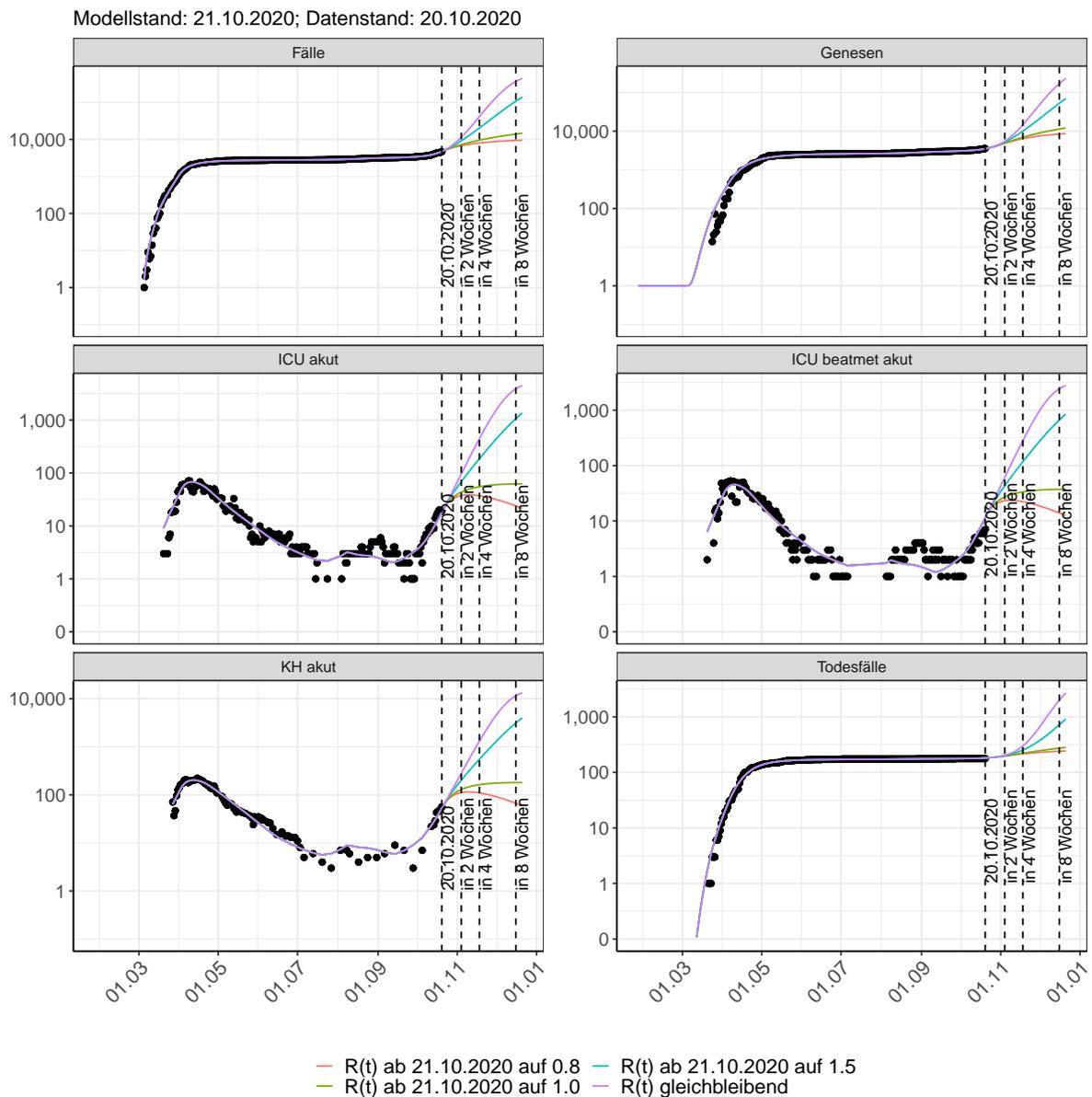


Abbildung 133: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Saarland unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 134 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

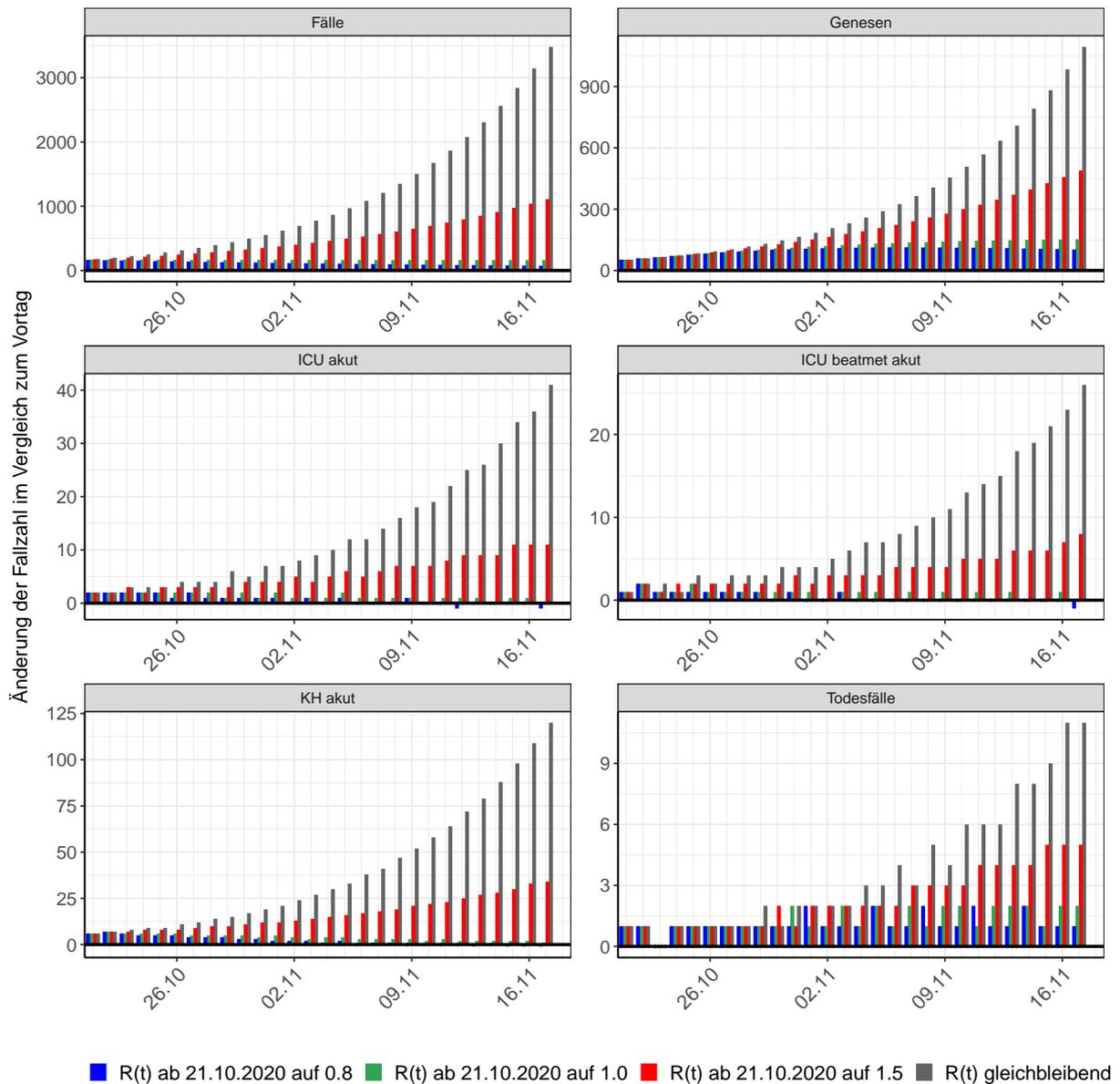


Abbildung 134: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Saarland

14 Sachsen

14.1 Modellbeschreibung

Abb. 135 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Sachsen dar.

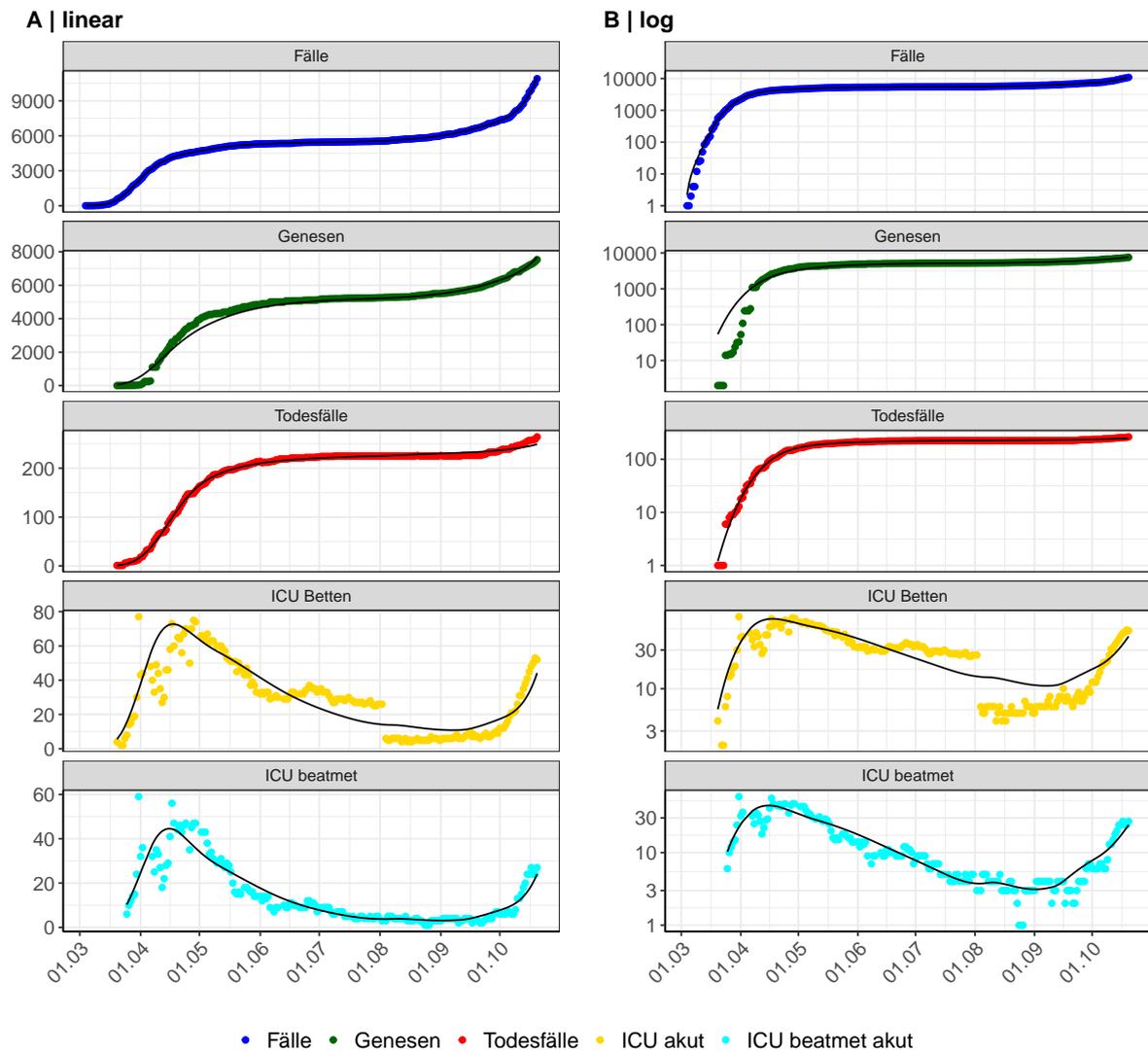


Abbildung 135: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Sachsen. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 136 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Sachsen. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

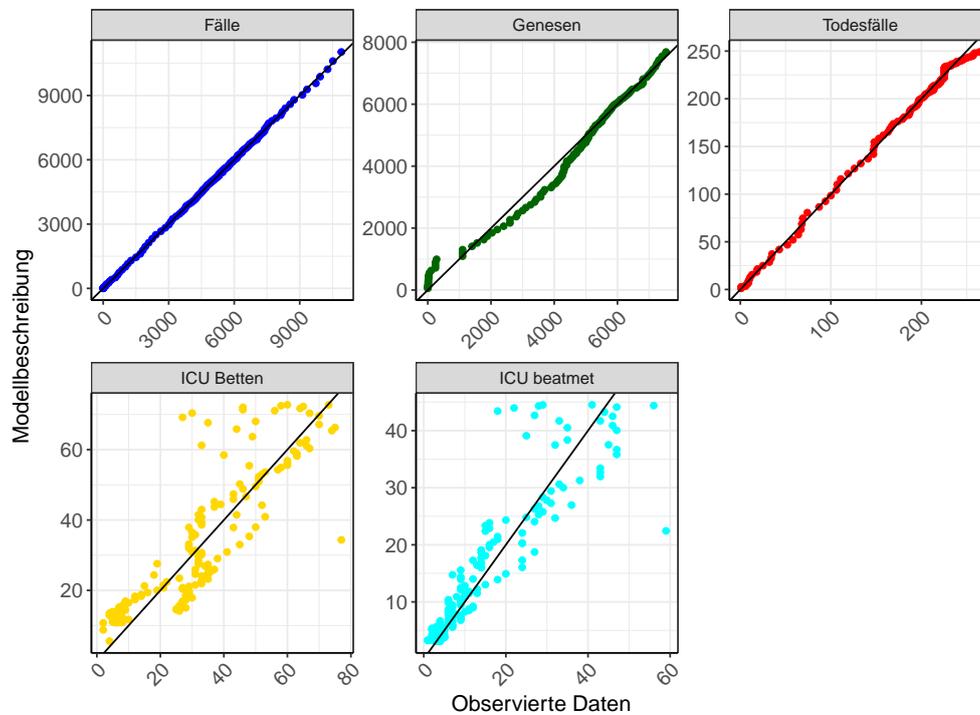


Abbildung 136: Goodness-of-Fit Plots für Sachsen. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 137 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Sachsen (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

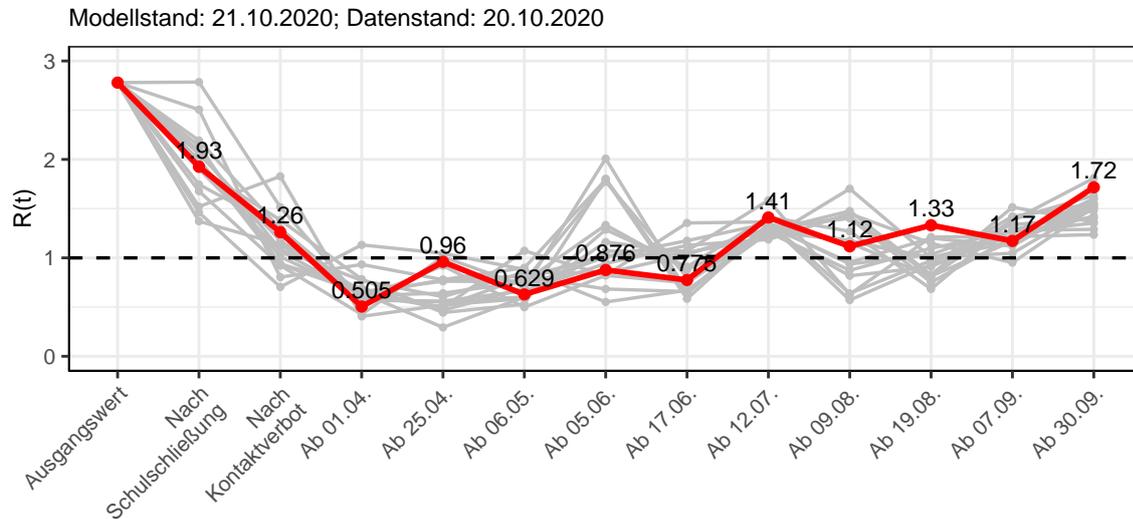


Abbildung 137: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Sachsen

Abb. 138 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Sachsen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

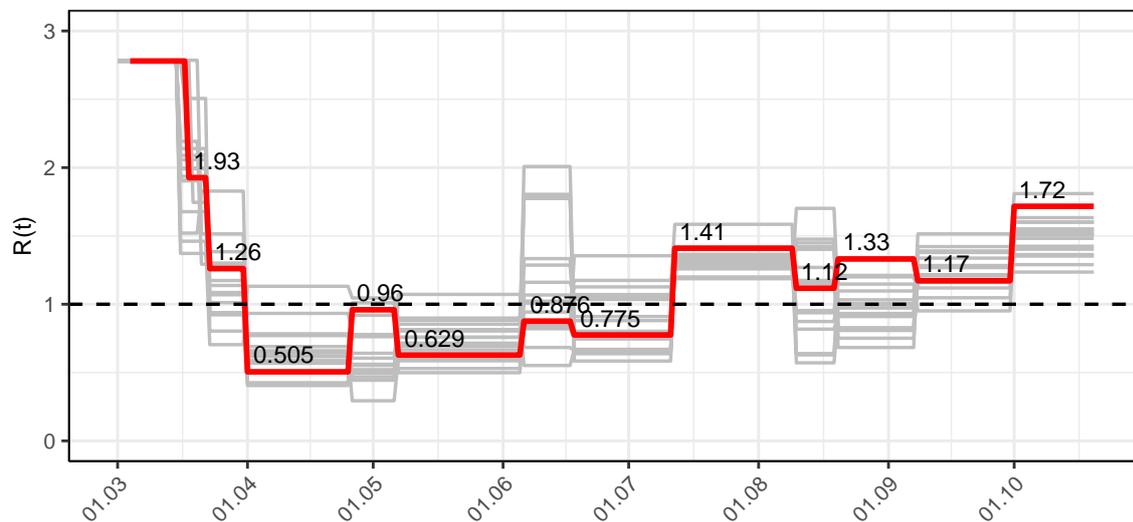


Abbildung 138: $R(t)$ Werte über die Zeit für Sachsen

Abb. 139 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Sachsen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

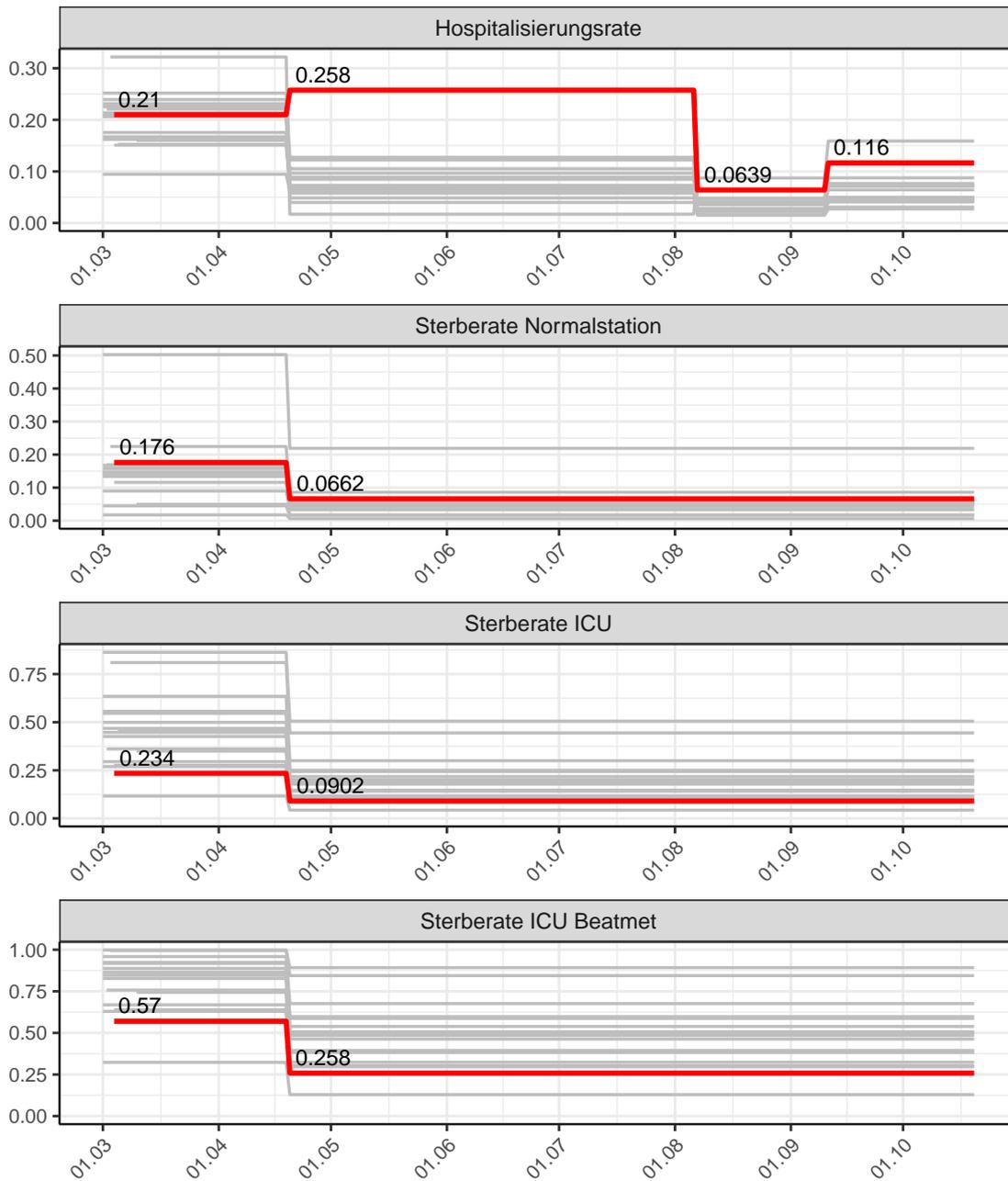


Abbildung 139: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Sachsen

14.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.72$)

Abb. 140 und 141 stellen auf einer linearen (140) und einer halblogarithmischen (141) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Sachsen dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

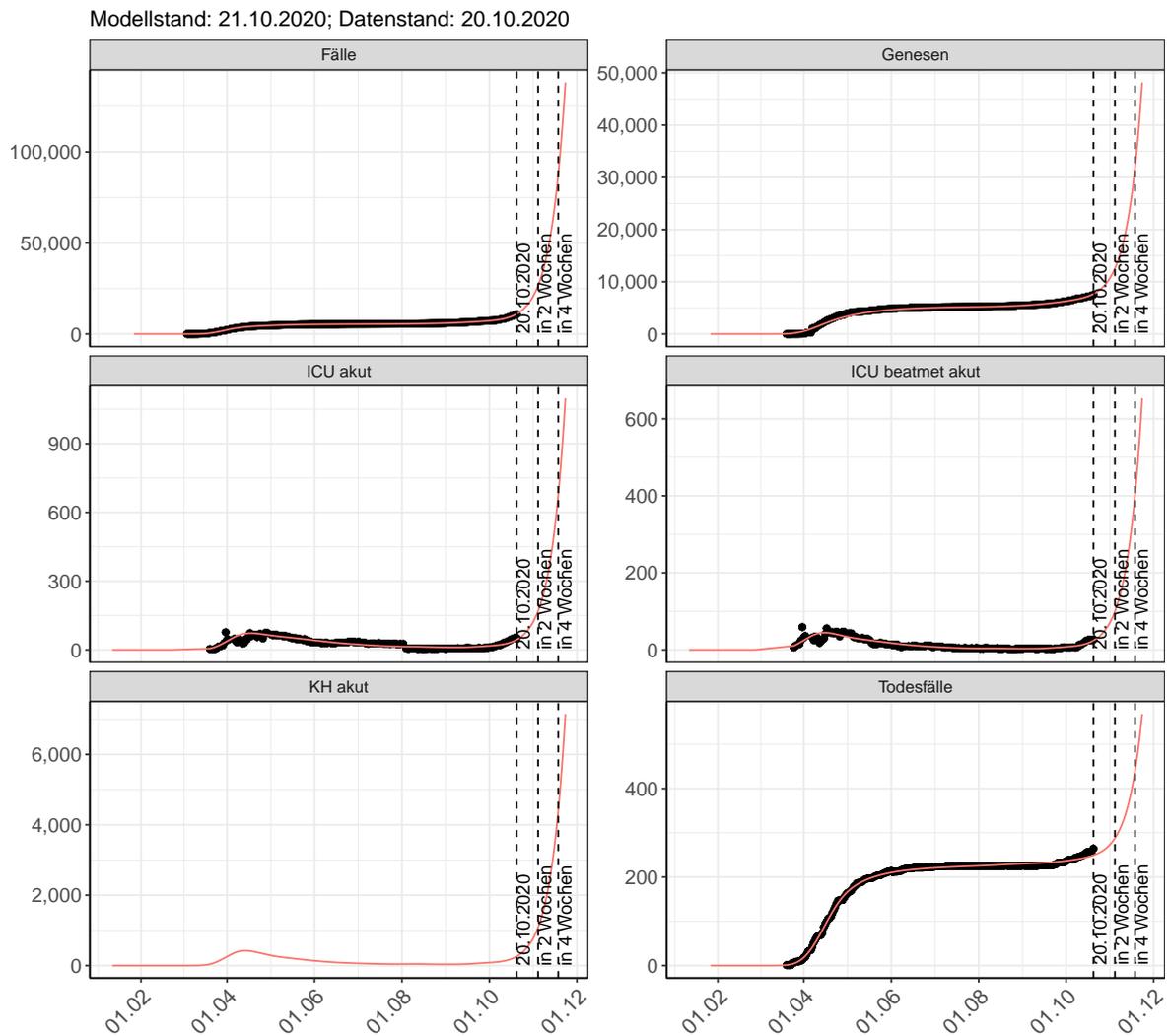


Abbildung 140: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Sachsen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

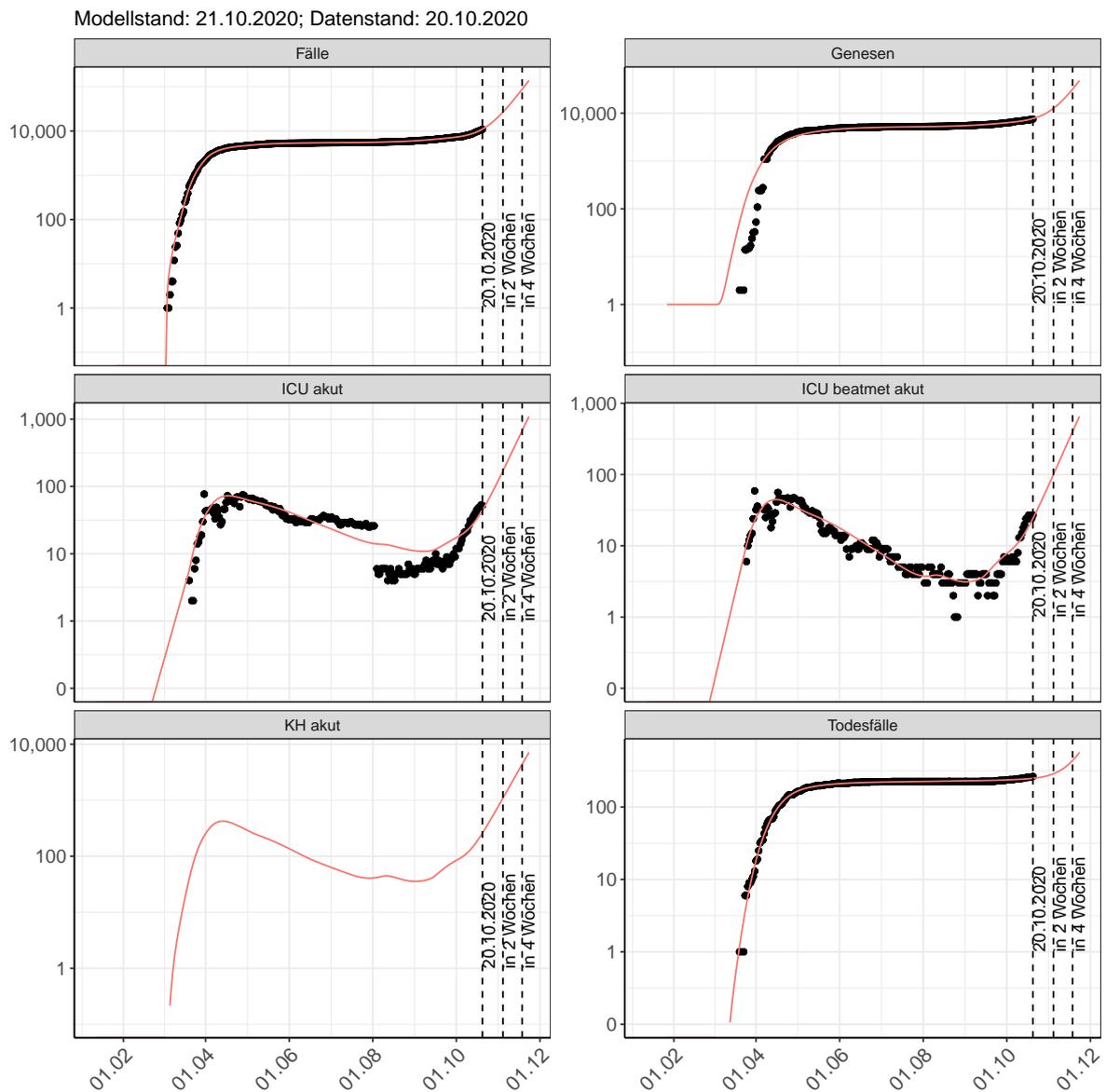


Abbildung 141: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Sachsen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 142 und 143 stellen auf einer linearen (142) und einer halblogarithmischen (143) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Sachsen dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

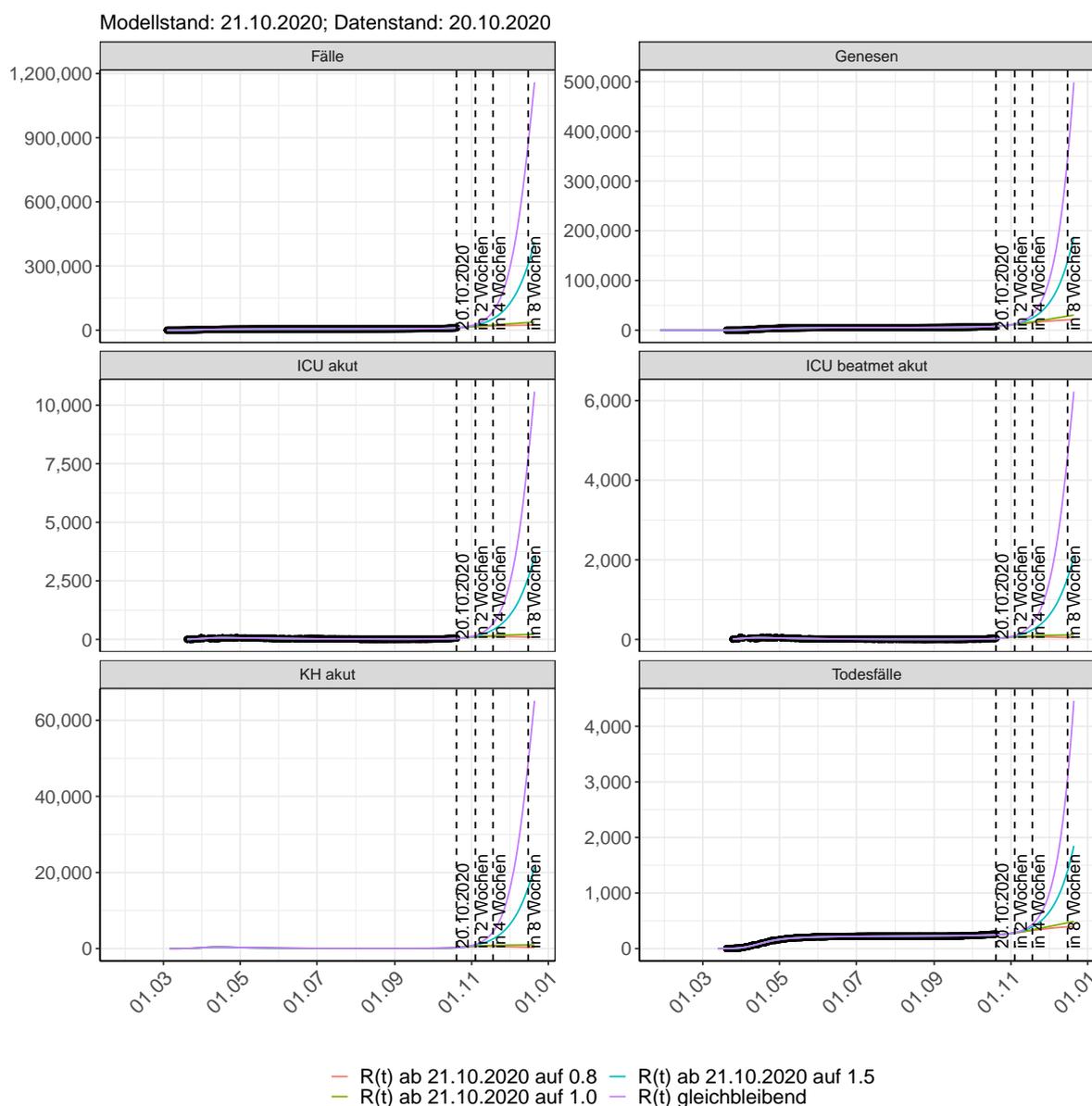


Abbildung 142: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Sachsen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

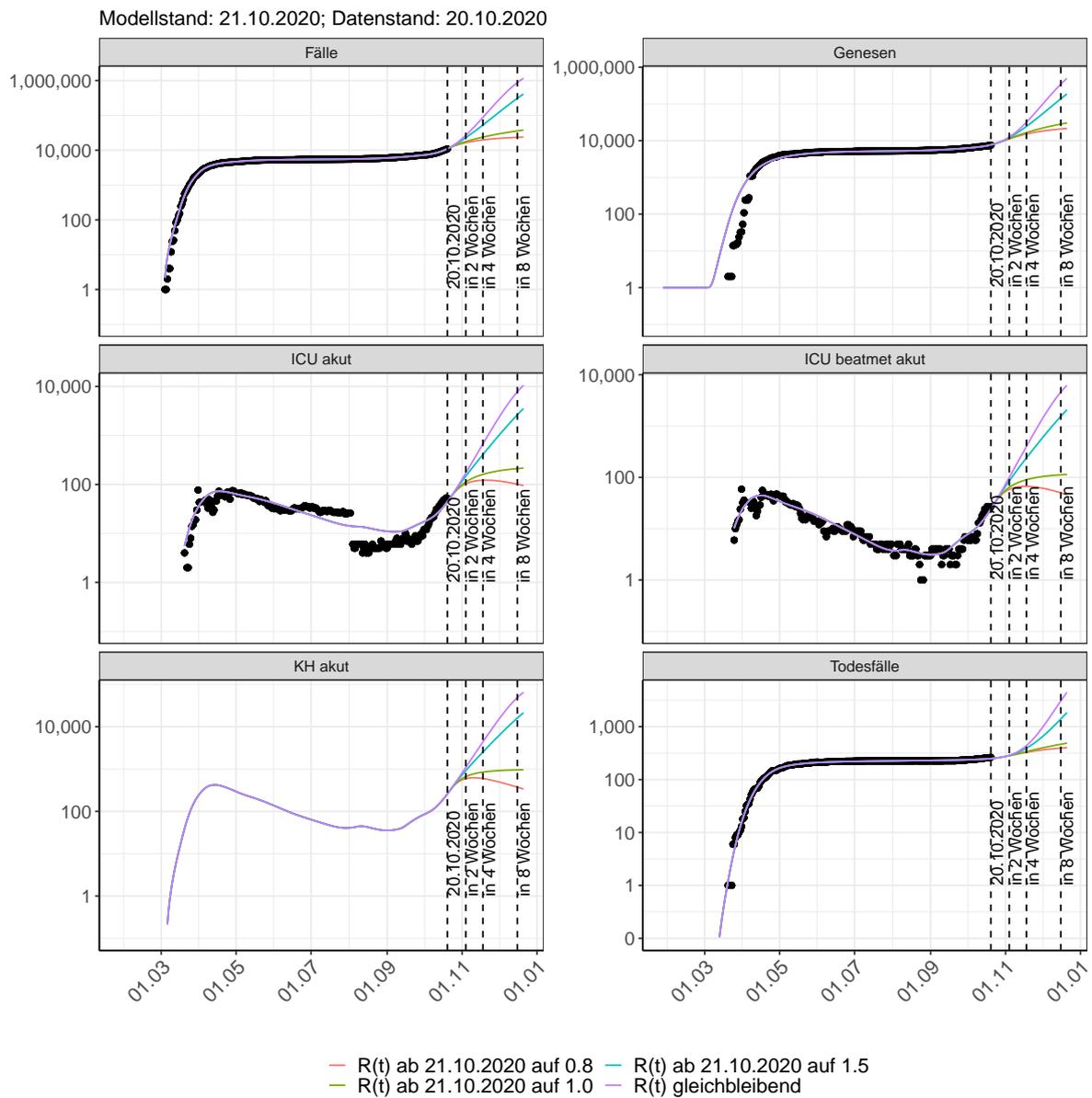


Abbildung 143: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Sachsen unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 144 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

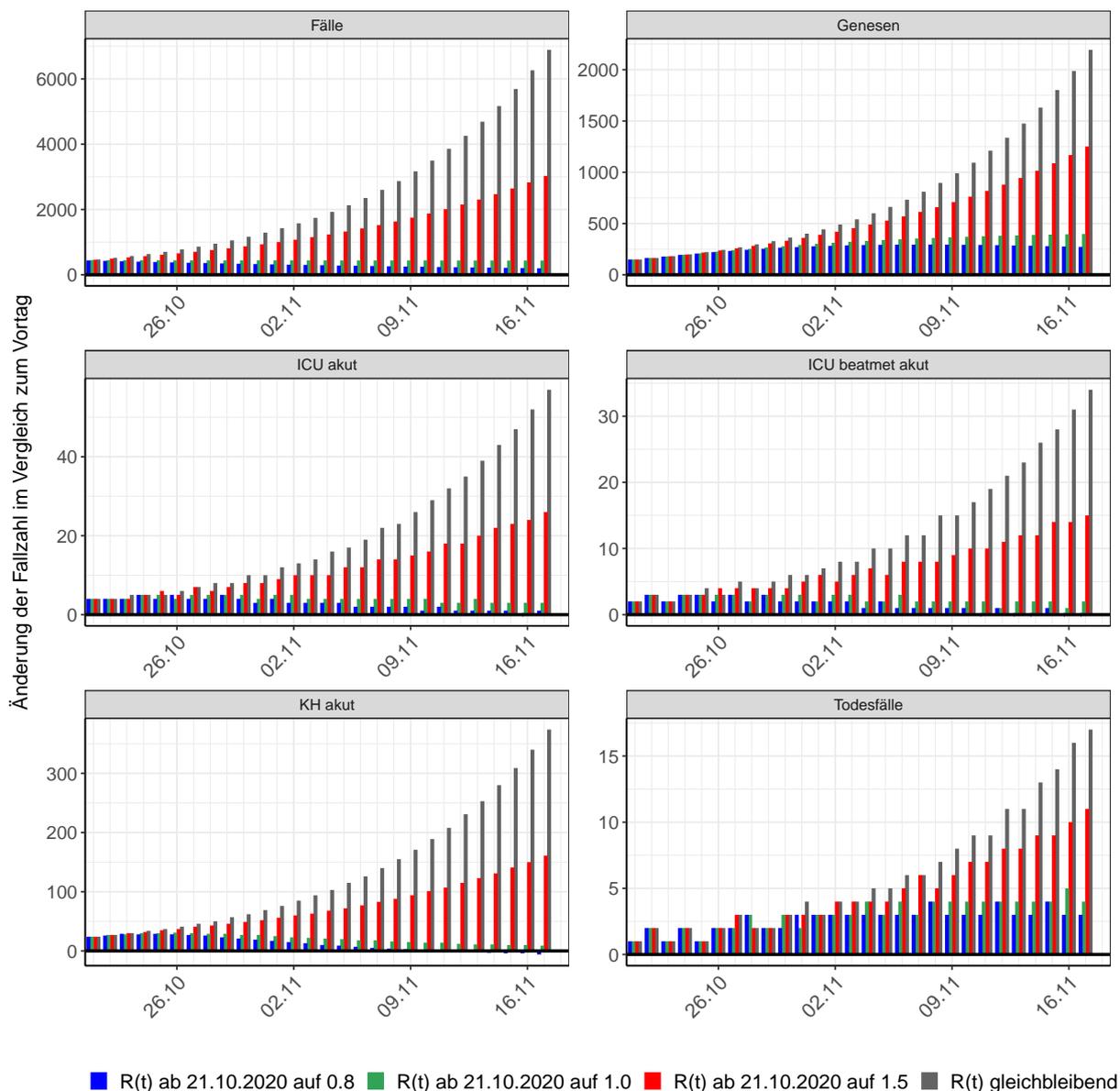


Abbildung 144: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Sachsen

15 Sachsen-Anhalt

15.1 Modellbeschreibung

Abb. 145 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Sachsen-Anhalt dar.

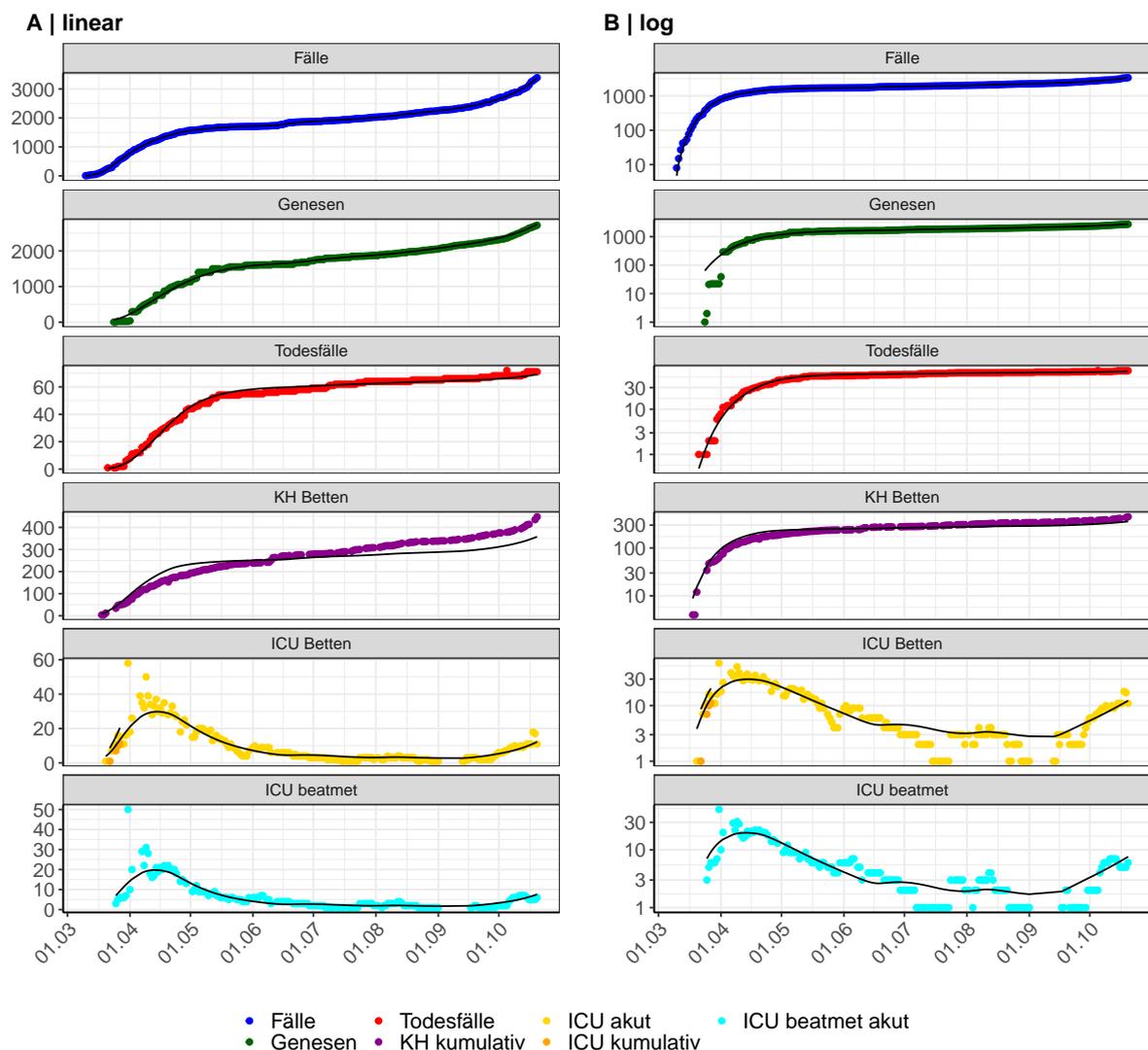


Abbildung 145: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Sachsen-Anhalt. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 146 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Sachsen-Anhalt. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

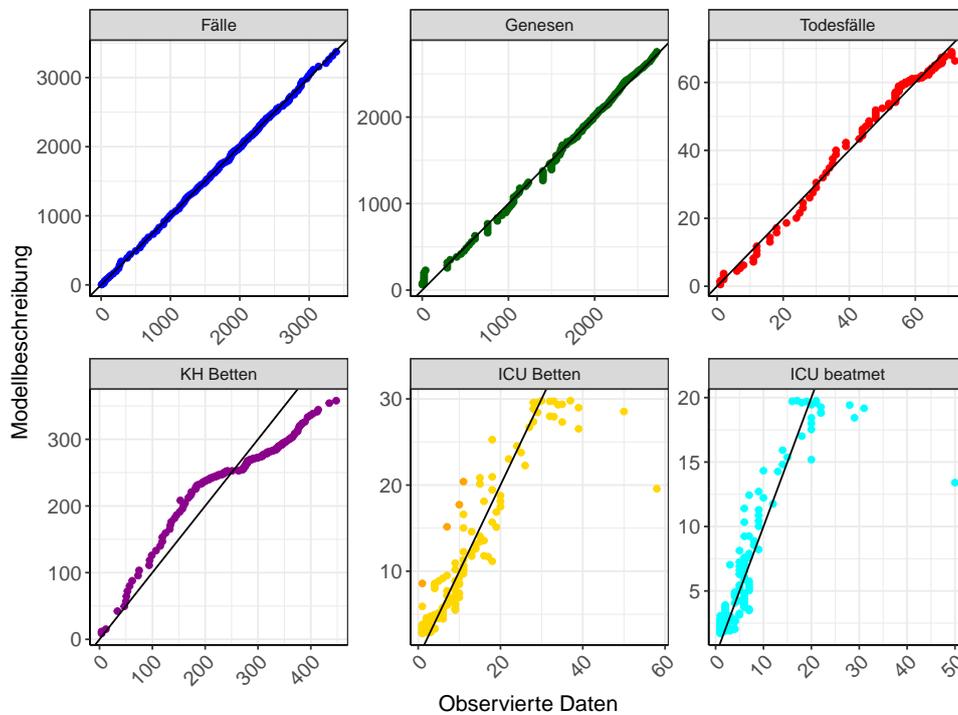


Abbildung 146: Goodness-of-Fit Plots für Sachsen-Anhalt. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 147 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Sachsen-Anhalt (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

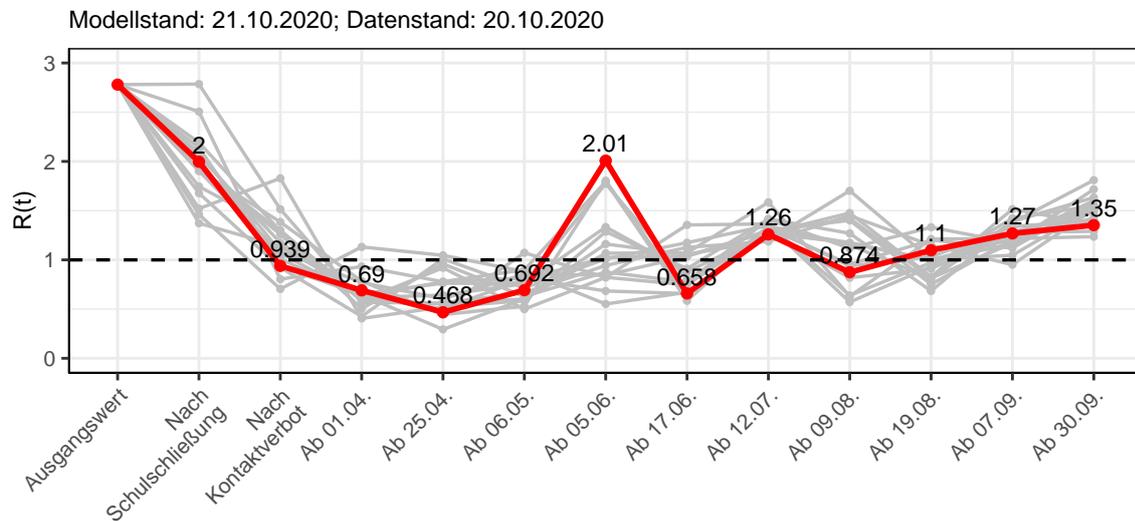


Abbildung 147: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Sachsen-Anhalt

Abb. 148 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Sachsen-Anhalt (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

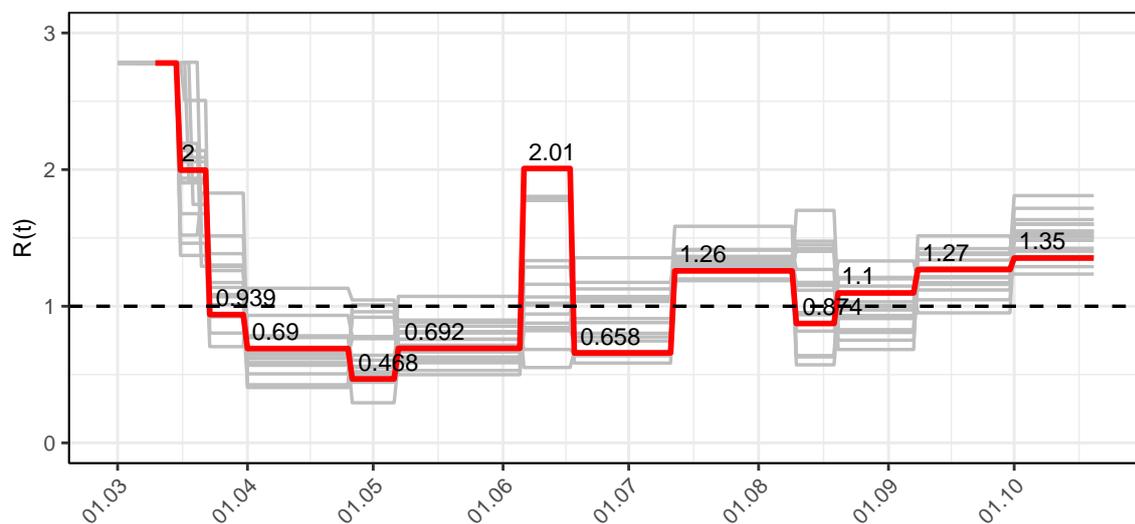


Abbildung 148: $R(t)$ Werte über die Zeit für Sachsen-Anhalt

Abb. 149 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Sachsen-Anhalt (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

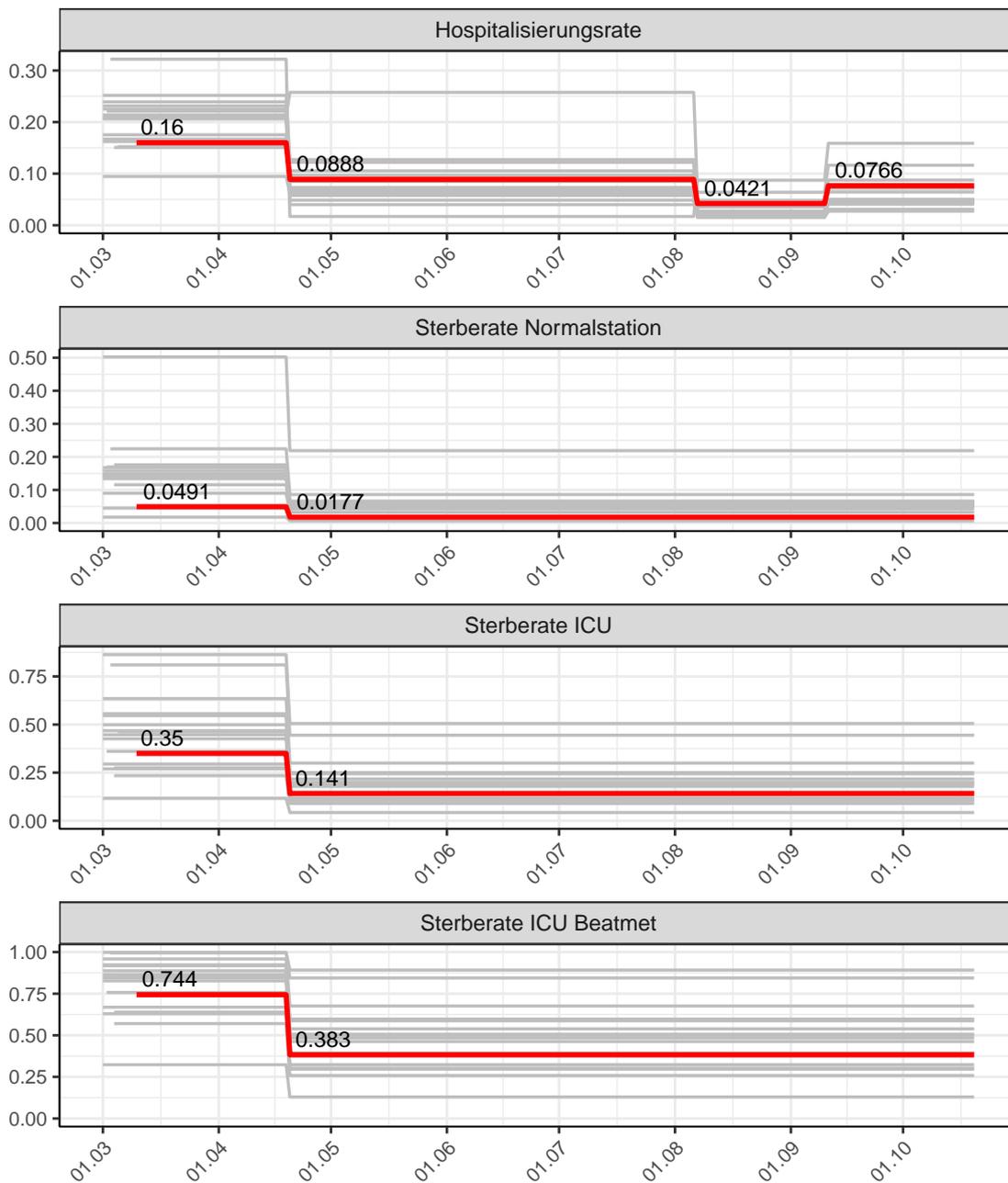


Abbildung 149: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Sachsen-Anhalt

15.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.35$)

Abb. 150 und 151 stellen auf einer linearen (150) und einer halblogarithmischen (151) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Sachsen-Anhalt dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

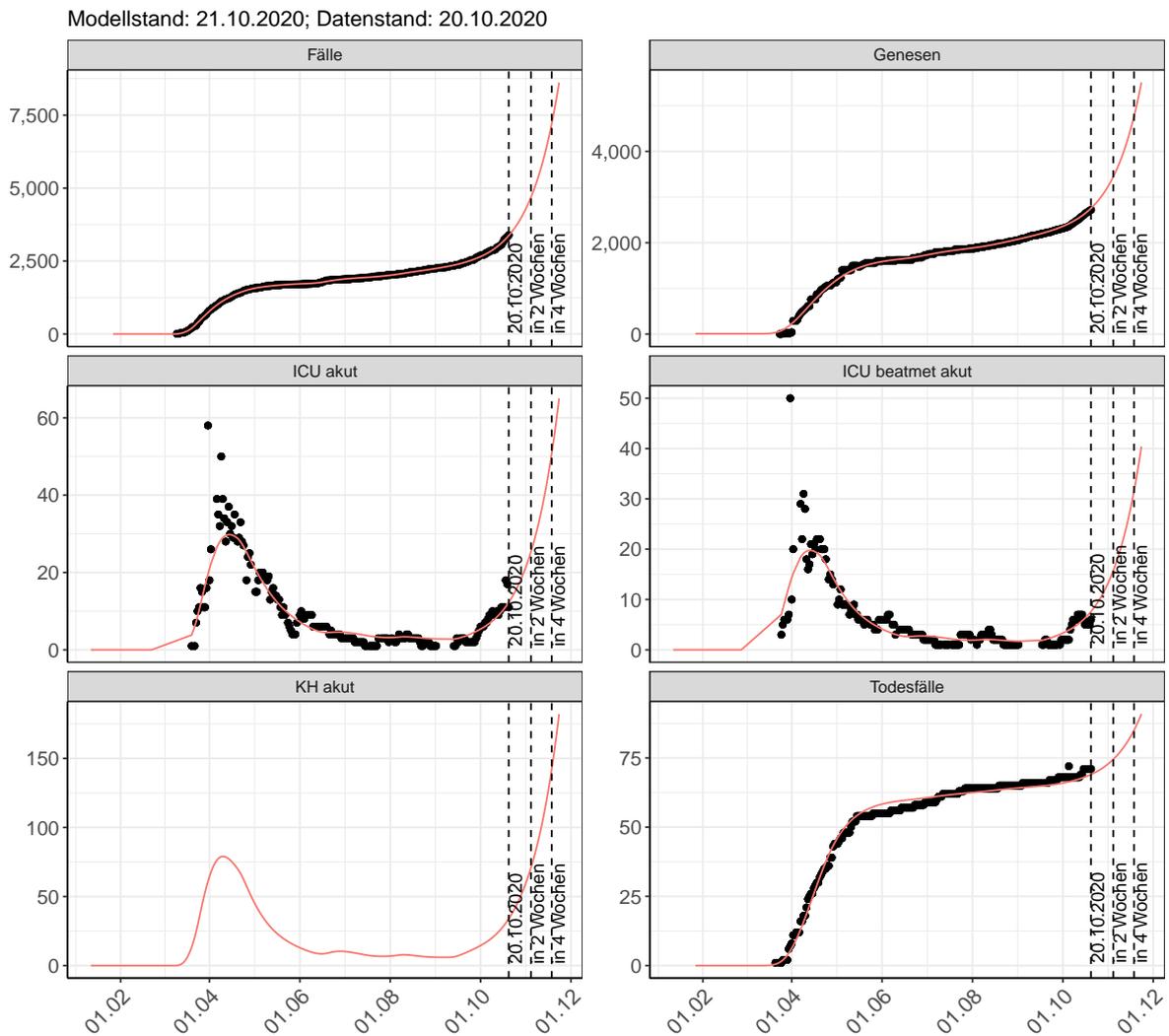


Abbildung 150: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Sachsen-Anhalt für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

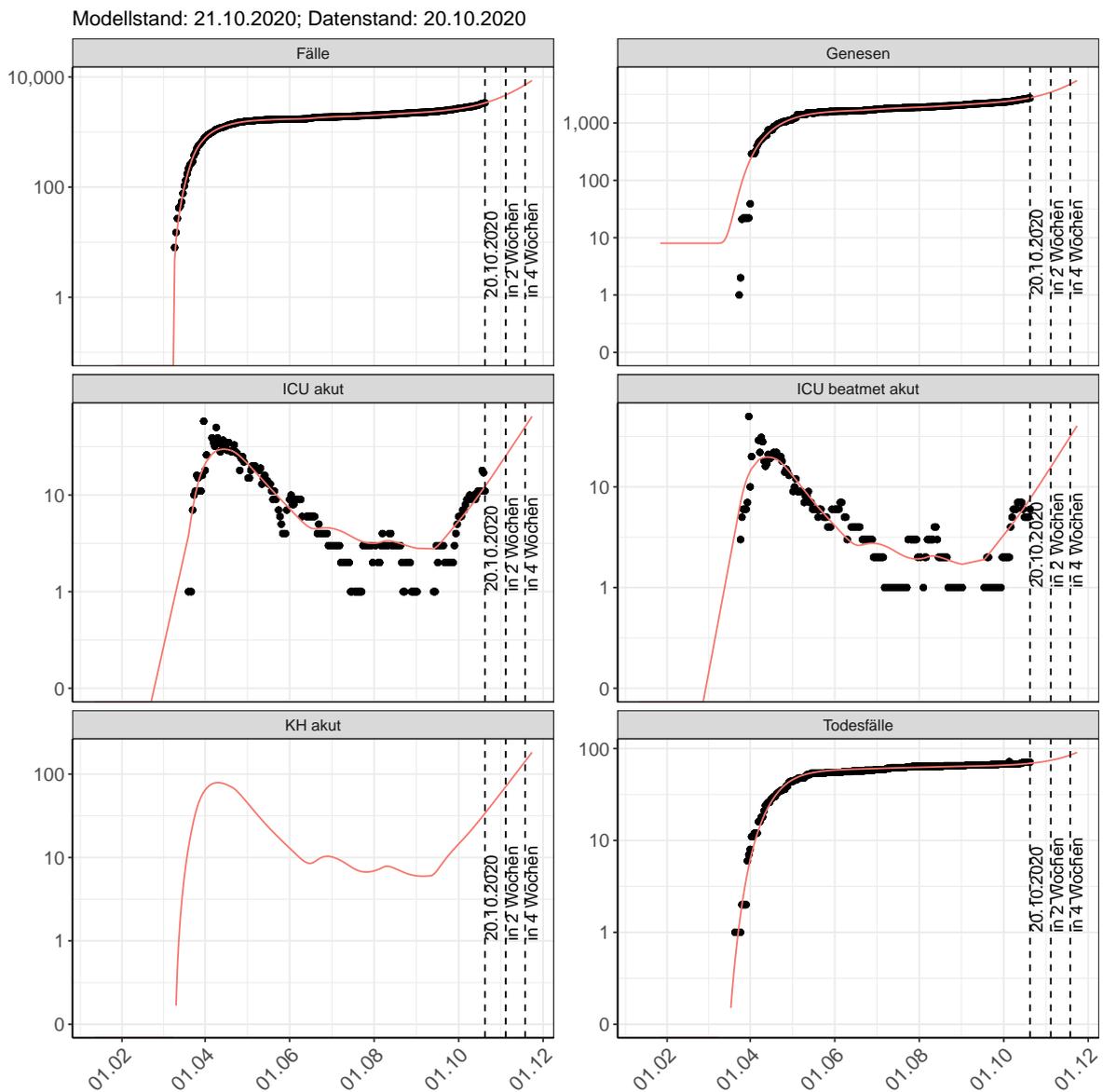


Abbildung 151: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Sachsen-Anhalt für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 152 und 153 stellen auf einer linearen (152) und einer halblogarithmischen (153) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Sachsen-Anhalt dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

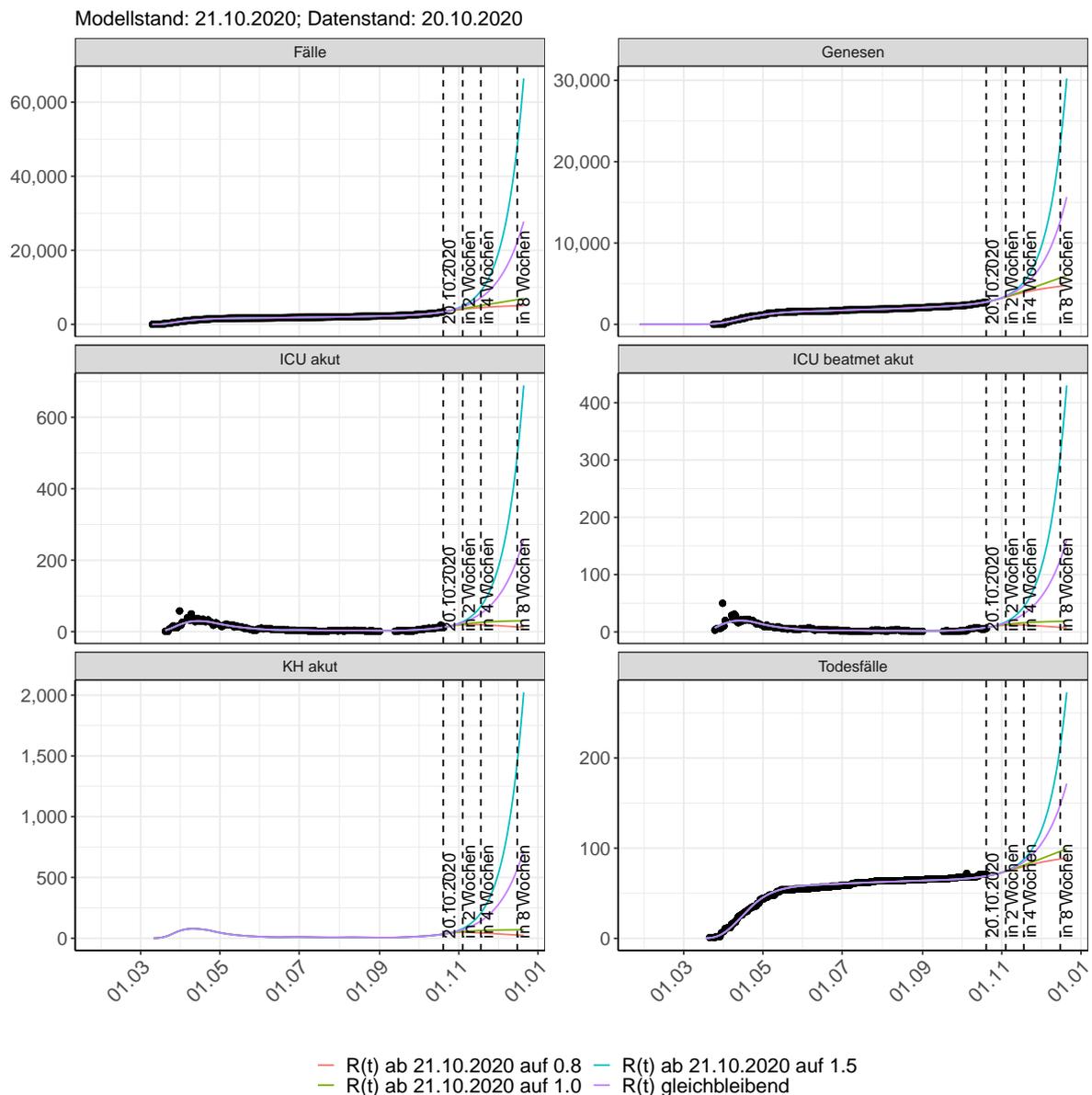


Abbildung 152: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Sachsen-Anhalt unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

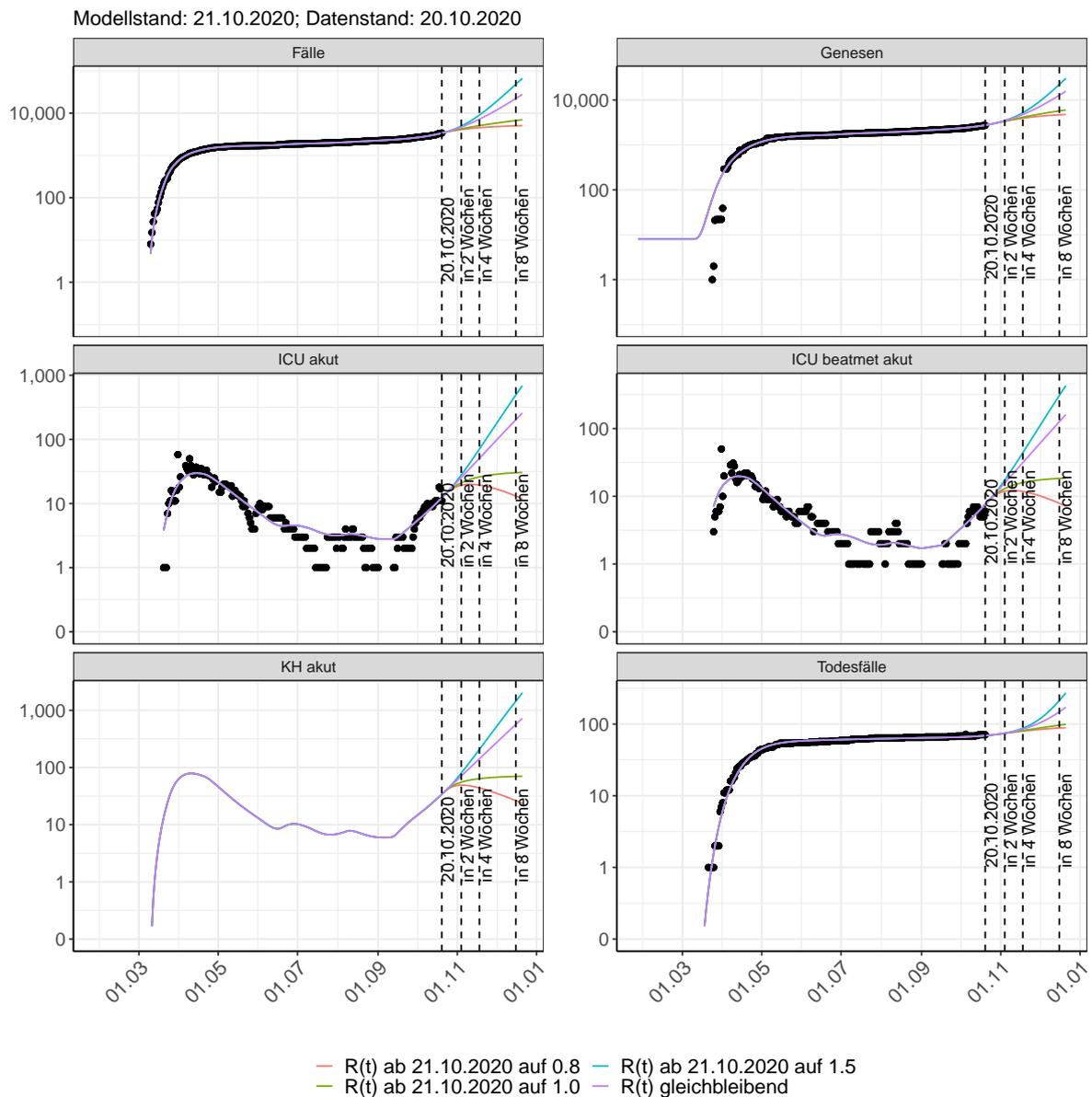


Abbildung 153: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Sachsen-Anhalt unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 154 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

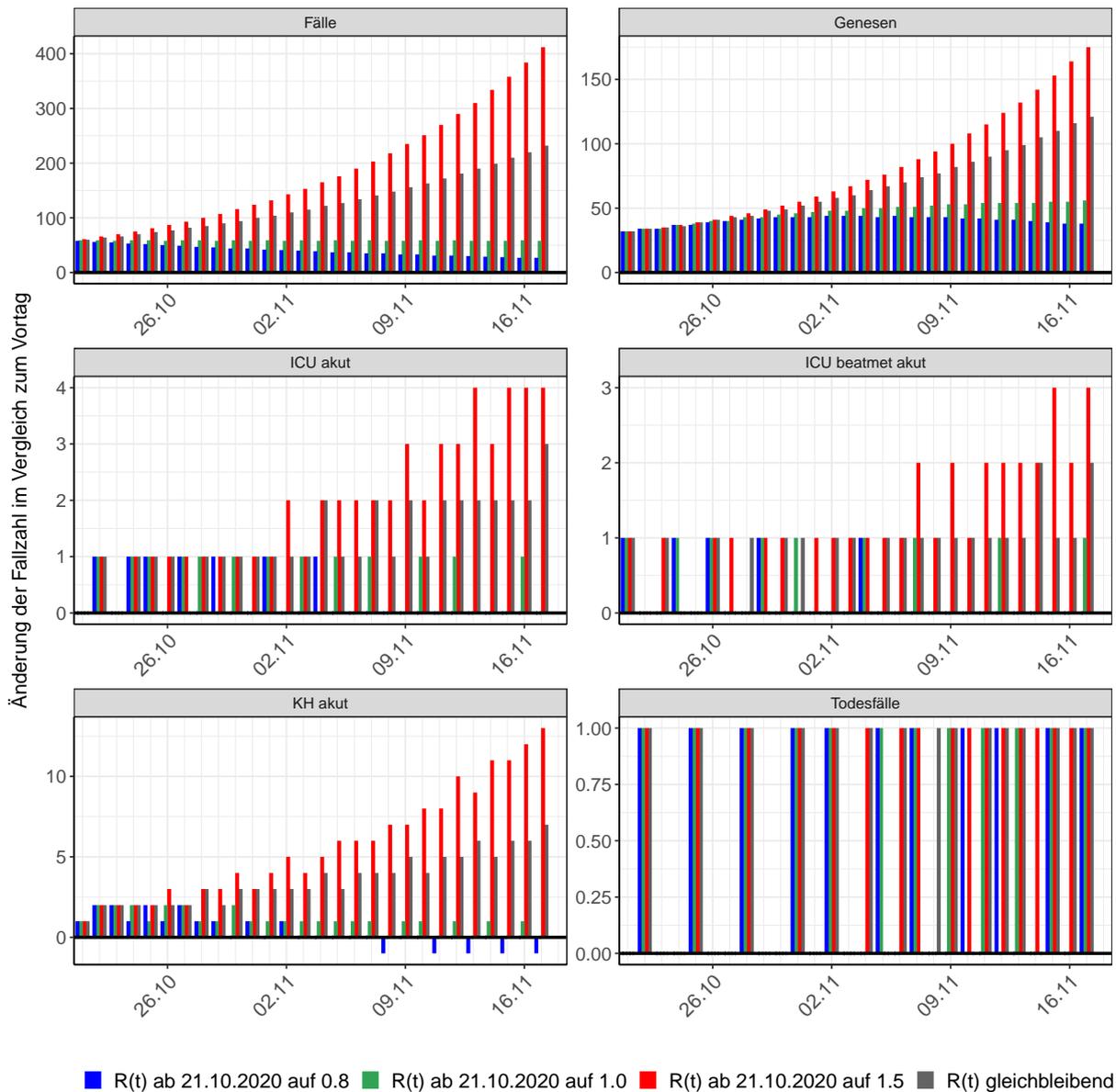


Abbildung 154: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Sachsen-Anhalt

16 Schleswig-Holstein

16.1 Modellbeschreibung

Abb. 155 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Schleswig-Holstein dar.

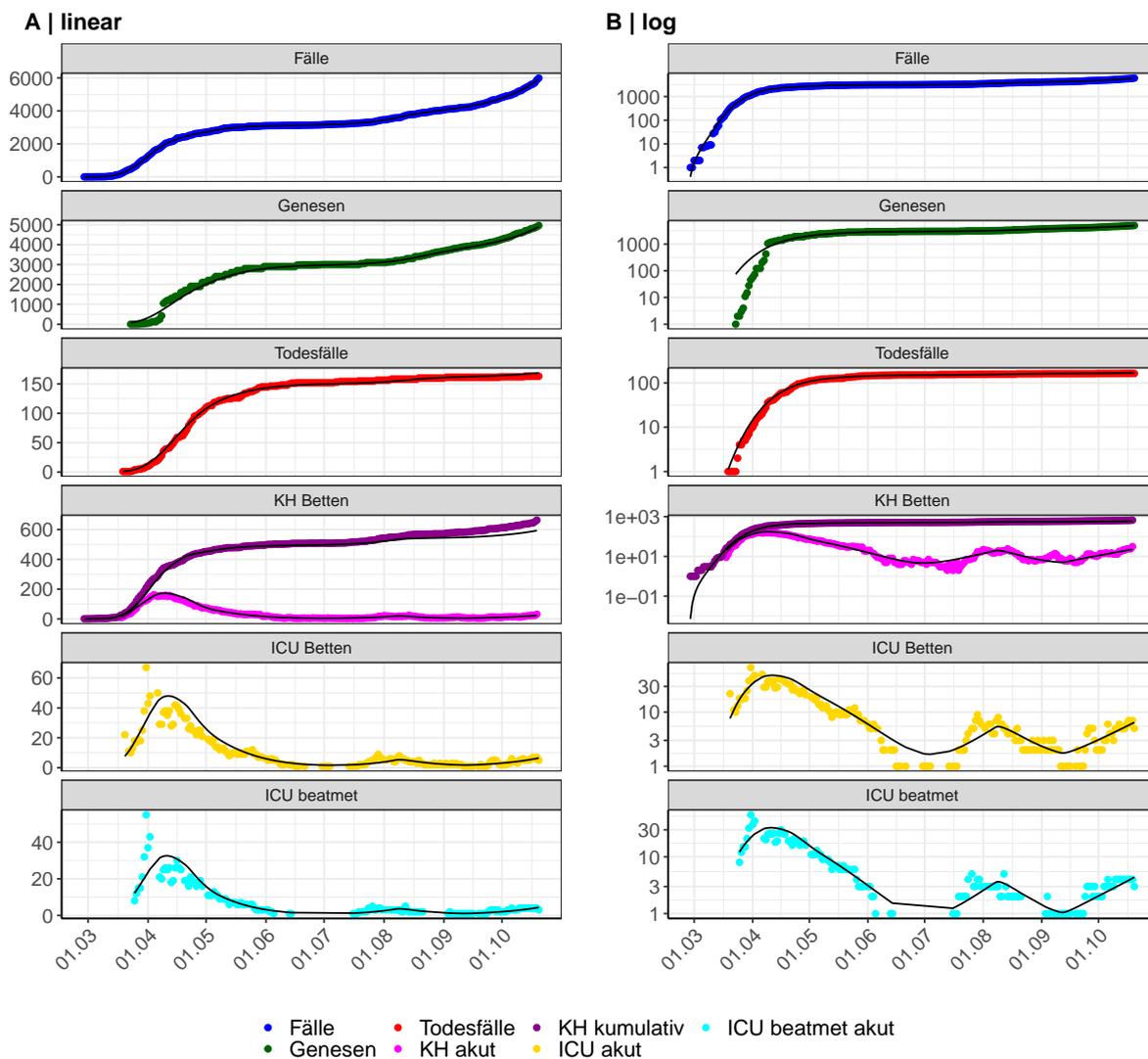


Abbildung 155: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Schleswig-Holstein. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 156 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Schleswig-Holstein. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

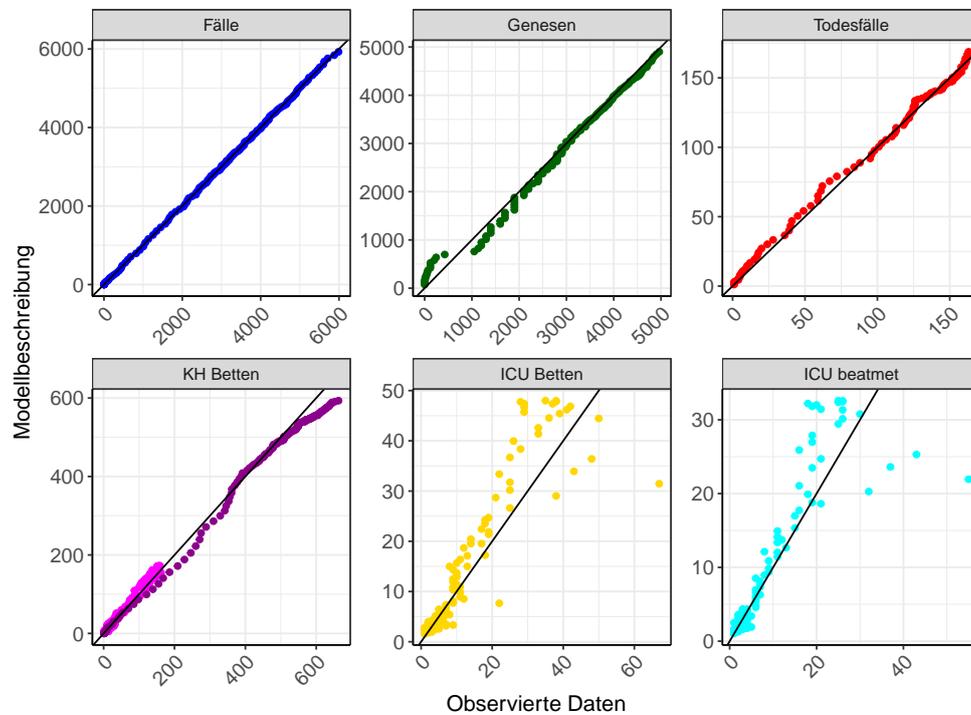


Abbildung 156: Goodness-of-Fit Plots für Schleswig-Holstein. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 157 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Schleswig-Holstein (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

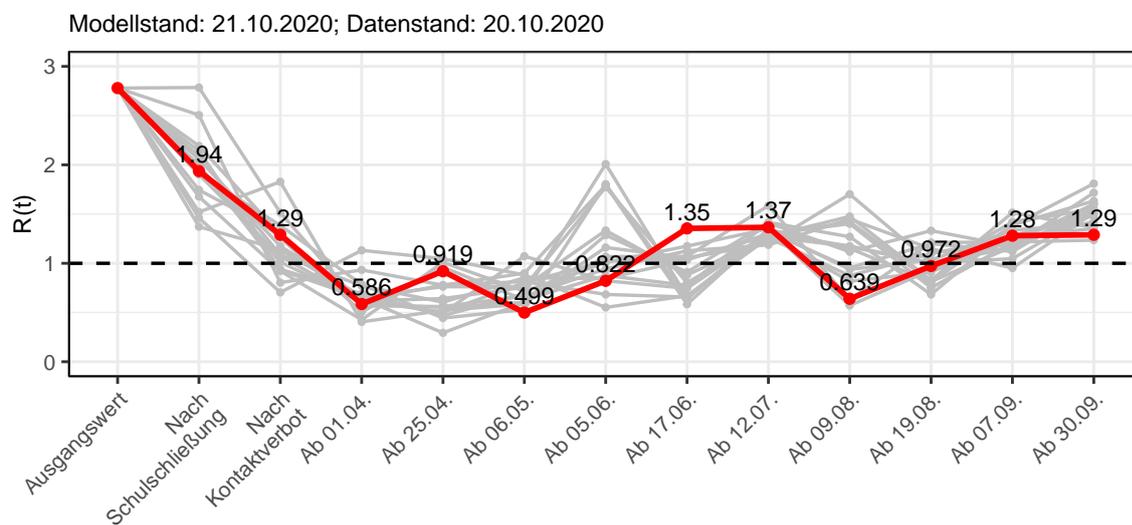


Abbildung 157: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Schleswig-Holstein

Abb. 158 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Schleswig-Holstein (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

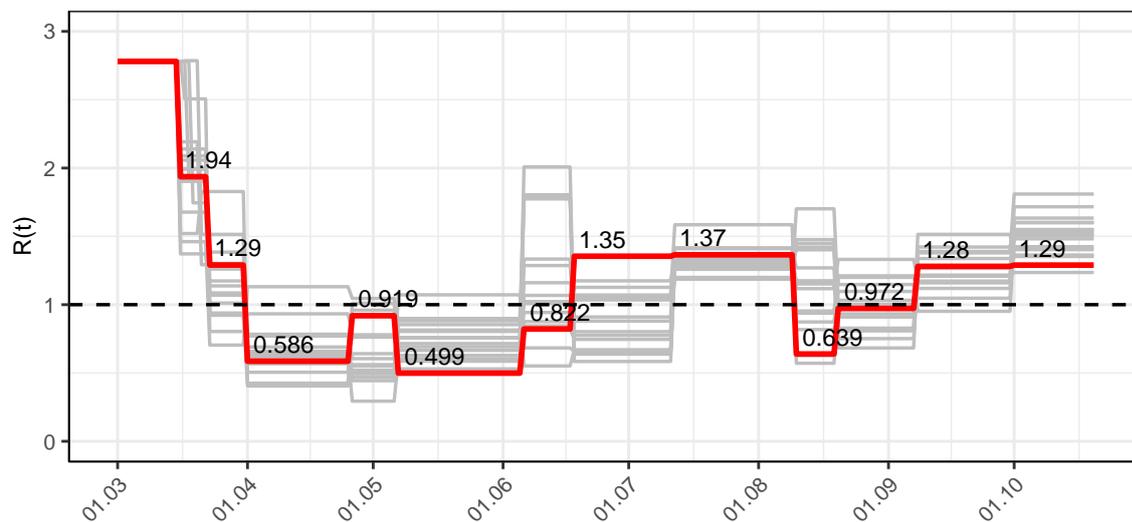


Abbildung 158: $R(t)$ Werte über die Zeit für Schleswig-Holstein

Abb. 159 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Schleswig-Holstein (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

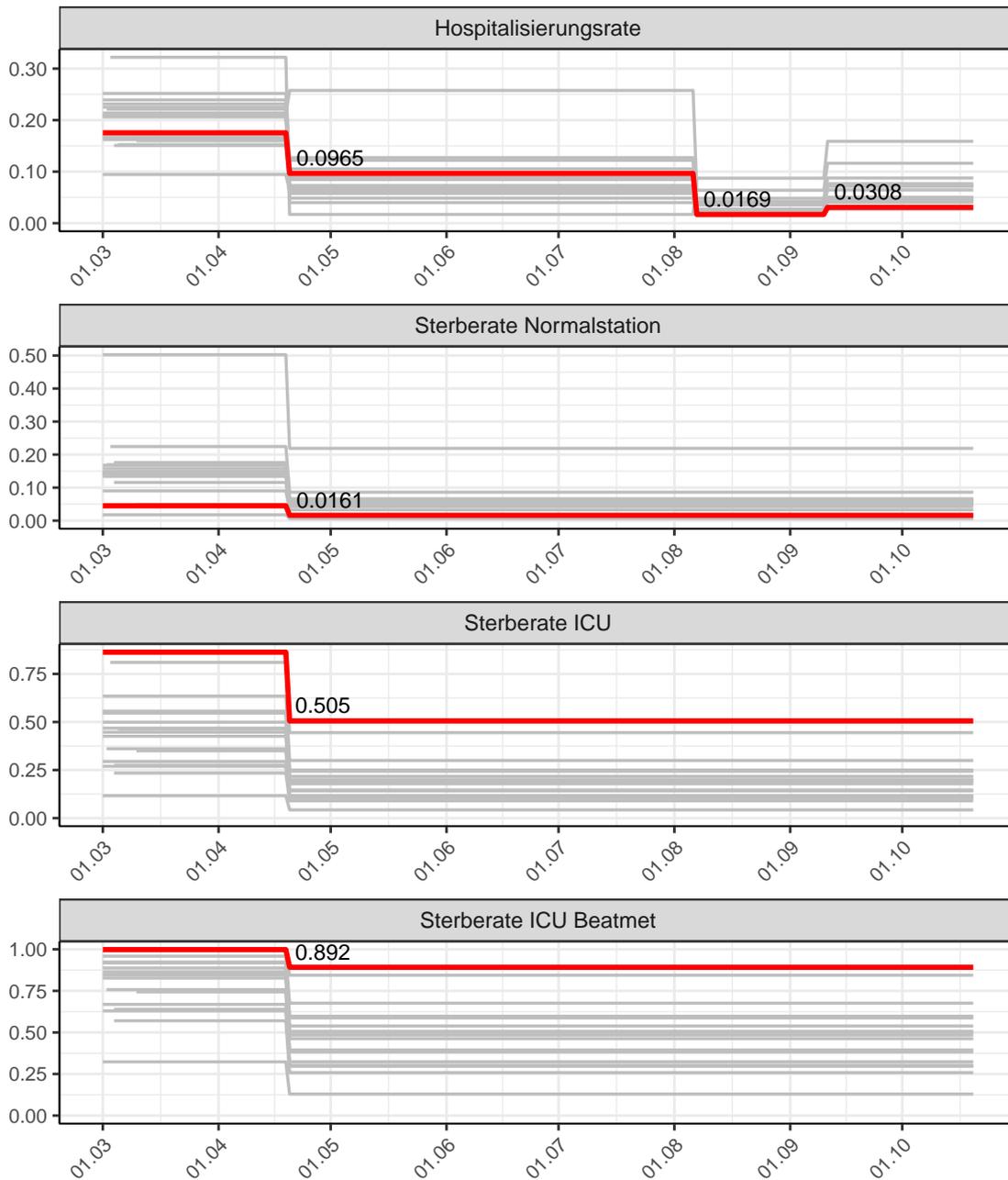


Abbildung 159: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Schleswig-Holstein

16.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.29$)

Abb. 160 und 161 stellen auf einer linearen (160) und einer halblogarithmischen (161) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Schleswig-Holstein dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

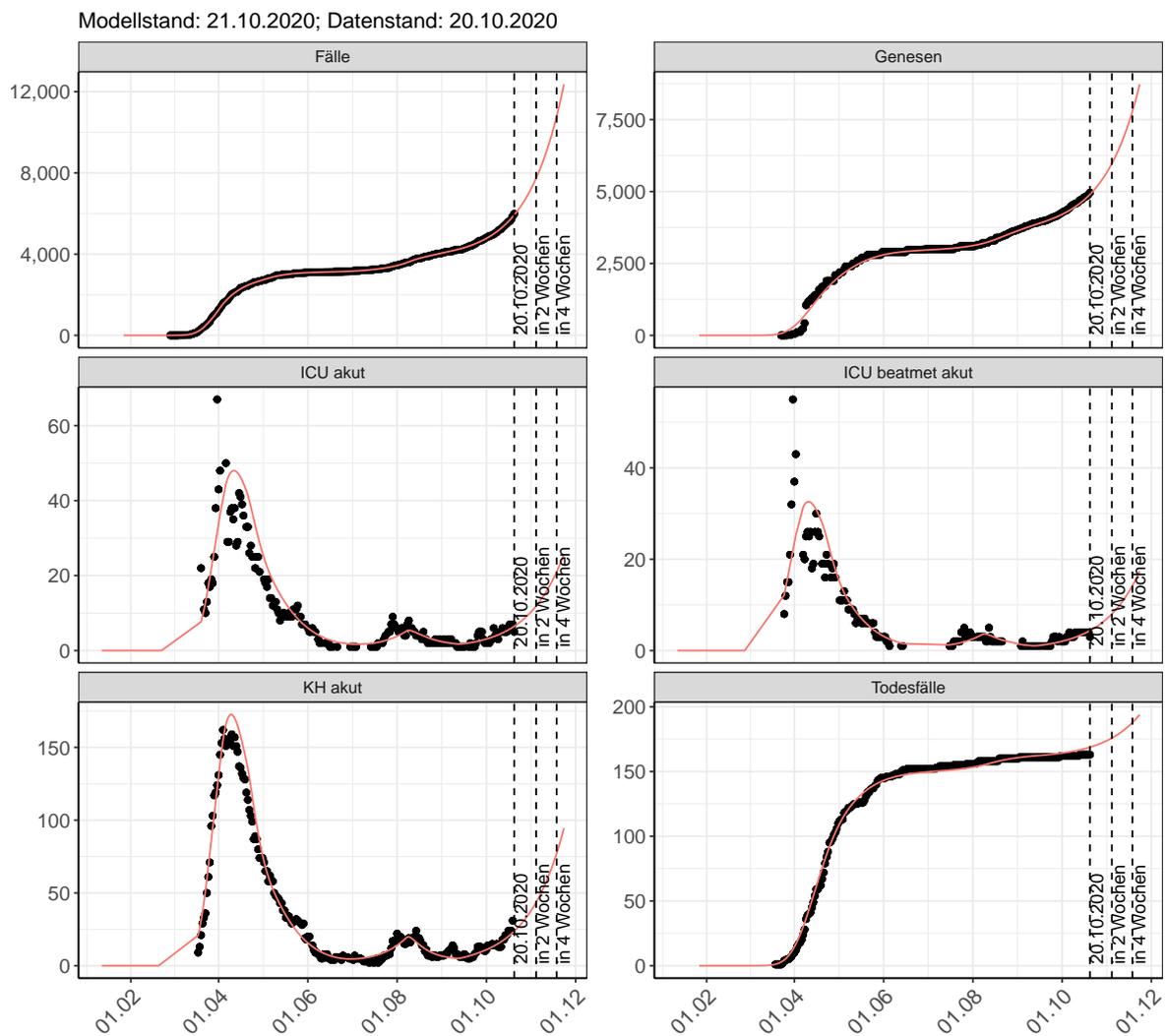


Abbildung 160: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Schleswig-Holstein für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

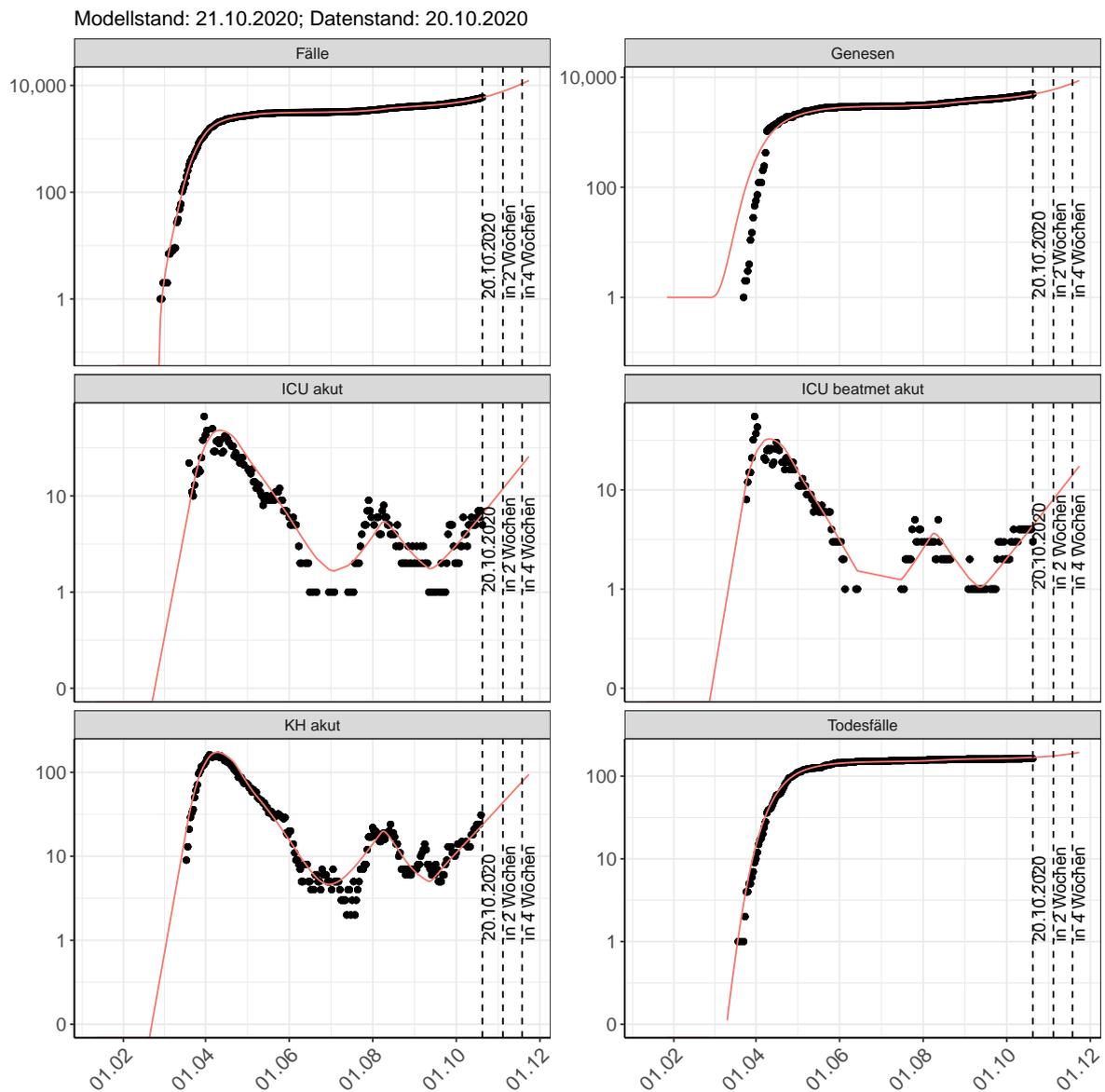


Abbildung 161: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Schleswig-Holstein für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 162 und 163 stellen auf einer linearen (162) und einer halblogarithmischen (163) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Schleswig-Holstein dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

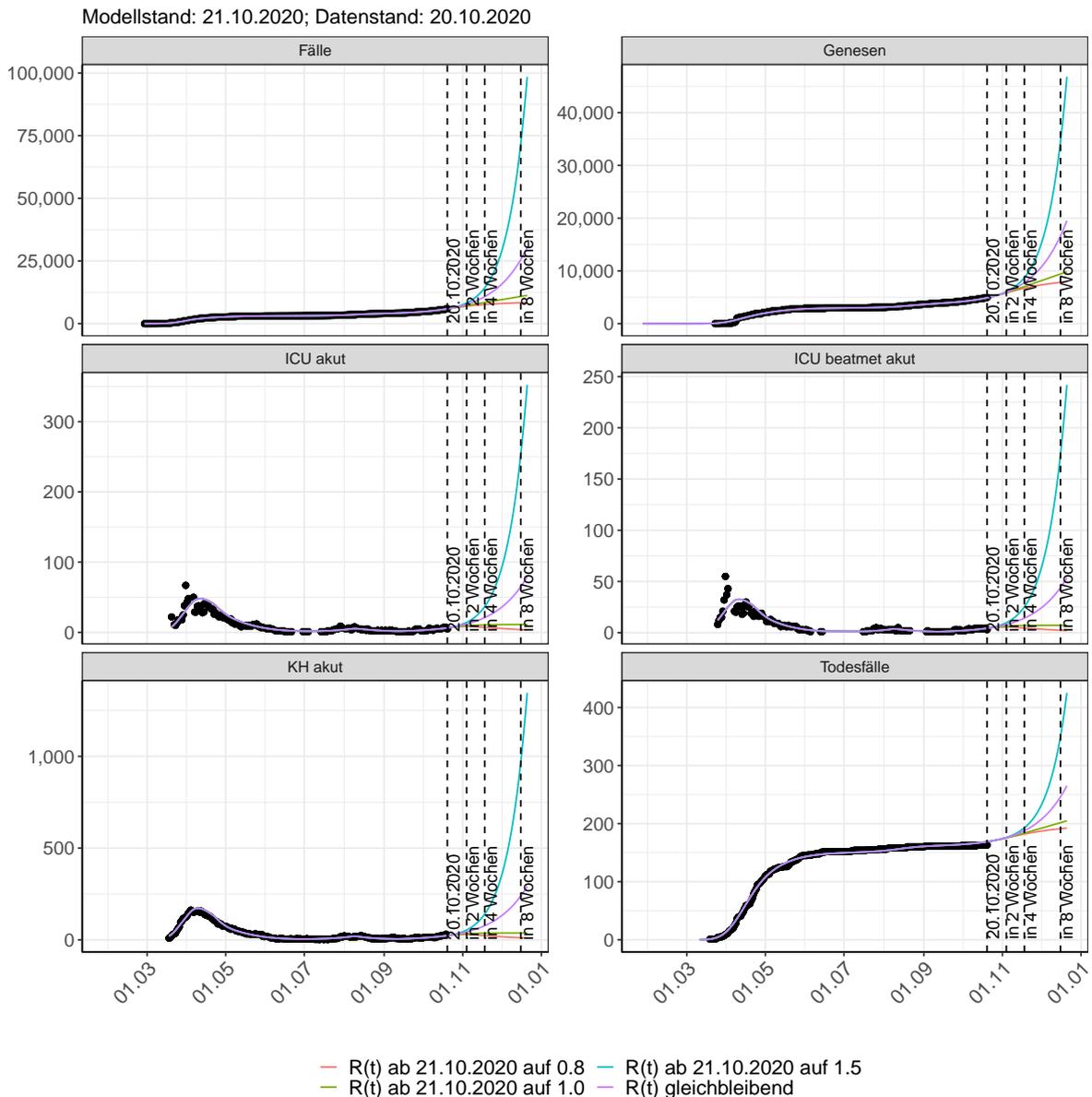


Abbildung 162: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Schleswig-Holstein unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

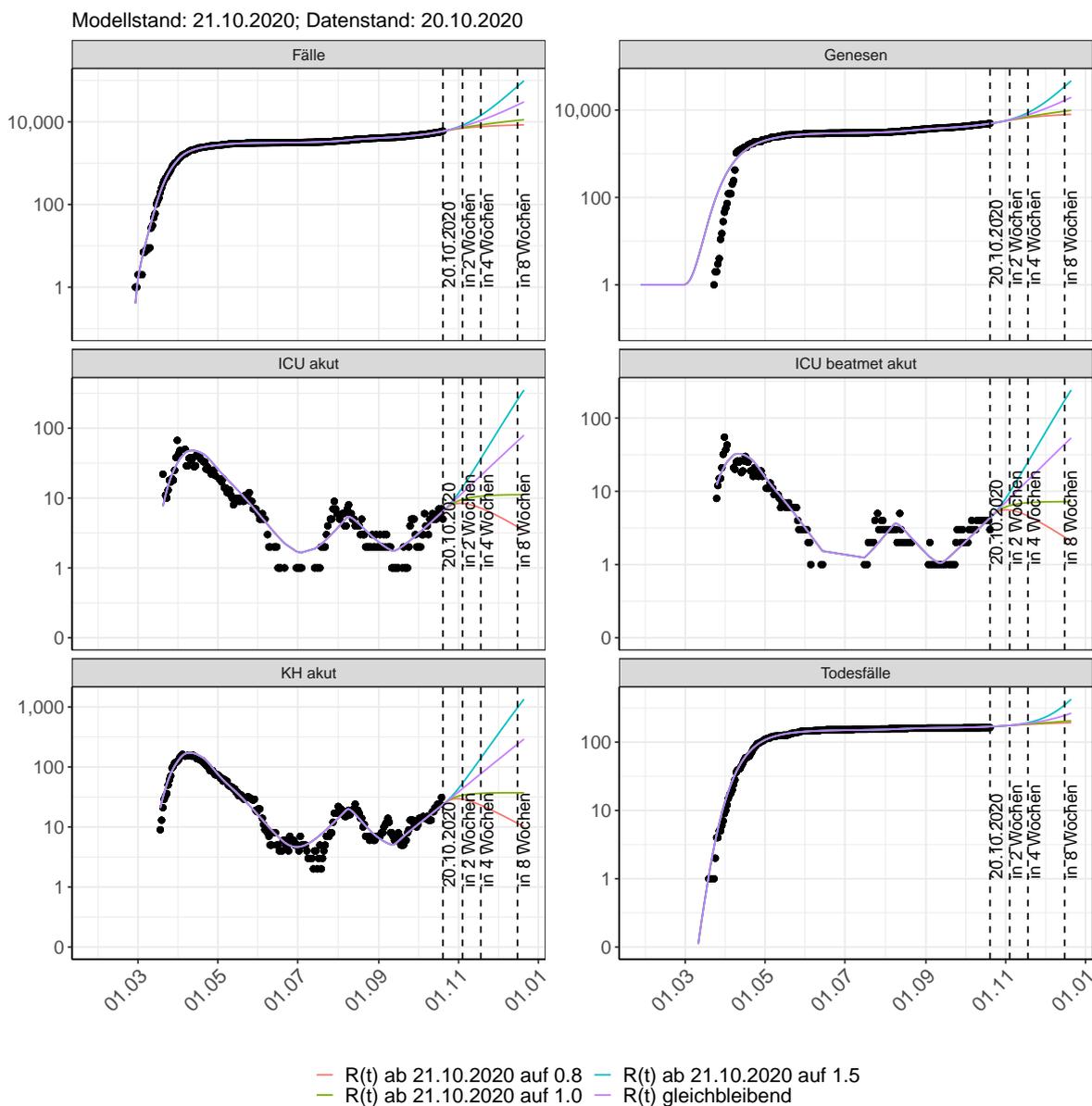


Abbildung 163: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Schleswig-Holstein unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 164 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

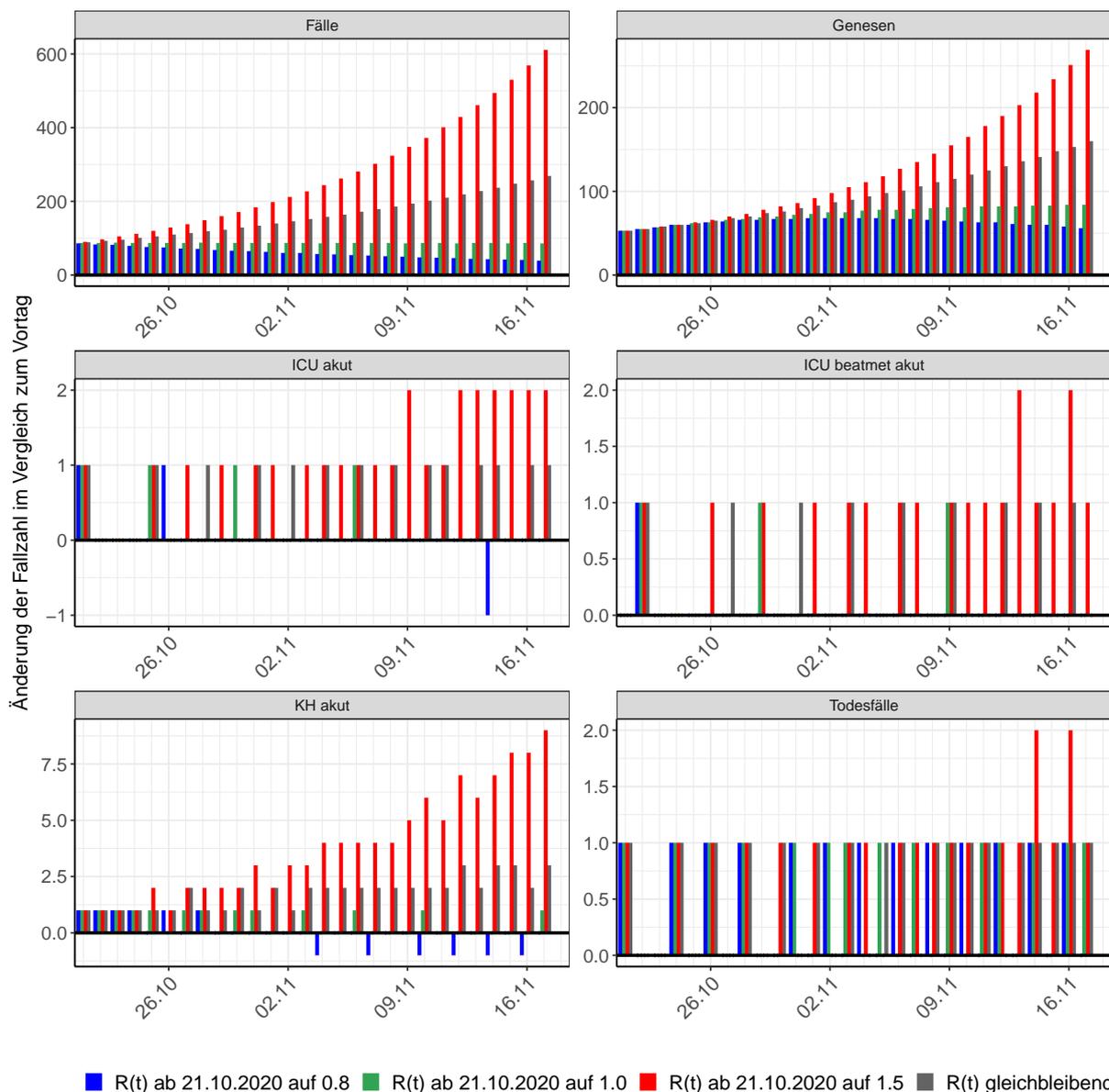


Abbildung 164: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Schleswig-Holstein

17 Thüringen

17.1 Modellbeschreibung

Abb. 165 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Thüringen dar.

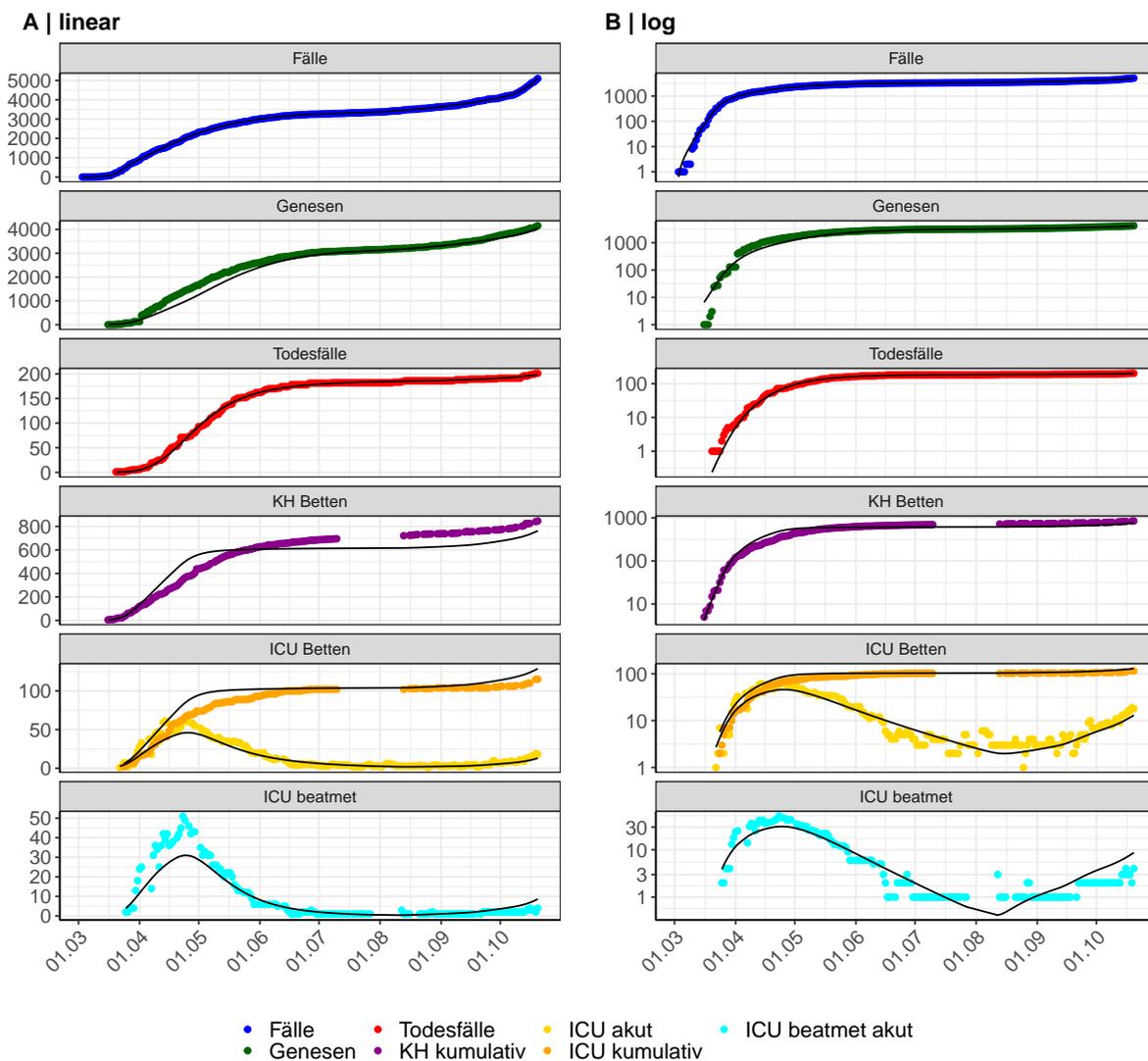


Abbildung 165: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Thüringen. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 166 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Thüringen. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

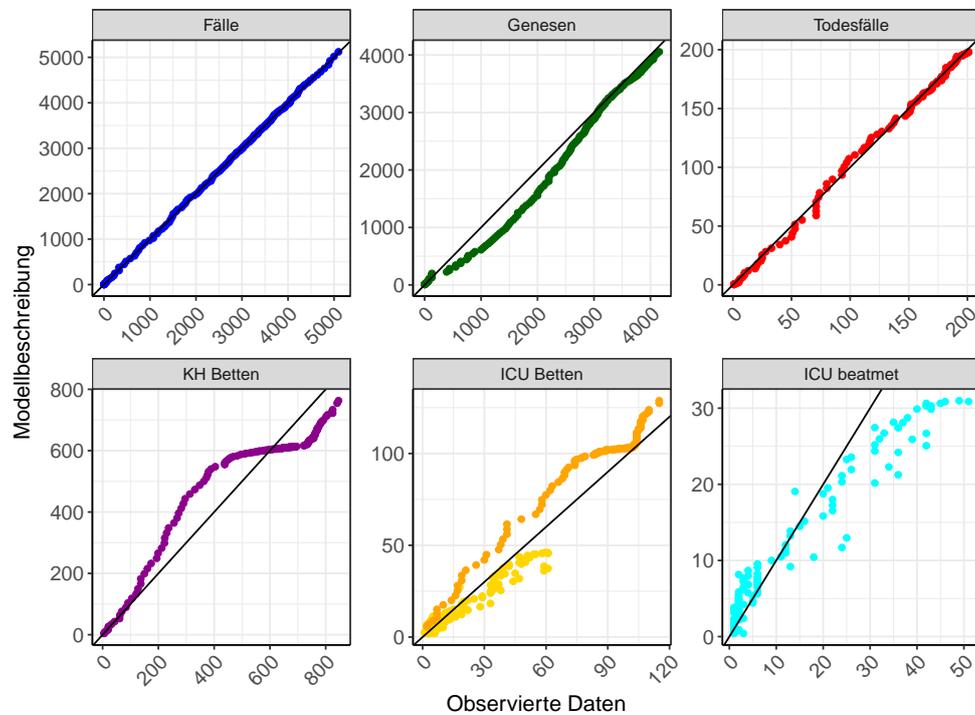


Abbildung 166: Goodness-of-Fit Plots für Thüringen. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 167 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Thüringen (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

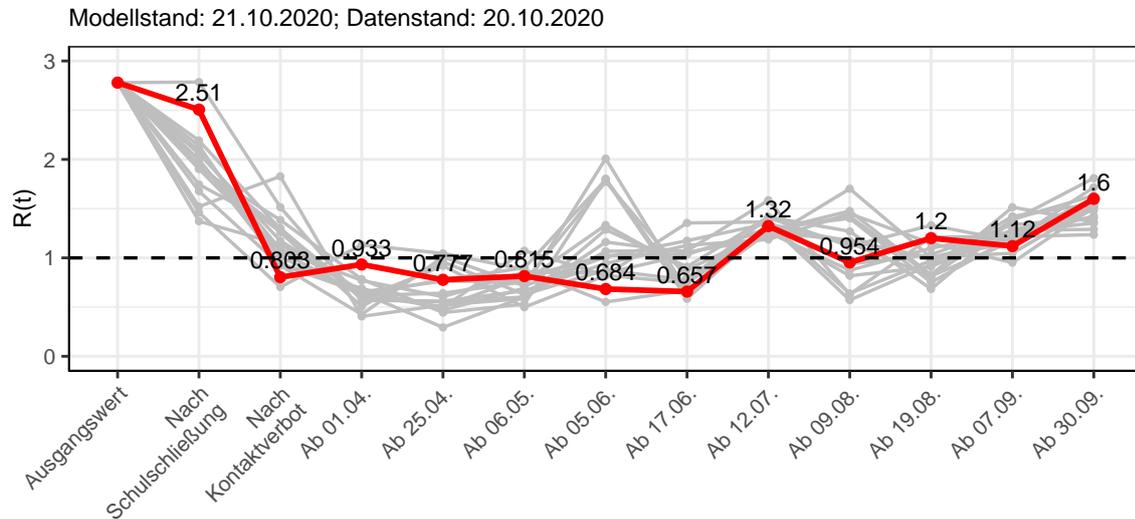


Abbildung 167: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Thüringen

Abb. 168 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Thüringen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

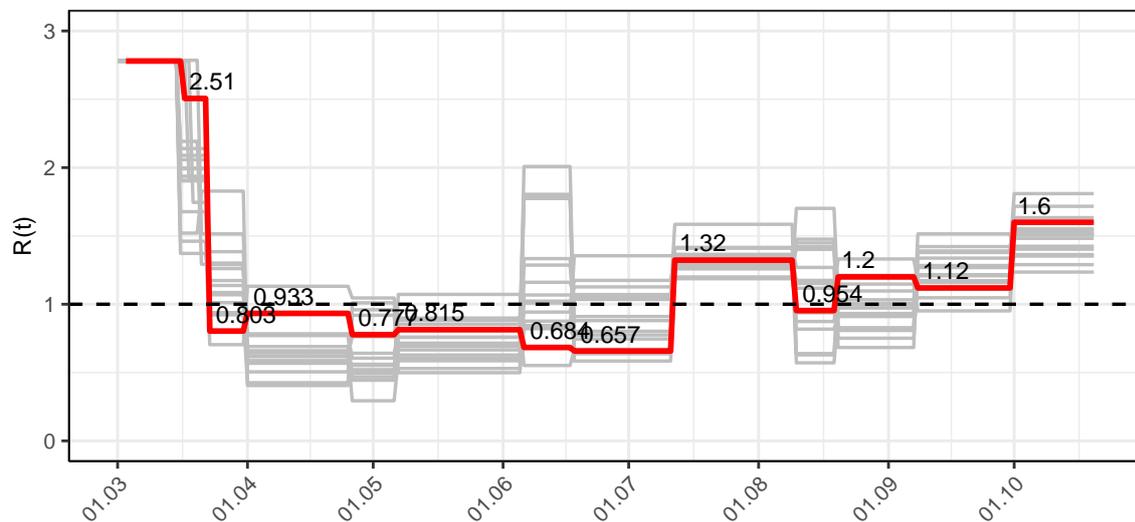


Abbildung 168: $R(t)$ Werte über die Zeit für Thüringen

Abb. 169 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Thüringen (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

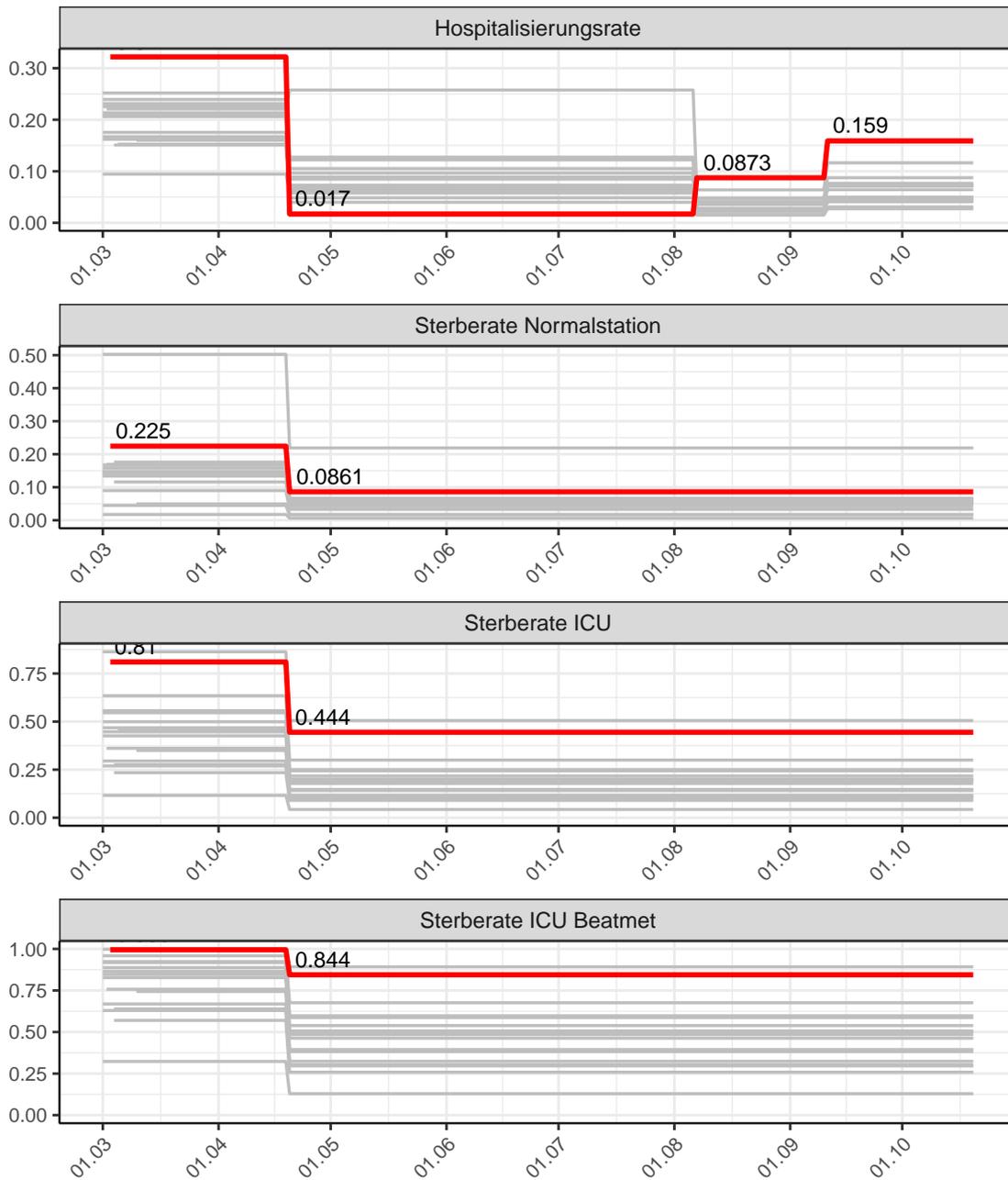


Abbildung 169: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Thüringen

17.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.6$)

Abb. 170 und 171 stellen auf einer linearen (170) und einer halblogarithmischen (171) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Thüringen dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

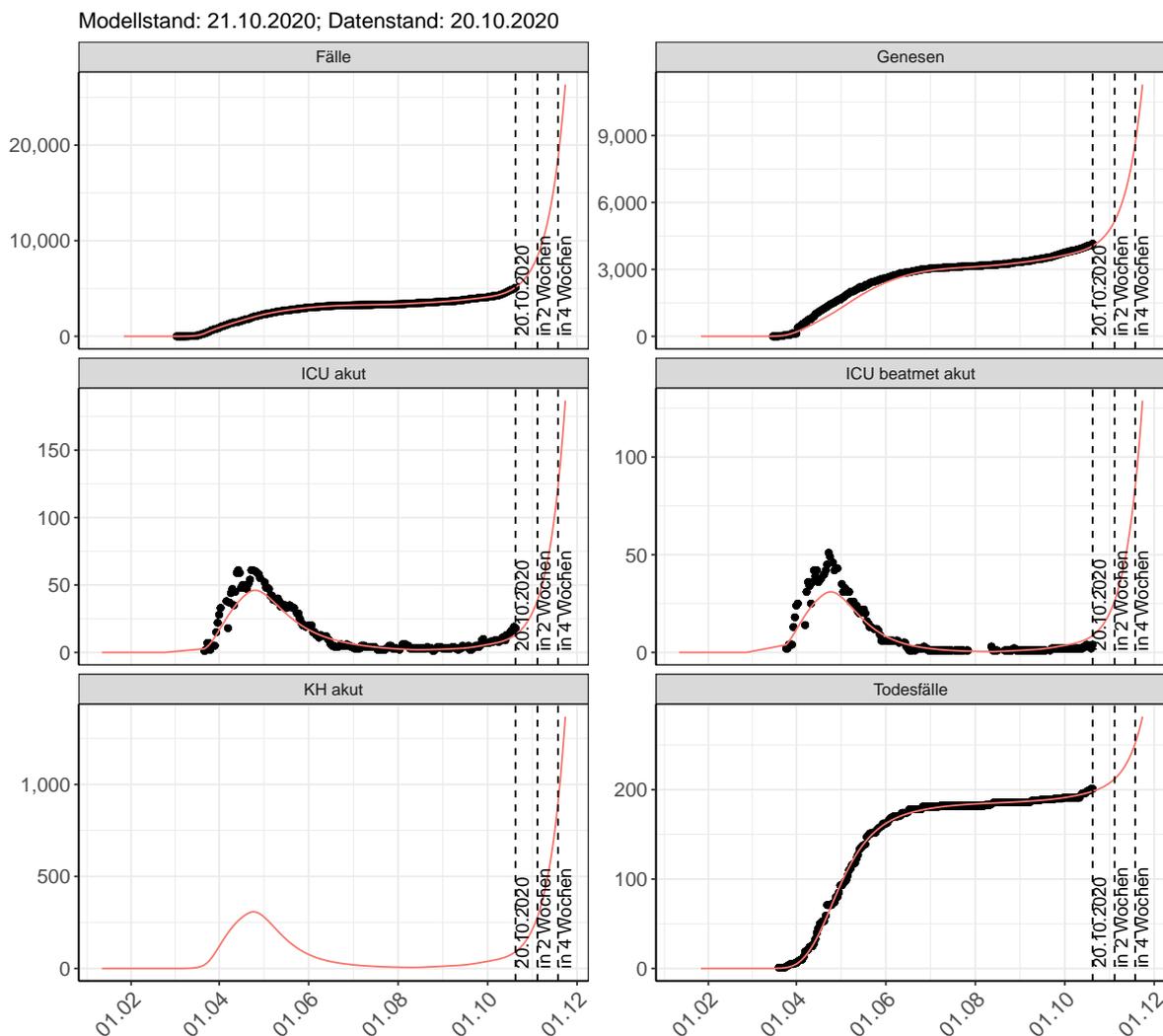


Abbildung 170: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Thüringen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

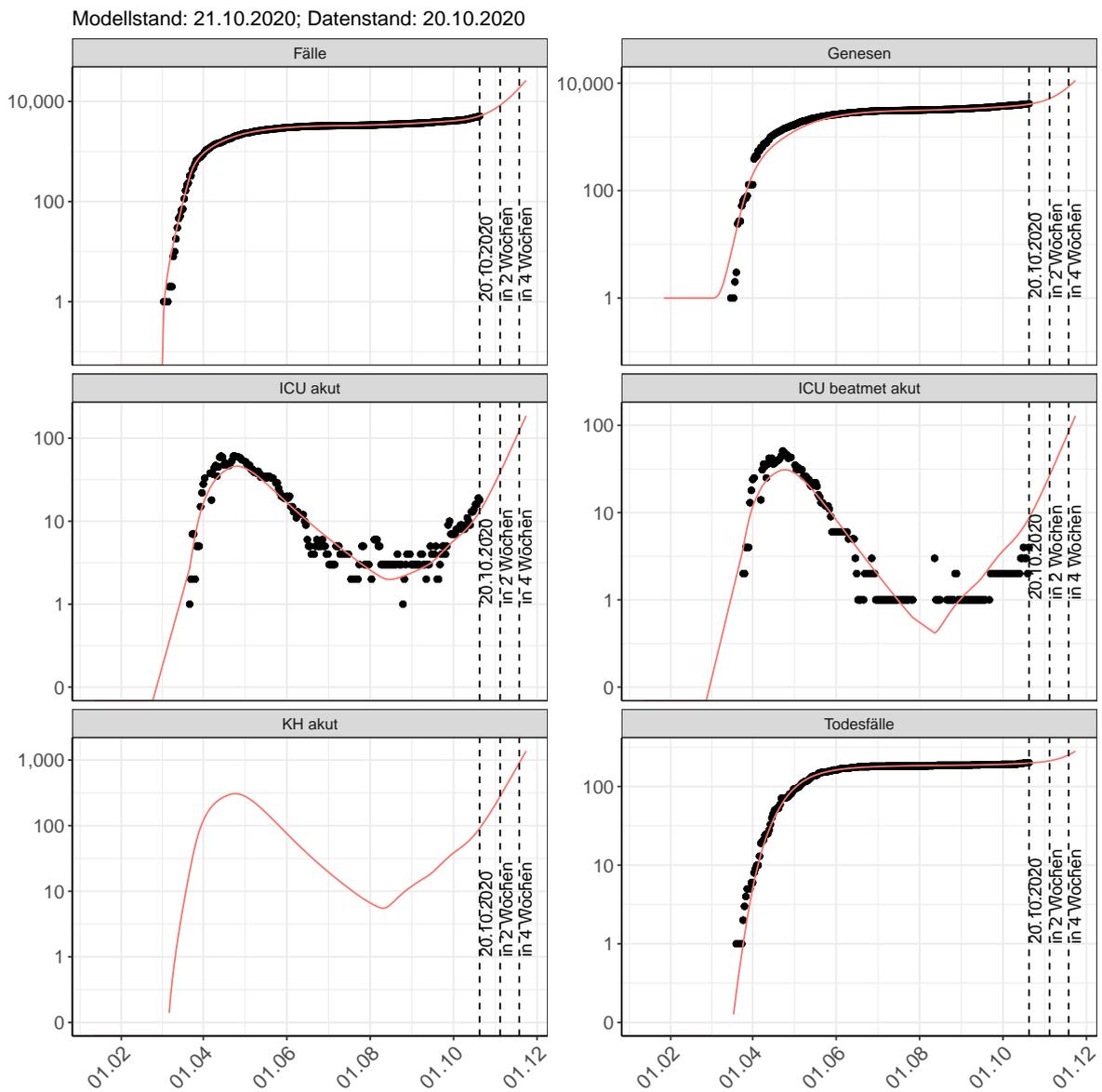


Abbildung 171: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Thüringen für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 172 und 173 stellen auf einer linearen (172) und einer halblogarithmischen (173) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Thüringen dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

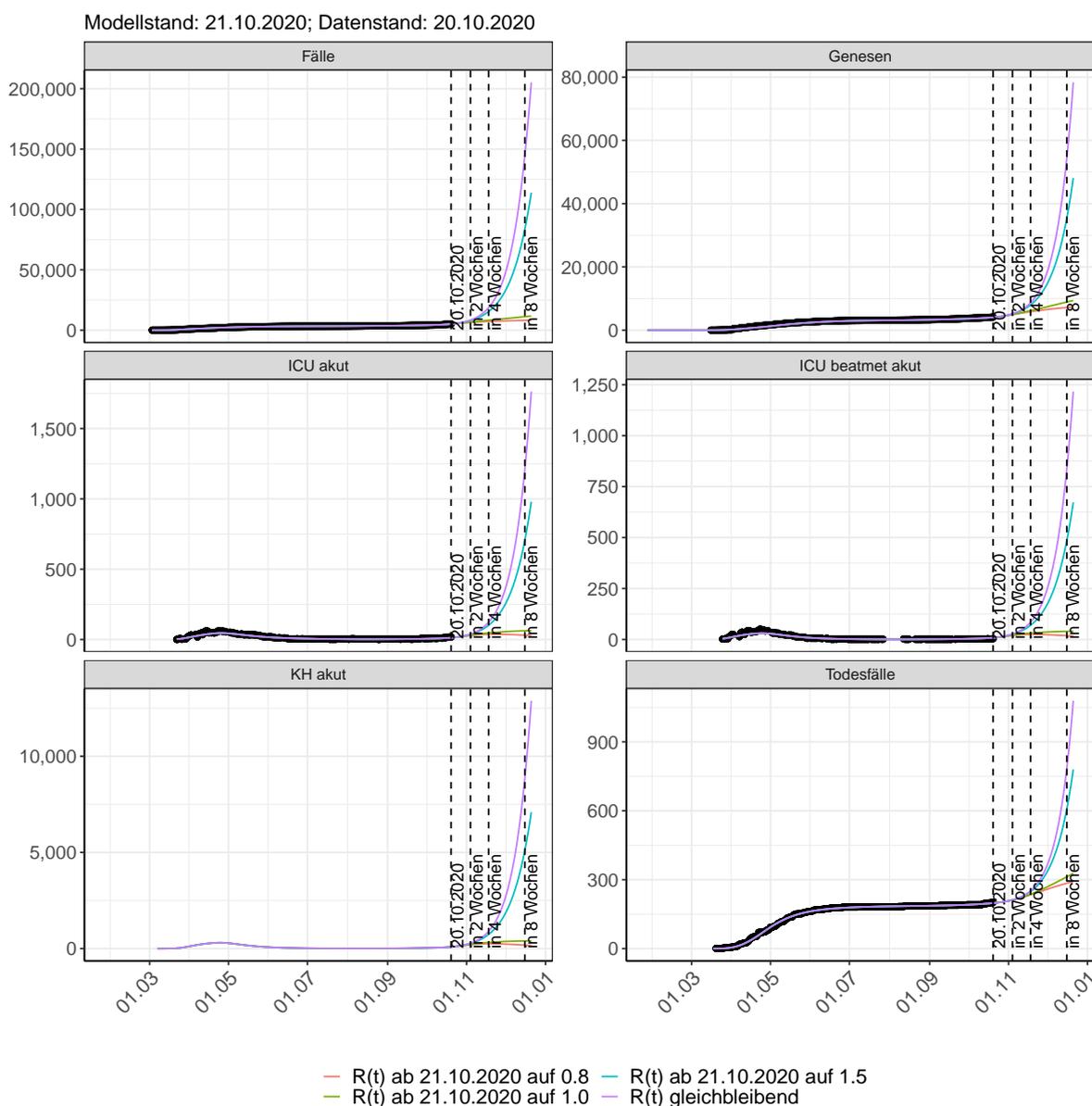


Abbildung 172: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Thüringen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

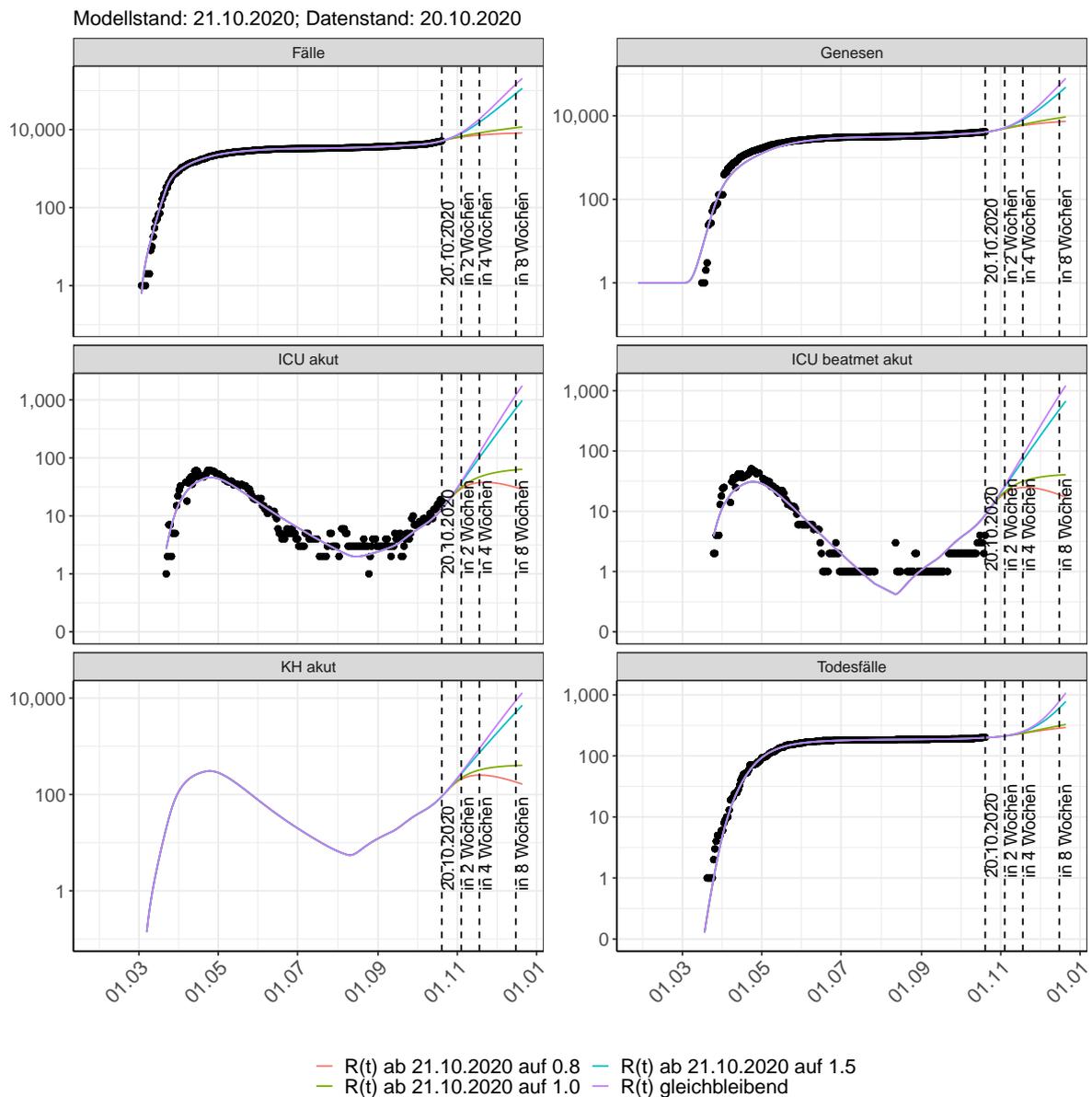


Abbildung 173: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Thüringen unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 174 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

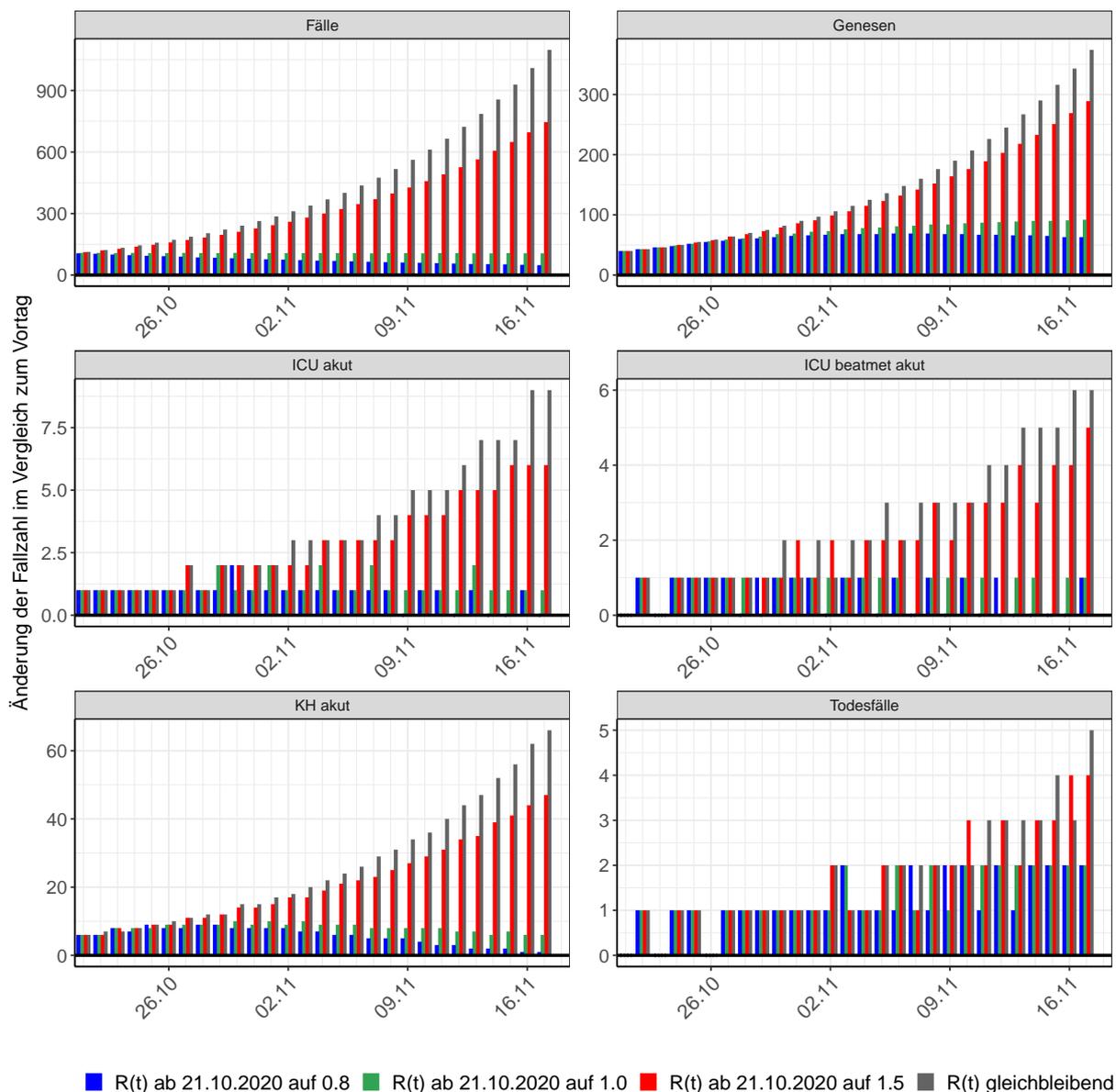


Abbildung 174: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Thüringen

18 Deutschland

18.1 Modellbeschreibung

Abb. 175 stellt auf einer linearen (A) und halblogarithmischen (B) Skala die Ergebnisse der Modellierung (Linie) im Vergleich zu den observierten Daten (Punkte) für Deutschland dar.

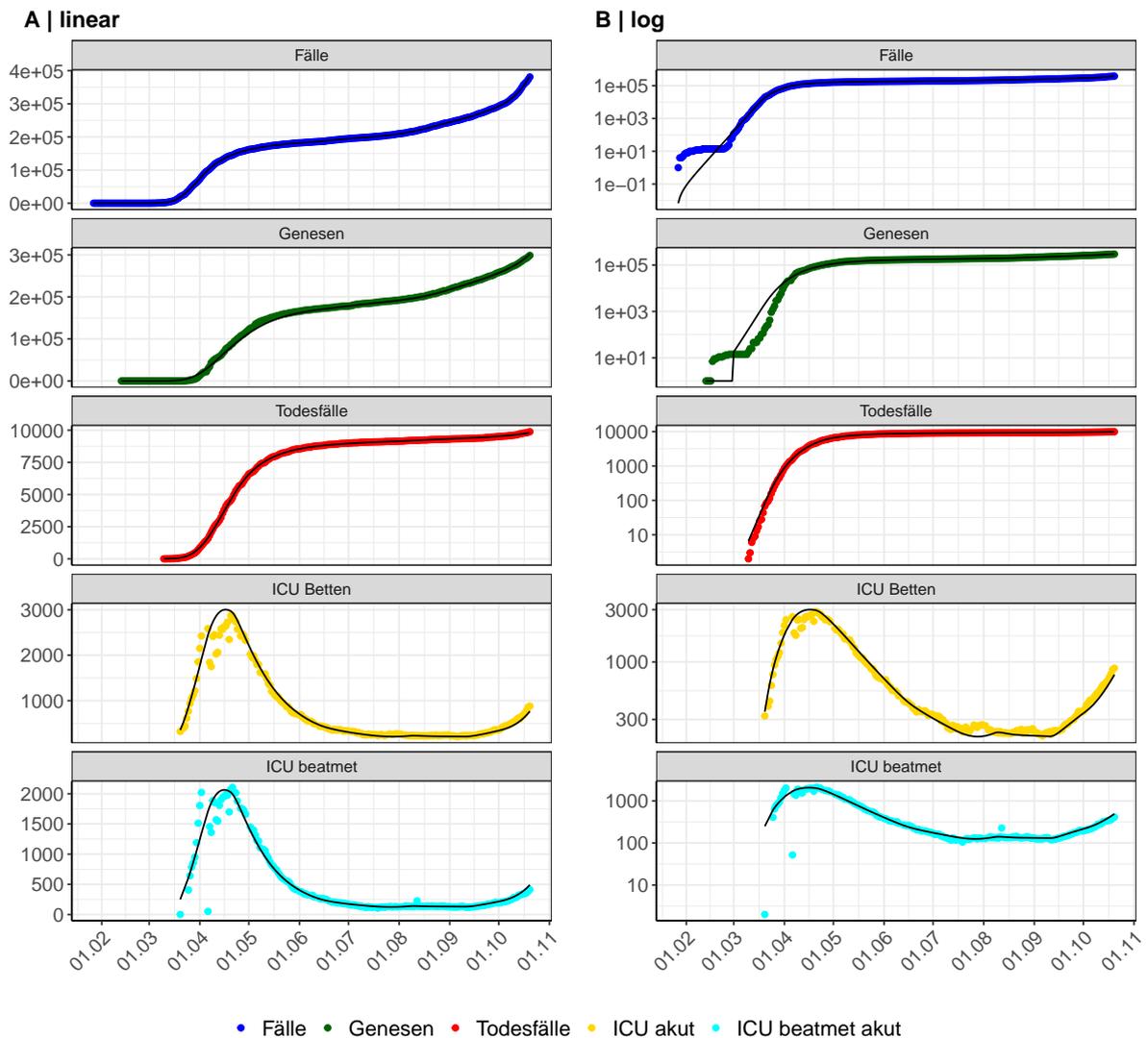


Abbildung 175: Modellbeschreibung der gemeldeten Fallzahlen, Belegung von KH Betten, Genesen und Todesfällen in Deutschland. Punkte: gemeldete Daten; Linie: Modellbeschreibung.

Abb. 176 zeigt die Güte der Modellanpassung (“Goodness-of-Fit”) für Deutschland. Die vom Modell errechneten Werte sind gegen die observierten Daten aufgetragen. Bei guter Modellanpassung streuen die Punkte zufällig entlang der Ursprungsgerade.

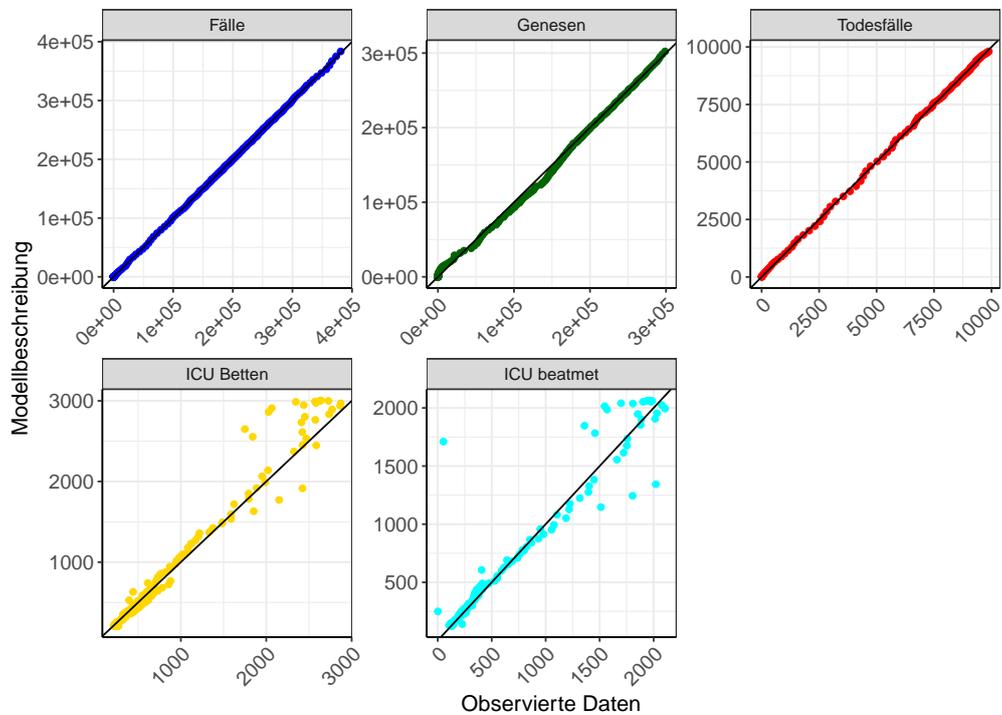


Abbildung 176: Goodness-of-Fit Plots für Deutschland. Linie: Ursprungsgerade.

Abb. 177 zeigt den Einfluss von Nicht-Pharmazeutischer Interventionen (NPI) auf $R(t)$ für Deutschland (rote Linie) im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

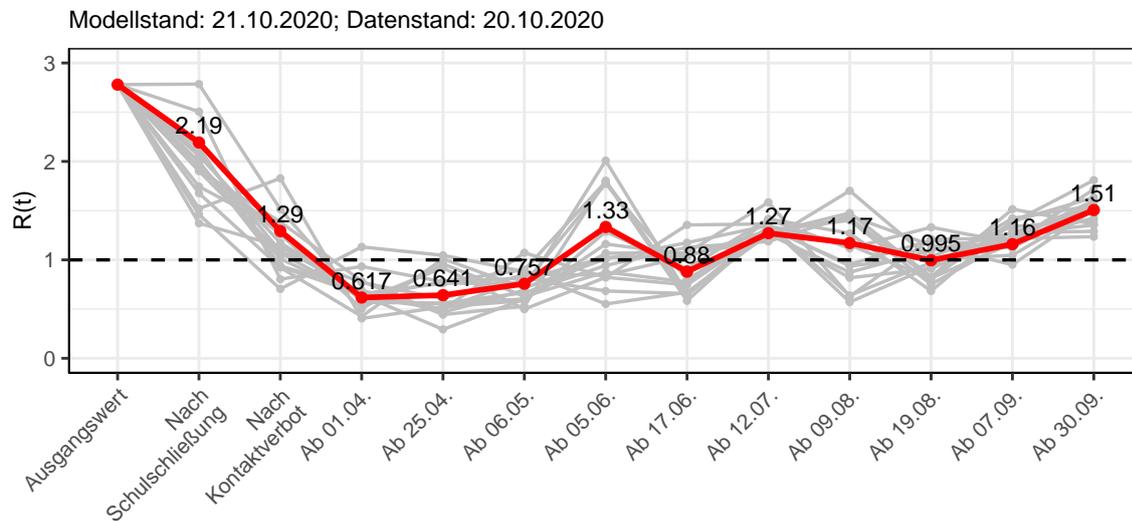


Abbildung 177: $R(t)$ Werte vor und nach den NPIs für Deutschland

Abb. 178 zeigt den $R(t)$ Schätzwert für Deutschland (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

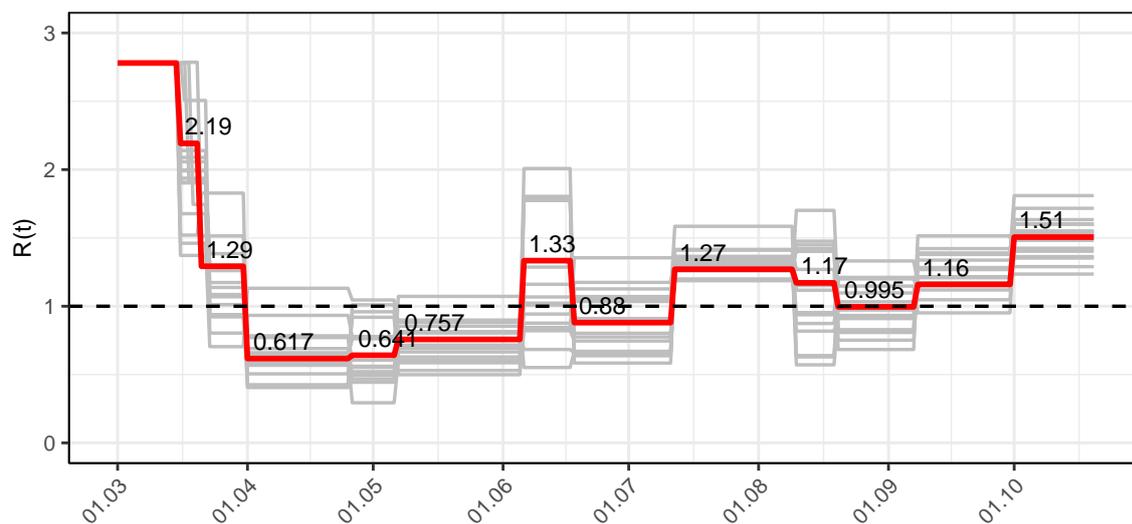


Abbildung 178: $R(t)$ Werte über die Zeit für Deutschland

Abb. 179 zeigt die Veränderung von Hospitalisierungs- und Sterberaten für Deutschland (rote Linie) über die Zeit im Vergleich mit den anderen Bundesländern (graue Linien).

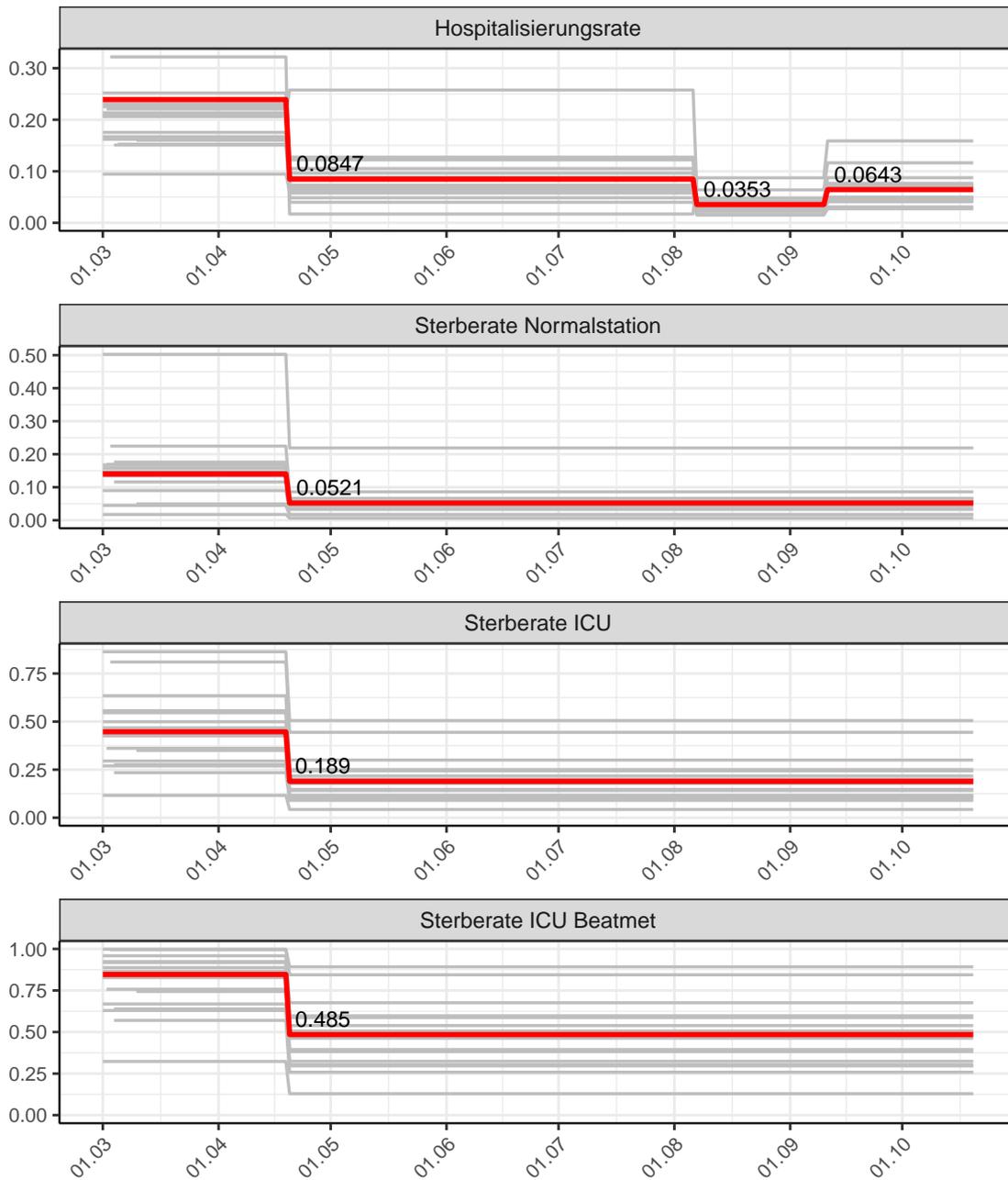


Abbildung 179: Hospitalisierungsrate und Sterberaten (Normalstation, ICU und ICU beatmet) über die Zeit für Deutschland

18.2 Modellvorhersage

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass sich $R(t)$ Schätzwert nicht ändern wird ($R(t) = 1.51$)

Abb. 180 und 181 stellen auf einer linearen (180) und einer halblogarithmischen (181) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 4 Wochen für Deutschland dar. Die Modellierung erfolgte unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt.

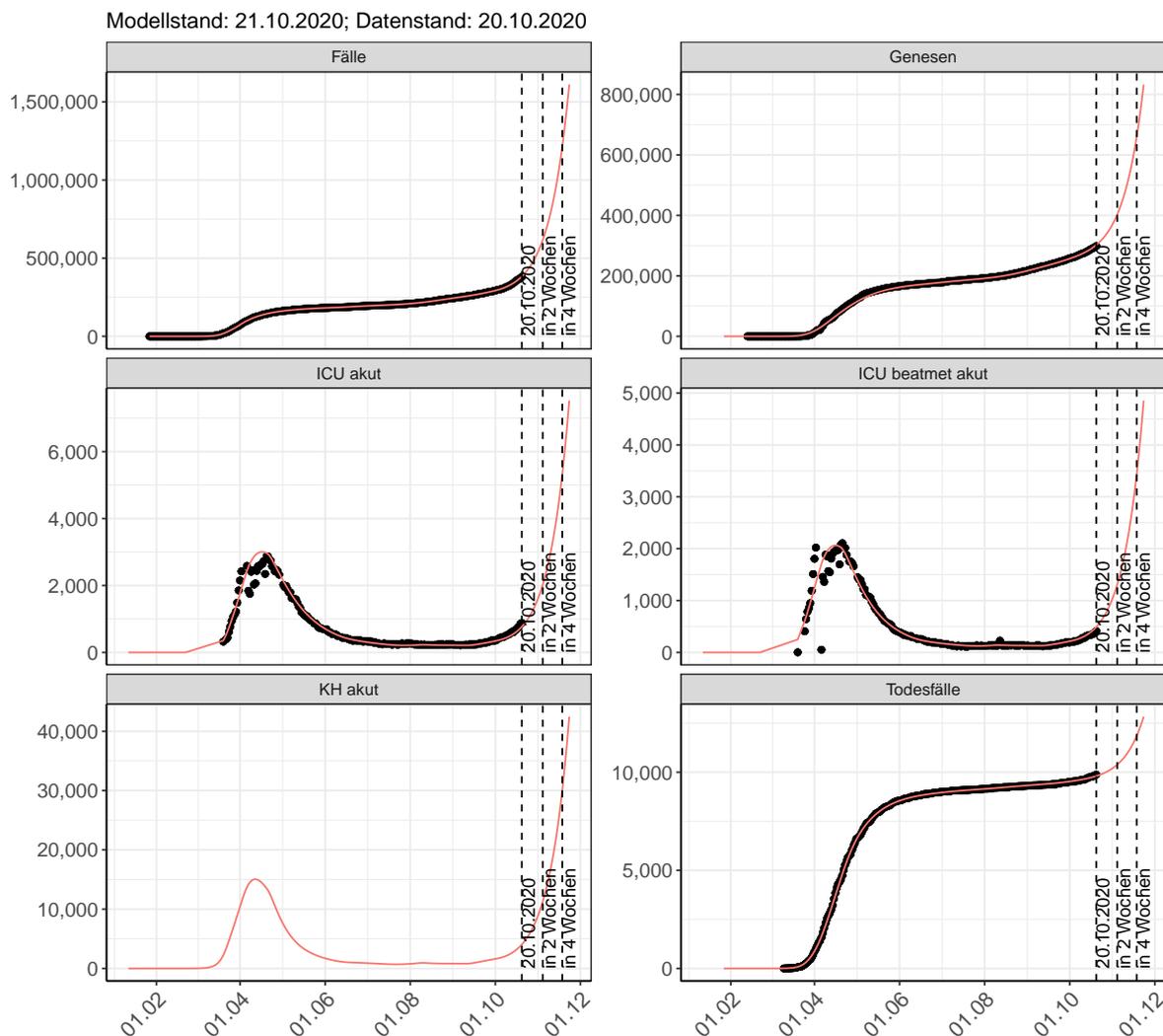


Abbildung 180: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Deutschland für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

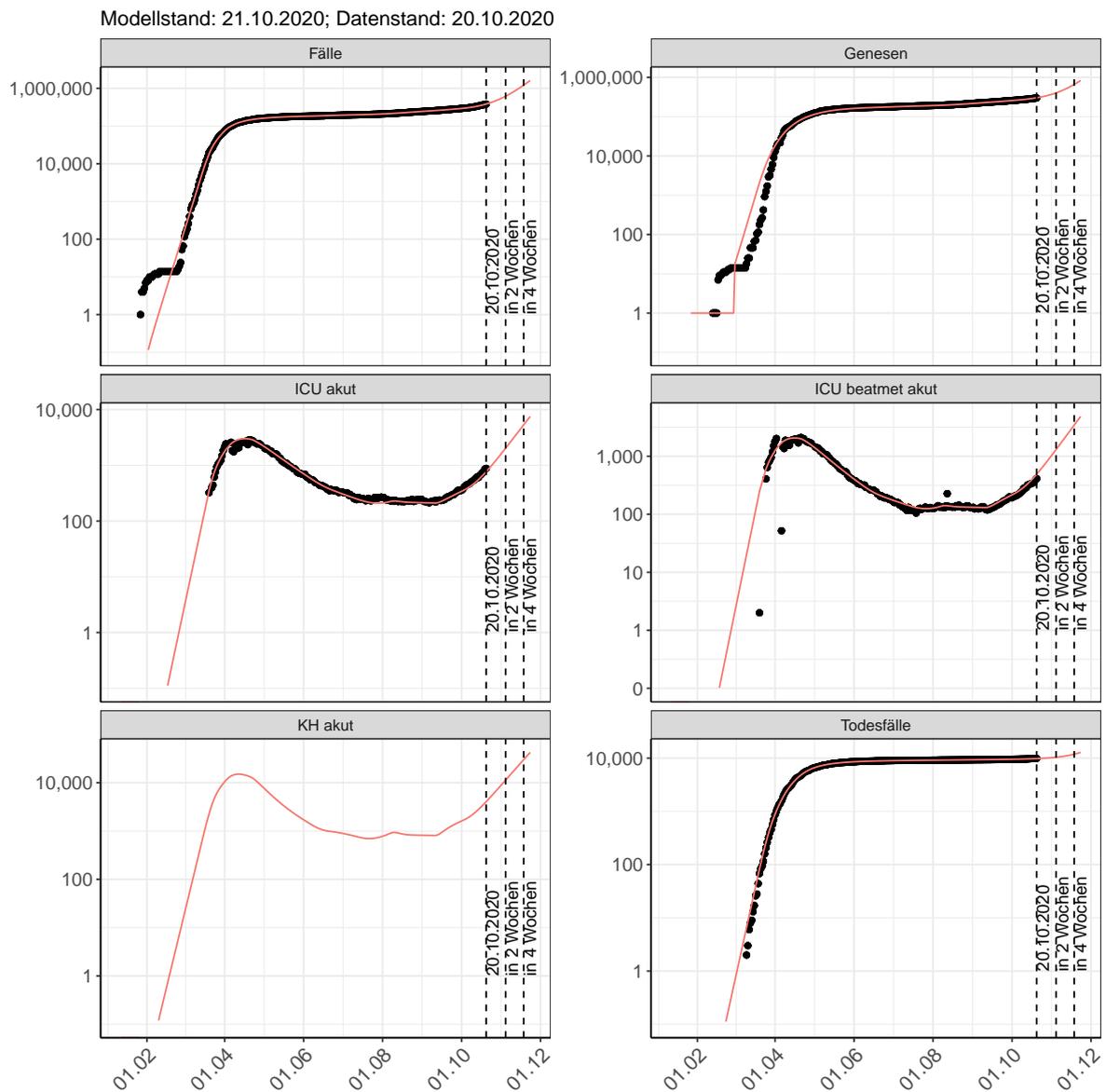


Abbildung 181: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Deutschland für die nächsten 4 Wochen unter der Annahme, dass der $R(t)$ Schätzwert gleich bleibt. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Rote Linie: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 8 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 182 und 183 stellen auf einer linearen (182) und einer halblogarithmischen (183) Skala die Modellvorhersage für die nächsten 8 Wochen für Deutschland dar. In dieser Simulation wurden verschiedene Szenarien des möglichen Verlaufs ab dem 21.10.2020 getestet.

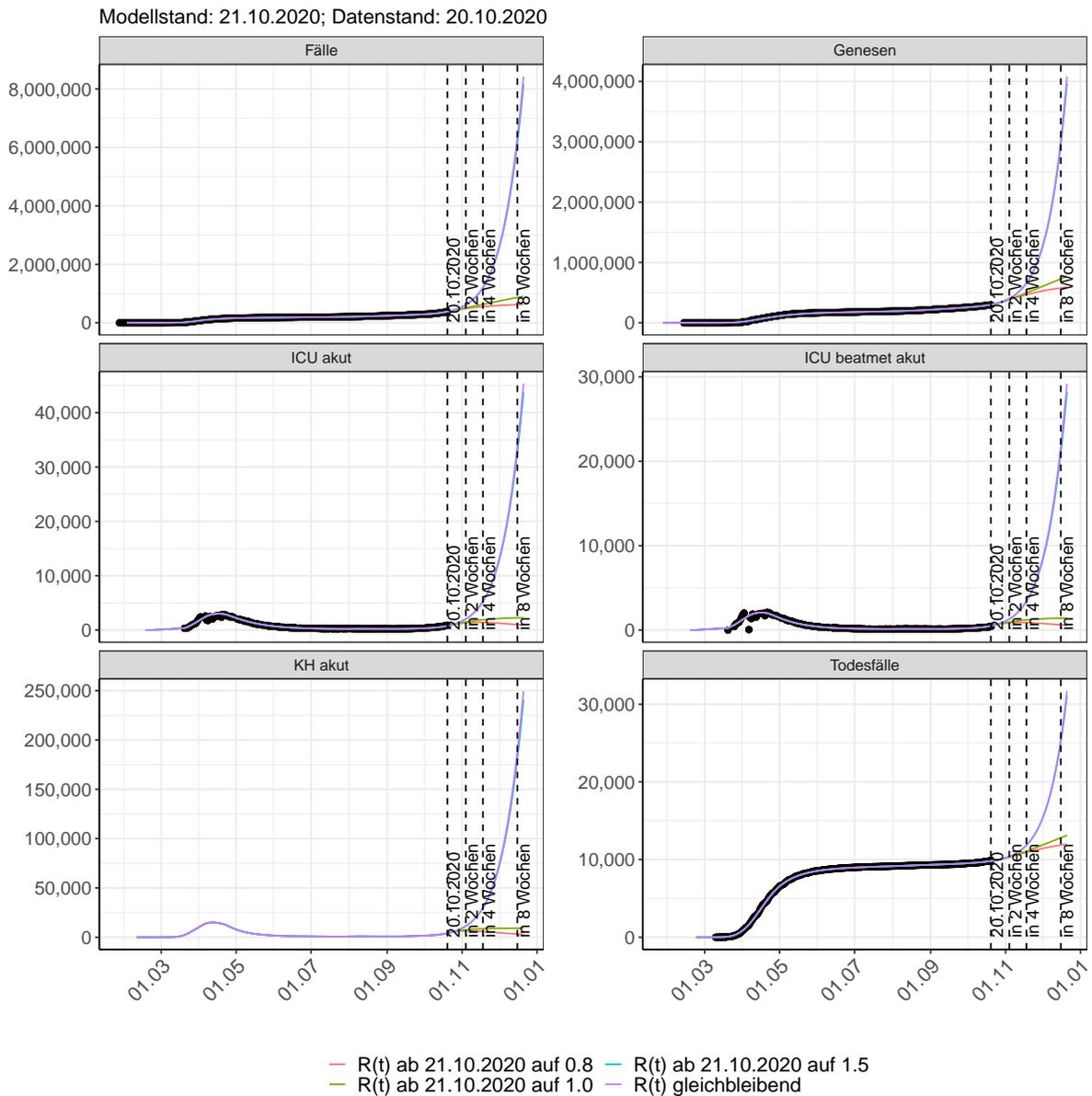


Abbildung 182: Lineare Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Deutschland unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

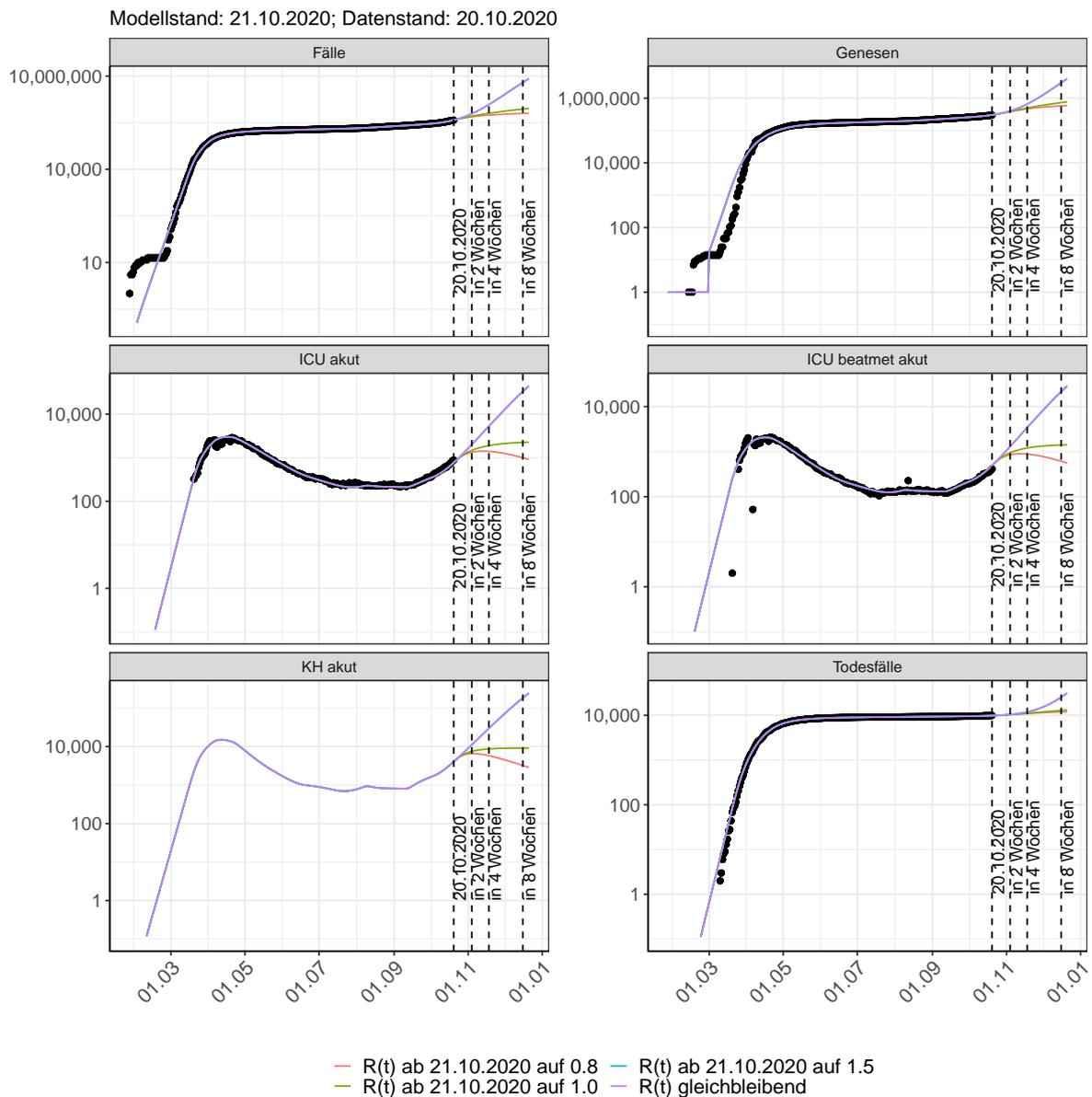


Abbildung 183: Halblogarithmische Darstellung der Modellvorhersage (Fallzahlen, Genesen, ICU Beatmet, ICU Betten, KH Betten, Todesfälle) für Deutschland unter Annahme verschiedener Szenarien nach dem 21.10.2020. Punkte: gemeldete Fallzahlen; Linien: Modellvorhersage.

Vorhersage für die nächsten 4 Wochen unter Annahme verschiedener Szenarien ab dem 21.10.2020

Abb. 184 zeigt die absoluten Änderungen der Fallzahlen im Vergleich zum Vortag für die nächsten 4 Wochen für verschiedene $R(t)$ Werte. Wenn auf dem Plot keine Balken abgebildet sind, bedeutet es, dass die Fallzahlen sich im Vergleich zum Vortag nicht geändert haben.

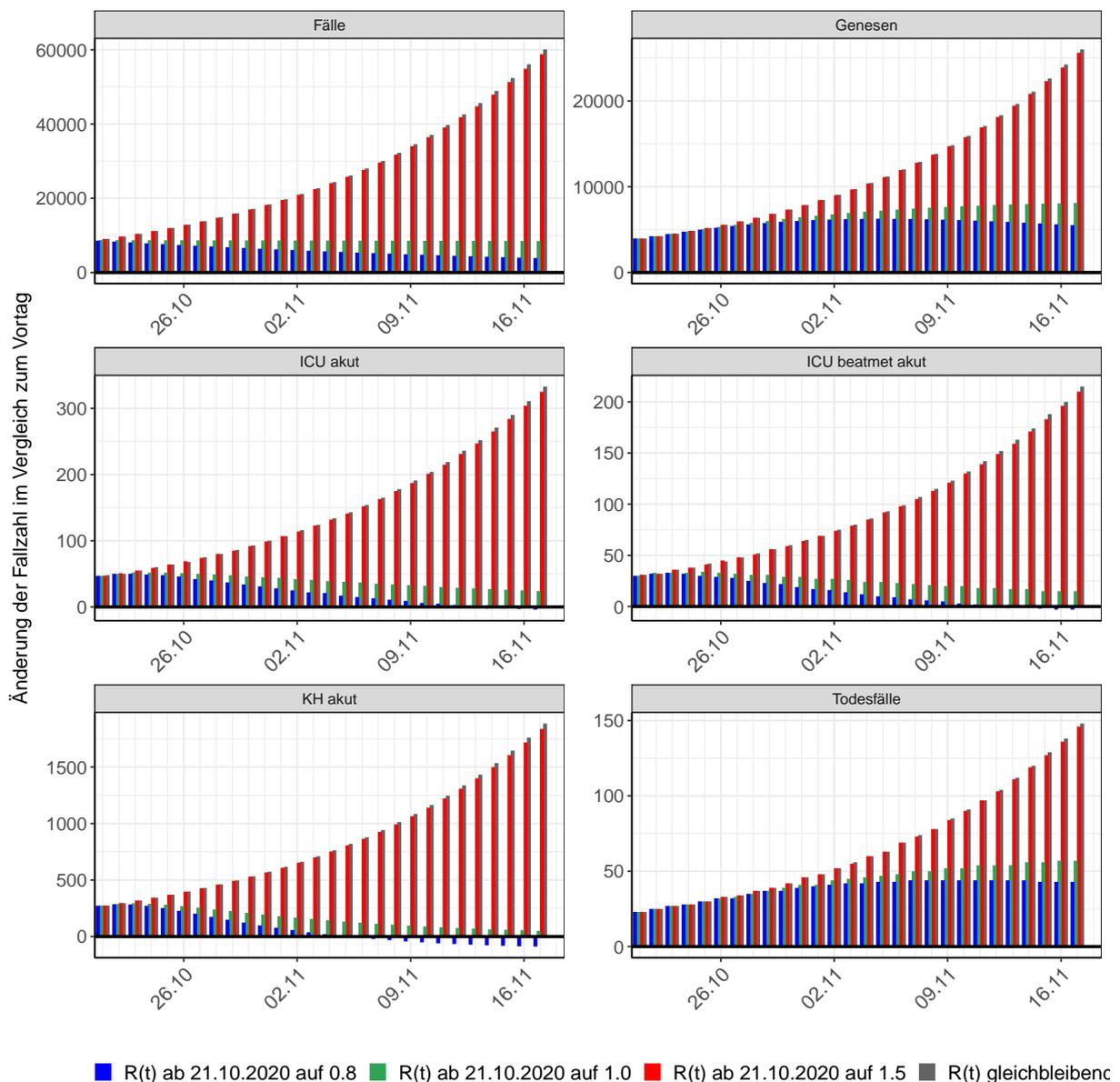


Abbildung 184: Simulation täglich neu auftretender Fälle für die nächsten 4 Wochen - Deutschland