

Notfall-Spitaleintritte während dem Hitzesommer 2015

**Martina S. Ragetti
Benjamin Flückiger
Martin Rösli**

Kontakte


Swiss TPH 
Swiss Tropical and Public Health Institute
Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut
Institut Tropical et de Santé Publique Suisse

Associated Institute of the University of Basel

Swiss Tropical and Public Health Institute
Socinstrasse 57
P.O. Box
4002 Basel
Switzerland

www.swisstph.ch

Dr. Martina S. Ragetti
T: +41 61 284 87 29
E-mail: martina.ragetti@swisstph.ch

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Abteilung Klima
Sektion Klimaberichterstattung und -anpassung

Dr. Roland Hohmann
Sektionschef Klimaberichterstattung und -anpassung

Papiermühlestr. 172, 3063 Ittigen
Postadresse: 3003 Bern
T: +41 58 465 58 83
E-Mail: roland.hohmann@bafu.admin.ch

Danksagung

Wir danken MeteoSchweiz, dem Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, und dem Bundesamt für Statistik (BFS) für die zur Verfügungsstellung der Daten.

Disclaimer

Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BFS	Bundesamt für Statistik
ICD-10-Code	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision
RR	Relatives Risiko
Swiss TPH	Swiss Tropical and Public Health Institute
Tmax	Tageshöchst-Temperaturen zwischen 6:00 und 18:00 (auch als Tmax_day in Abbildungen bezeichnet)
95%-KI	95%-Konfidenzintervall

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Methoden	1
2.1	Spitaldaten	1
2.2	Analysen der Notfall-Spitaleintritte im Sommer 2015	2
2.3	Modellierung des Zusammenhangs zwischen Temperatur und Notfall-Spitaleintritte	2
3	Resultate und Diskussion	3
3.1	Notfall-Spitaleintritte im Sommer 2015	3
3.2	Zusammenhang zwischen Temperatur und Notfall-Spitaleintritte (2009-2015)	11
4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	18
5	Literaturverzeichnis	18
	Appendix A: Entwicklung der Notfall-Spitaleintritte	20
	Appendix B: Zusammenhang Temperatur-Notfall-Spitaleintritte 2009-2015	21

1 Einführung

Hitzewellen und einzelne Hitzetage stellen eine ernst zu nehmende Gesundheitsgefahr dar. Der Körper reagiert auf erhöhte Temperatur mittels Schweißproduktion und verstärkter Durchblutung von Haut und Muskeln (Thermoregulation). Bei übermässiger Belastung und/oder Fehlfunktion dieser Systeme kann dies zu Überhitzung, Krankheit und schliesslich zum Tod führen. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass in der Schweiz hohe Sommertemperaturen und Hitzewellen eine erhöhte Sterblichkeit verursachen. Während dem Hitzesommer (Juni bis August) 2015, dem zweitheisseste Sommer nach 2003, starben in der Schweiz rund 800 Personen mehr, als in einem normalen Jahr zu erwarten gewesen wären. Dies entspricht einer Zusatzsterblichkeit von 5.4% (BAFU 2016; Vicedo-Cabrera et al. 2016). Eine Analyse von Sterblichkeitsdaten in den acht grössten Städten (Basel, Bern, Genf, Lausanne, Lugano, Luzern, St. Gallen und Zürich) von 1995 bis 2013 hat gezeigt, dass das hitzebedingte Sterberisiko ab Tageshöchsttemperaturen von 30°C mit jedem °C stark zunimmt. Am grössten ist das Sterberisiko am Hitzetag selbst. Aber auch noch an den folgenden Tagen bleibt ein signifikantes Todesfallrisiko bestehen. Steigen die Tageshöchsttemperaturen über 30°C, besteht in den folgenden sechs Tagen im Vergleich zu einem Sommertag von 21°C ein erhöhtes Sterberisiko von 12% (95%-Konfidenzintervall (95%-KI): 5%-18%) (Ragetti et al. 2017).

Nach der ersten grossen Hitzewelle im Sommer 2003 hat das Bundesamt für Gesundheit (BAG) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) eine Informationskampagne zum Verhalten bei Hitze entwickelt. Viele Kantone haben deren Inhalt übernommen. Die Kantone der französisch- und italienischsprachigen Schweiz (GE, VD, FR, NE, VS, TI) führten eigene Hitzefrühwarnsysteme ein, um die Bevölkerung vor den negativen Gesundheitsauswirkungen von Hitze zu schützen (Ragetti et al. 2016). Ein Vergleich der hitzebedingten Sterblichkeit in den Zeitperioden 1995-2002 und 2004-2013 hat gezeigt, dass das Sterberisiko an Sommertagen über 25°C in Städten mit solchen Massnahmen nach 2003 abgenommen hat (Ragetti et al. 2017).

Todesfälle während Hitzetagen sind die Spitze des Eisbergs. Man würde erwarten, dass Krankheitsfälle aufgrund hoher Temperaturen weit häufiger auftreten als Todesfälle. Dies wurde bisher für die Schweiz jedoch nicht untersucht. Für diesen Bericht wurden die Notfall-Spitaleintritte während der warmen Jahreszeit anhand der Medizinischen Statistik der Krankenhäuser (BFS 2017) ausgewertet. Untersucht wurden die Notfall-Spitaleintritte im Sommer 2015 im Vergleich zu den erwarteten Eintritten ausgehend von früheren Jahren. Für ein besseres Verständnis der Wirkung von hohen Temperaturen auf die Spitaleintritte, wurde zudem für acht Kantone (62% der Schweizer Gesamtbevölkerung) der Zusammenhang zwischen Temperatur und Notfall-Spitaleintritte im Zeitraum 2009-2015 analysiert.

2 Methoden

2.1 Spitaldaten

Die vorliegenden Analysen der hitzebedingten Notfall-Spitaleintritte basieren auf Daten der Medizinischen Statistik der Krankenhäuser vom Bundesamt für Statistik (BFS) für Personen mit Wohnsitz in der Schweiz. Für alle Notfall-Spitaleintritte liegen Angaben zu Eintrittsdatum, Altersklasse (0-14, 15-64, 65-74, ≥75 Jahre), Geschlecht, Kantonzugehörigkeit (über Medstat-Region¹) und Hauptdiagnose gemäss internationaler statistischer

¹ Für Personen mit ständigem Wohnsitz in der Schweiz wird die Wohnregion nach einer Nomenklatur des BFS mit Bevölkerungsgrössen von je ca. 10'000 erhoben (Medstat-Regionen).

Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10-Code) vor. Letzteres bezieht sich auf den Hauptanlass für die Behandlung und Untersuchung der Patientin oder des Patienten auf dem Notfall. Sofern nicht anders vermerkt, werden in der Analyse äussere Ursachen von Krankheit (z.B. Unfälle, Vergiftungen) mit Ausnahme von Schäden durch Hitze und Sonnenlicht (ICD-10-Code XIX-T67) ausgeschlossen (siehe **Tabelle 1**).

2.2 Analysen der Notfall-Spitaleintritte im Sommer 2015

Die Anzahl Notfall-Spitaleintritte während dem Sommer 2015 werden in diesem Bericht mit Daten von früheren Jahren mittels Abbildungen und Tabellen verglichen. Zudem wurde die prozentuale Abweichung der Eintritte gegenüber früheren Jahren anhand der erwarteten und tatsächlich beobachteten Notfall-Spitaleintritte berechnet. Die erwarteten Eintritte im Sommer 2015 (Juni bis August) wurden mithilfe eines statistischen Modells basierend auf den Spitaldaten der Jahre 2012 bis 2014 geschätzt. Dabei wurden das Alter (Kategorien: 0-14, 15-64, 65-74, ≥ 75 Jahre), das Geschlecht, die Grossregion² und deren Bevölkerungszahl sowie die normalen jahreszeitlichen Schwankungen und ein allenfalls bestehender mehrjähriger Trend berücksichtigt. Um andere schwer kontrollierbare Einflüsse auf die Anzahl Spitaleintritte möglichst auszuschliessen, wurde die Vergleichsperiode für diese Analyse relativ kurz gehalten. Die statistische Modellierung sowie die Berechnung der Standardfehler (Delta Methode) ist in Vicedo-Cabrera et al. (2016) im Detail beschrieben.

2.3 Modellierung des Zusammenhangs zwischen Temperatur und Notfall-Spitaleintritte

In einer zweiten Analyse, wurde der Einfluss der Temperatur auf die Notfall-Spitaleintritte in der warmen Jahreszeit (Mai bis September) untersucht. Grundlage waren die täglichen Notfall-Spitaleintritte in acht Kantonen (Basel, Bern, Genf, Luzern, St. Gallen, Tessin, Waadt, Zürich) sowie die gemessene Tageshöchst-Temperatur (Tmax) zwischen 6 Uhr morgens und 6 Uhr abends. Die meteorologischen Daten wurden jeweils von einer repräsentativen Messstation pro Kanton bezogen. Die Daten wurden von MeteoSchweiz, dem Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, zur Verfügung gestellt (via IDAWEB Datenbank <https://gate.meteoswiss.ch/idaweb>). Für die Analyse wurde die Zeitperiode 2009 bis 2015 gewählt, da ab 2009 in den Kantonen Waadt, Genf und Tessin kantonale Hitzefrühwarnsysteme in Kraft waren³.

Der Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und der täglichen Anzahl von Spital-Notfalleintritte wurde mittels Quasi-Poisson Modellen analysiert. Die Methode erlaubt eine Berücksichtigung von langjährigen Trends (beispielsweise Änderungen in der Bevölkerungszusammensetzung und -zahl) und Saisonalität. Dabei wurde ein Ansatz gewählt, der gleichzeitig die Nicht-Linearität zwischen Temperatur und Gesundheitseffekt sowie bis zu 10 Tage verzögerte Temperatur-Effekte (lag 0-10) nach einem Hitzetag berücksichtigt. Die Methode der statistische Modellierung ist im Detail in Ragettli et al. (2017) beschrieben. Eine Übersicht zu den Modell-Parametern wird in der **Tabelle B1** im Appendix B gegeben. Die Analysen wurden mit der Statistik Software R (Version 3.4.3) und mithilfe dem R package *distributed lag non-linear model (dlnm)* (Gasparrini 2011) durchgeführt.

Um Aussagen über das relative Risiko (RR) für Notfall-Spitaleintritte als Folge von Hitzetagen machen zu können, wurde das kumulierte Risiko für Notfall-Spitaleintritte am Hitzetag (Lag 0) und in den folgenden vier Tagen (lag 1-4) im Vergleich zu einer Referenztemperatur berechnet. Hitzetage wurden wie in Ragettli et al. (2017) als das 98.

² Nordwestschweiz (BS, BL, AG); Espace Mittelland (BE, JU, FR, NE, SO); Genfersee (GE, VD, VS); Zürich; Tessin; Zentralschweiz (LU, NW, OW, SZ, UR, ZG); Ostschweiz (SG, AI, AR, GL, GR, SH, TG)

³ Im Kanton Tessin ist seit 2004 ein Hitzefrühwarnsystem in Kraft, in Genf seit 2005/6 und in der Waadt seit 2009 (gemäss persönlicher Kommunikation). Die kantonalen Massnahmen sind auch in Ragettli et al. (2016) beschrieben.

Perzentil der Temperaturverteilung der täglichen Tmax während den Monaten Mai bis September zwischen 2009 und 2015 definiert. Dies entspricht für die acht Kantone einer Tmax ab 33°C. Ein Sommertag mit einer Tmax von 22°C (Median Tmax der gleichen Zeitreihe) dient als Referenz. Trotz klimatischen Unterschieden wurde für alle Kantone die gleiche Definition für einen Hitze- und Referenztag gewählt. Dies vereinfacht die Interpretation der Resultate.

Der Effekt der Lufttemperaturen auf die Notfall-Spitaleintritte wurden für alle Krankheitsursachen (total; ohne äussere Ursachen von Morbidität aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht) sowie für einzelne Diagnosen analysiert. Ausgewählt wurden die häufigsten diagnostizierten Krankheiten (relativ zur Gesamtanzahl) für die zudem gemäss Literatur (Nitschke et al. 2011; Petitti et al. 2016) ein Zusammenhang mit der Lufttemperatur naheliegend ist. Eine separate Analyse wurde zudem für äussere Ursachen von Morbidität (ICD-10-Codes XIX, XX, XXI und XXII) durchgeführt. Notfalleinweisungen aufgrund Schwangerschaft und Geburt wurden für diesen Bericht nicht separat untersucht, da diese Daten in einem anderen Rahmen ausgewertet werden und zudem eine andere Vorgehensweise benötigen.

3 Resultate und Diskussion

3.1 Notfall-Spitaleintritte im Sommer 2015

Die **Tabelle 1** gibt eine Übersicht der Anzahl Notfall-Spitaleintritte im Sommer 2015 nach Diagnose (ICD-10-Code). Während den Monaten Juni bis August haben in der Schweiz 144'687 Personen eine Notfallstation in einem Krankenhaus aufgesucht. Dies entspricht rund 1'700 Eintritten pro 100'000 Einwohnerinnen und Einwohner. Relativ zu der Bevölkerungsanzahl, suchten im Kanton Tessin am meisten Personen eine Notfallstation auf (18 Eintritte ohne äussere Ursachen pro 1'000 Einwohnerinnen und Einwohner) (**Tabelle 2**). Die Eintritte von Personen ab 65 Jahre alt waren im Mittel in den Kantonen der französischsprachigen Schweiz leicht höher als in der Deutschschweiz.

Der erste markante Anstieg der Tageshöchsttemperatur und der Nachtminimumtemperatur im Juli 2015 war von einer Zunahme der Notfall-Spitaleintritte begleitet (**Abbildung 1**). Ein Vergleich der täglichen Anzahl Eintritte pro 100'000 Einwohnerinnen und Einwohner über mehrere Jahre in **Abbildung 2** zeigt, dass im Juli 2015 die bisher grösste Anzahl Eintritte während den Sommermonaten registriert wurde. Die vielen Eintritte zu Beginn des Jahres 2015 sind auf eine Grippewelle zurückzuführen. Die **Abbildung 2** veranschaulicht ebenfalls die deutliche jährliche Zunahme der täglichen Spitaleintritte pro 100'000 Einwohnerinnen und Einwohner auf dem Notfall (siehe dazu auch **Abbildung A1** in Appendix A). Auffällig sind im Juli 2015 vor allem die erhöhte Anzahl täglicher Eintritte aufgrund Krankheiten des Urogenitalsystems, des Atmungssystems (vor allem Grippe und Pneumonie), des Verdauungstrakts sowie aufgrund parasitären und infektiösen Krankheiten (**Abbildung 3**). Deutlich ist auch die vergleichsweise niedrige Anzahl der ischämischen Herzkrankheiten (gehören zur Hauptdiagnosegruppe Kreislaufsystem). Die Diagnose „Schäden durch Hitze und Sonnenlicht“ wurde relativ selten als primäre Ursache für den Notfall-Spitaleintritt gestellt. Zwischen Mai und September 2015 waren es insgesamt 73 Fälle in der Schweiz (siehe **Abbildung A2** im Appendix). Dies weist darauf hin, dass die Exposition zu hohen Temperaturen hauptsächlich der Auslöser von anderen Krankheiten ist oder bestehende gesundheitliche Probleme verschlimmert.

Im Gegenteil zur Hitzewelle im Juli 2015, ist gemäss **Abbildung 2** während der Hitzewelle im August 2003 keine eindeutige Zunahme der totalen Notfall-Spitaleintritte feststellbar. Im August 2003 waren jedoch – wie während der Hitzewelle 2015 – ebenfalls eine erhöhte Anzahl täglicher Eintritte aufgrund Krankheiten des Urogenitalsystems zu beobachten

(Abbildung 3). Zudem wurden weniger Fälle mit Krankheiten die das Kreislaufsystem betreffen registriert.

Insgesamt betrug die geschätzte Abweichung der Anzahl Eintritte im Sommer 2015 von den erwarteten Eintritten 2.6% (95%-KI: 0.2%-5.0%) (**Tabelle 3**). Das heisst, es haben zwischen Juni und August 2015 rund 2'970 mehr Personen den Notfall aufgesucht, als basierend auf den Jahren 2012 bis 2014 zu erwarten gewesen wäre. Für Juli wurde eine Zunahme von 4.5% (95%-KI: -2.7%-11.7%) berechnet. Personen ab 75 Jahren waren am meisten betroffen. Über den ganzen Sommer betrachtet, betrug die Abweichung in dieser Altersgruppe 5.3% (95%-KI: 0.6%-10.0%). Ein Vergleich der sieben Grossregionen zeigt, dass in den Regionen mit den durchschnittlich höchsten gemessenen Tagesmaximum-Temperaturen (vgl. dazu BAFU (2016)) auch mehr zusätzliche Spitaleintritte zu verzeichnen waren. Am höchsten war die Abweichung im Tessin mit 8.4% (95%-KI: -0.9%-18.1%), gefolgt von der Genferseeregion mit 5.0% (95%-KI: -0.9%-10.9%). In der kühlssten Grossregion, der Ostschweiz, wurden 1.4% (95%-KI: -7.3%-4.5%) weniger Eintritte beobachtet als erwartet.

Obwohl im Sommer 2015 Notfall-Spitaleintritte weitaus häufiger auftraten als hitzebedingte Todesfälle, war die geschätzte prozentuale Zunahme der Spitaleintritte im Vergleich zu früheren Jahren während dem Hitzesommer 2015 (2.6%) insgesamt weniger hoch als die Zunahme der Sterblichkeit (5.4%). Auch im heissesten Monat Juli war die prozentuale Abweichung der Anzahl Spitaleintritte gegenüber früheren Jahren fast halb so hoch wie die Zusatzsterblichkeit (11.6%) (siehe Vicedo-Cabrera et al. 2016). Es ist jedoch zu beachten, dass für diesen Bericht nur die Spitaleintritte auf dem Notfall der Krankenhäuser analysiert wurden. Notfallrufe in anderen medizinischen Einrichtungen wie beispielsweise Alters- und Pflegeheime oder notfallmässige Konsultationen in einer Praxis waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Zudem wurden bei der Berechnung der Zusatzsterblichkeit in Vicedo-Cabrera et al. (2016) aufgrund fehlenden Informationen zu den Todesursachen äussere Ursachen von Mortalität mit einberechnet. Diese wurden für die Analyse der Notfall-Spitaleintritte ausgeschlossen, da für viele äussere Ursachen von Morbidität kein Zusammenhang mit der Lufttemperatur angenommen wird, bzw. allenfalls nur ein Zusammenhang über das veränderte Freizeitverhalten besteht (z.B. sportliche und alpinistische Aktivitäten). Bei diesen Krankheitsfällen ist die Ursache eher dem schönen Wetter zuzuschreiben, nicht der Hitze *per se*. Eine separate Analyse für spezifische Ursachen äusserer Morbidität (z.B. Unfälle, Verletzungen) war mit den verfügbaren Daten nicht möglich. Ohne Ausschluss äusserer Ursachen von Morbidität beträgt die Abweichung der Spital-Notfalleintritte von Juni bis August 2015 gegenüber früheren Jahren 4.0% (95%-KI: 1.9%-6.2%).

Tabelle 1. Übersicht der Notfall-Spitaleintritte in der Schweiz nach Diagnose in der Zeitperiode 2012-2014 und 2015 (Sommermonate Juni bis August).

Diagnose	ICD-10-Code	2012-2014 Juni-August						2015 Juni-August					
		Total	pro 100,000 Einw.*	Tägliche Eintritte				Total	pro 100,000 Einw.	Tägliche Eintritte			
				Mittelwert	SD	Min	Max			Mittelwert	SD	Min	Max
Total	I-XXII	406'328	1'664	1'472	171	1'109	1'864	144'687	1'739	1'573	180	1'197	1'927
total ohne äussere Ursachen**	I-XVIII, XIX; T67	327'728	1'342	1'187	163	886	1'527	117'280	1'410	1'275	169	965	1'581
infektiöse und parasitäre Krankheiten	I	24'103	99	87	15	44	132	8'148	98	89	14	54	128
Psychische und Verhaltensstörungen	V	33'468	137	121	24	68	175	11'362	137	124	23	65	160
Kreislaufsystem	IX	48'986	201	177	31	103	244	17'293	208	188	31	110	252
Ischämische Herzkrankheiten	IX; I20-I25	11'489	47	42	9	19	68	3'850	46	42	9	16	64
Akuter Myokardinfarkt	IX; I21	8'333	34	30	7	14	50	2'814	34	31	7	14	48
zerebrovaskulär	IX; I60-I69	9'490	39	34	7	19	54	3'355	40	36	8	20	53
Atmungssystem	X	23'619	97	86	17	44	158	8'399	101	91	18	58	138
obere Atemwege	X; J00-J06, J30-J39	3'435	14	12	4	3	25	1'248	15	14	3	6	20
Grippe und Pneumonie	X; J09-J18	8'560	35	31	8	15	58	3'284	39	36	9	16	55
untere Atemwege	X; J20-J22, J40-J47	7'434	30	27	8	7	63	2'537	30	28	9	12	56
Verdauungssystem	XI	44'420	182	161	26	108	225	16'159	194	176	29	114	236
Urogenitalsystem	XIV	21'219	87	77	13	46	115	8'758	105	95	16	64	131
äussere Ursachen***	XIX,XX,XXI,XXII	78'702	322	285	32	195	369	27'474	330	299	32	210	374
Hitze und Sonnenlicht	XIX; T67	102	0.4	0.4	0.9	0.0	6.0	67	0.8	0.7	1.4	0.0	9.0

*Mittelwert von 2012, 2013 und 2014, Bevölkerung per 31.12.

**mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht (XIX; T67)

***Dazu gehören: Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äusserer Ursachen (XIX); Äussere Ursachen von Morbidität und Mortalität (XX); Faktoren, die den Gesundheitszustand beeinflussen und zur Inanspruchnahme des Gesundheitswesens führen (XXI); Schlüsselnummern für besondere Zwecke (XXII)

SD: Standardabweichung; Min: Minimum; Max: Maximum

Tabelle 2. Übersicht der Notfall-Spitaleintritte (total ohne äussere Ursachen von Morbidität aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht; ICD-10-Codes I-XVIII, XIX; T67) pro Kanton in den Sommermonaten Juni bis August 2015.

Kanton	Gesamtbevölkerung			≥65 Jahre alt		
	Eintritte	Bevölkerung	Eintritte pro 1000 Einw.*	Eintritte	Bevölkerung	Eintritte pro 1000 Einw.*
AG	9'362	653'541	14	4'036	110'303	37
AI/AR	1'130	70'503	16	455	13'169	35
BE	14'144	1'012'249	14	7'197	199'152	36
BL	4'511	283'157	16	2'325	60'118	39
BS	3'689	191'757	19	1'698	38'855	44
FR	3'812	307'409	12	1'576	46'143	34
GE	6'402	484'445	13	3'355	80'007	42
GL	583	40'021	15	242	7'628	32
GR	2'757	196'564	14	1'159	39'440	29
JU	1'139	72'771	16	593	14'521	41
LU	4'781	398'699	12	2'207	67'676	33
NE	2'684	178'073	15	1'170	32'923	36
NW	482	42'416	11	245	8'054	30
OW	433	37'071	12	208	6'486	32
SG	7'392	499'006	15	3'016	87'157	35
SH	945	79'828	12	539	16'404	33
SO	4'119	266'369	15	1'875	50'422	37
SZ	1'856	154'073	12	877	25'929	34
TG	3'738	267'393	14	1'522	44'697	34
TI	6'496	351'894	18	3'469	76'768	45
UR	562	35'971	16	258	7'012	37
VD	9'719	773'239	13	4'442	125'966	35
VS	4'900	335'622	15	1'990	62'949	32
ZG	1'535	122'113	13	572	19'994	29
ZH	20'109	1'466'076	14	8'098	247'616	33

*Bevölkerung per 31.12.2015

Abbildung 1. Anzahl Notfall-Spitaleintritte pro Tag ohne äussere Ursachen von Morbidität (jedoch mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht) pro 100,000 Einwohner/innen sowie die durchschnittliche Tageshöchst-Temperatur (Tmax) und Nachtminimum-Temperatur (Tmin) an acht Messstationen* von Mai bis September 2015. Die Spitaleritte sind als Mittelwerte von 7 Tagen (je 3 Tage vor und nach dem eingezeichneten Wert) dargestellt. (*Bern-Zollikofen, Basel-Binningen, Genève-Cointrin, Luzern, St. Gallen, Lugano, Pully, Zürich-Fluntern)

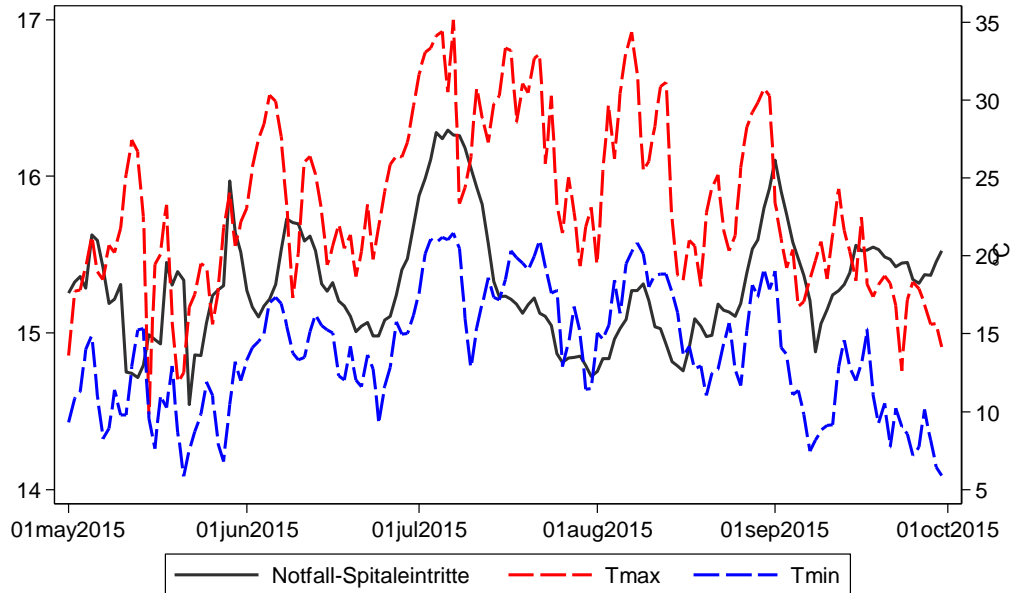


Abbildung 2. Anzahl Notfall-Spitaleintritte pro Tag ohne äussere Ursachen von Morbidität (jedoch mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht) pro 100,000 Einwohner/innen in der Schweiz für die Jahre 2003 und 2005-2015. Geglättete Kurven aus den Mittelwerten von 7 Tagen (je 3 Tage vor und nach dem eingezeichneten Wert).

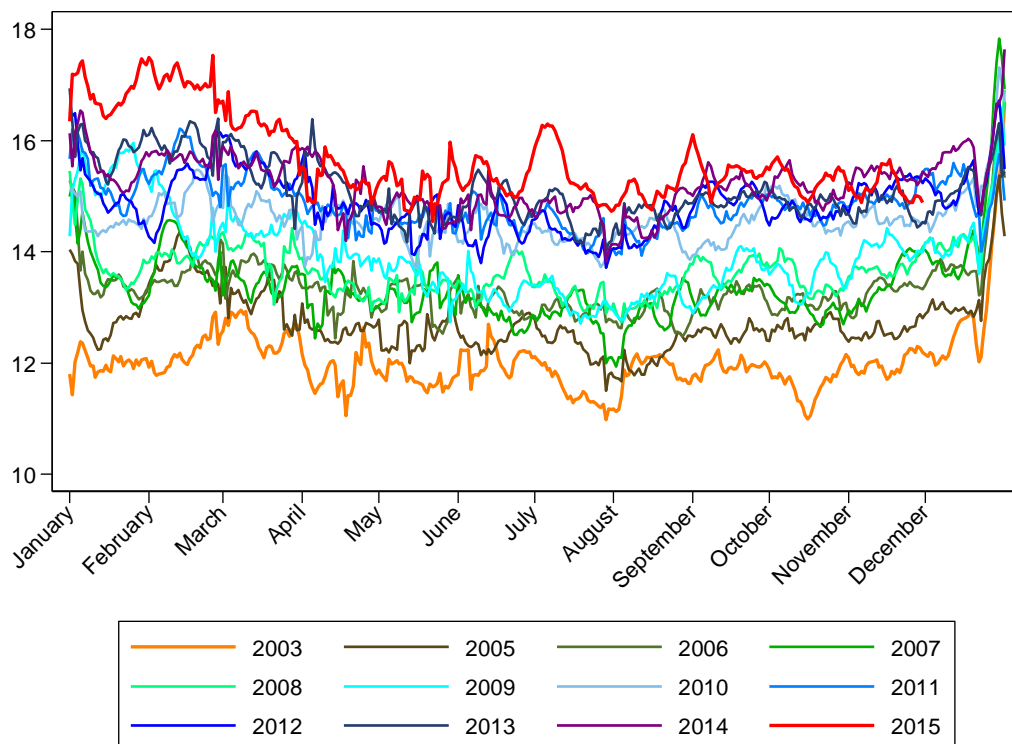


Abbildung 3. Anzahl Notfall-Spitaleintritte pro 1,000,000 Einwohner/innen pro Tag nach Diagnose für die Jahre 2003, 2005-2014 und 2015. Geglättete Kurven aus den Mittelwerten von 7 Tagen (je 3 Tage vor und nach dem eingezeichneten Wert).

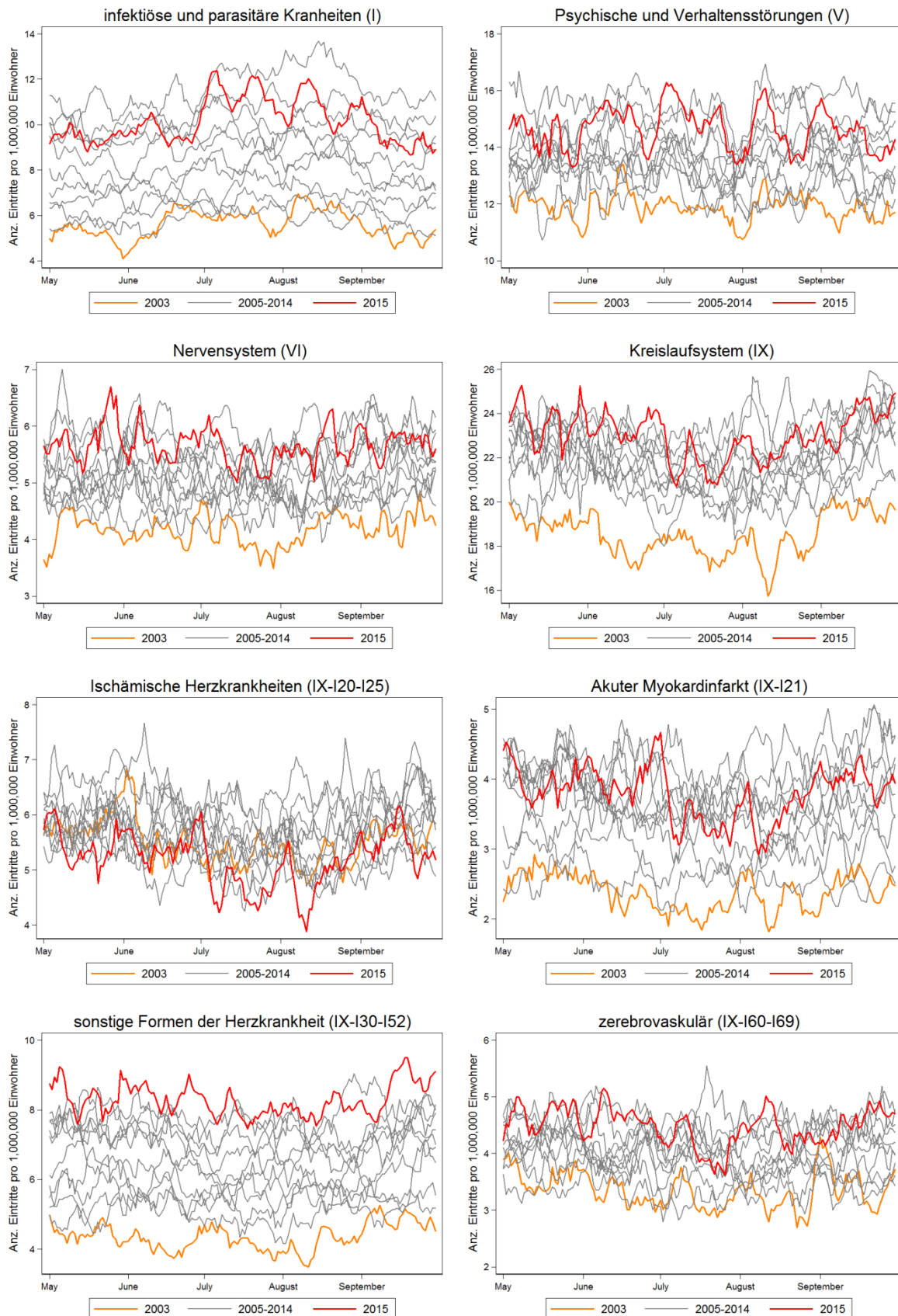


Abbildung 3 (kont.)

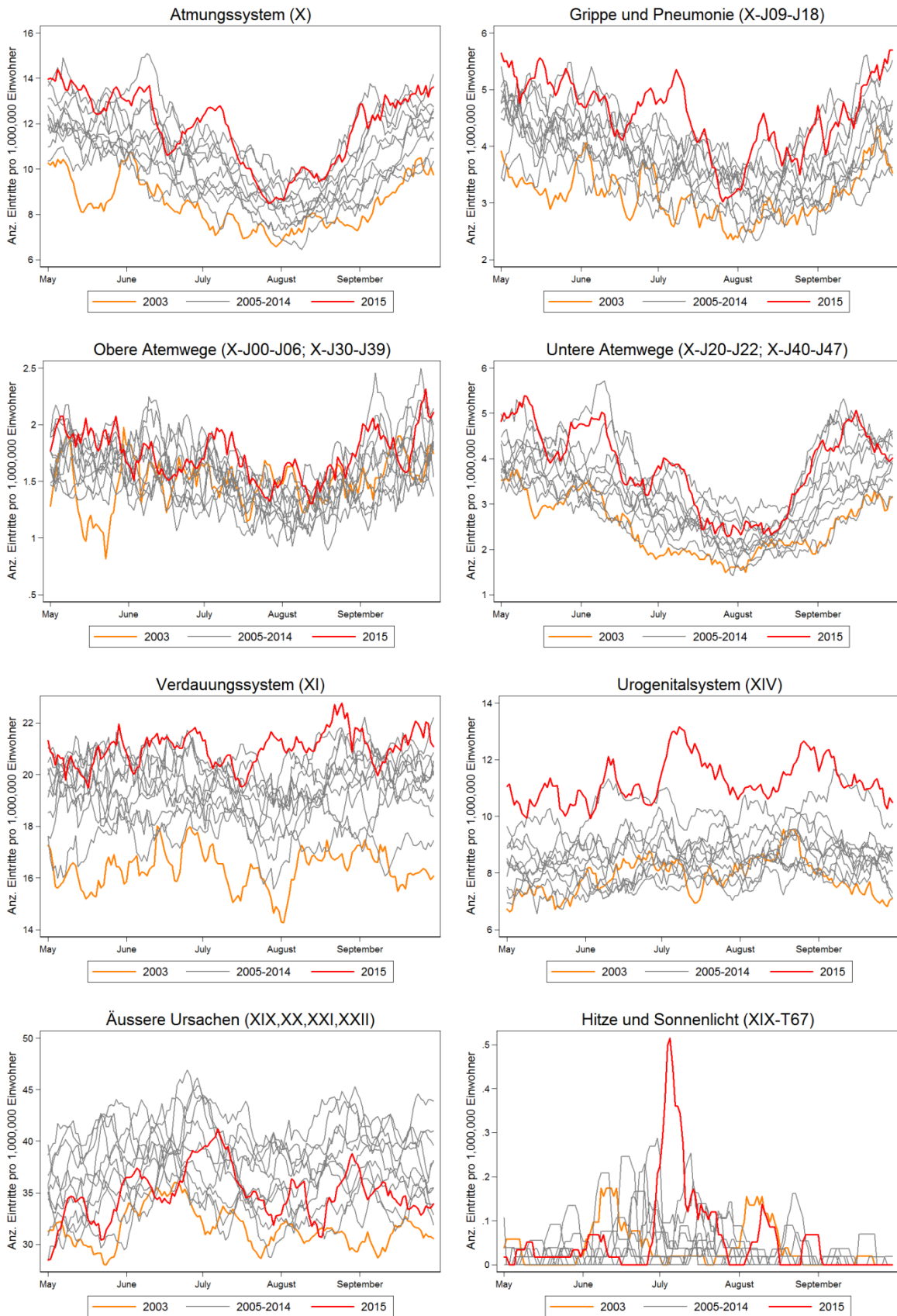


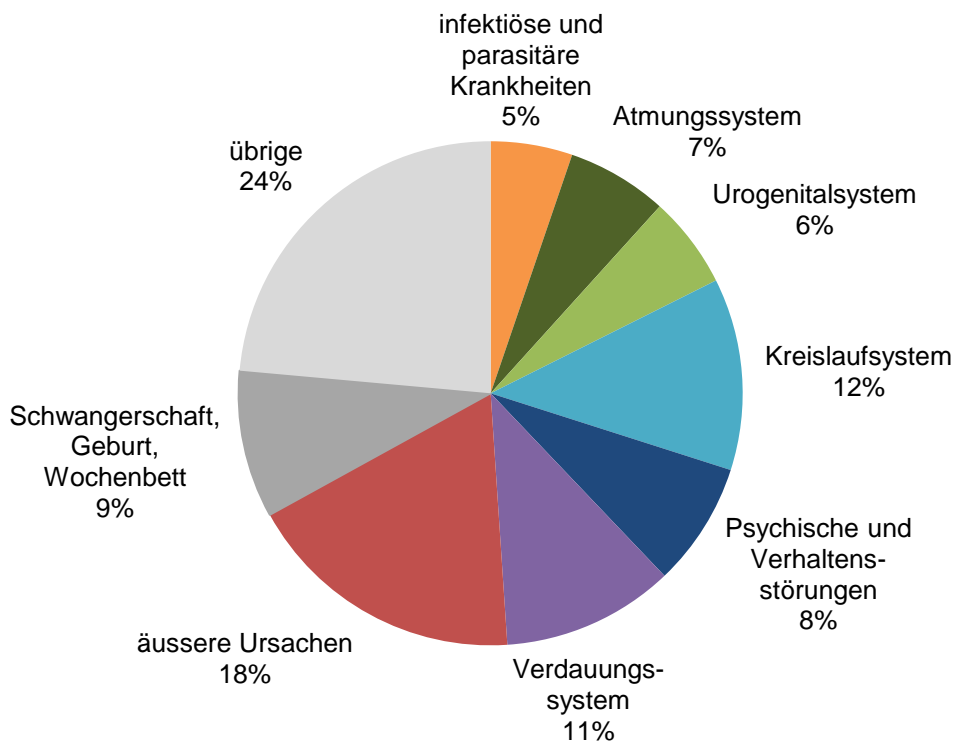
Tabelle 3. Geschätzte Abweichung der Anzahl Notfall-Spitaleintritte (ohne äussere Ursachen von Morbidität aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht (ICD-10-Codes I-XVIII, XIX;T67) im Sommer 2015 und im heissesten Monat Juli 2015 im Vergleich zur Zeitperiode 2012-2014 nach Geschlecht, Alter und Grossregion.

	Juni-August					Juli				
	beobachtete	Abweichung (Anzahl)	Abweichung (%)	95% KI	p-Wert	beobachtete	Abweichung (Anzahl)	Abweichung (%)	95%KI	p-Wert
Total	117280	2970	2.6	(0.2; 5.0)	0.032	40126	1717	4.5	(-2.7; 11.7)	0.223
Männer	53878	1518	2.9	(-0.6; 6.4)	0.105	18119	531	3.0	(-7.4; 13.5)	0.571
Frauen	63402	1452	2.3	(-0.9; 5.6)	0.155	22007	1186	5.7	(-4.2; 15.6)	0.260
0-14 Jahre	6089	-259	-4.1	(-12.3; 4.2)	0.335	1970	-129	-6.1	(-30.6; 18.4)	0.624
15-64 Jahre	58067	1164	2.0	(-1.3; 5.4)	0.230	19502	312	1.6	(-8.2; 11.5)	0.747
65-74 Jahre	17455	266	1.5	(-4.1; 7.2)	0.592	6074	302	5.2	(-12.2; 22.7)	0.557
≥75 Jahre	35669	1798	5.3	(0.6; 10.0)	0.028	12580	1232	10.9	(-4.0; 25.7)	0.153
Nordwestschweiz	17562	70	0.4	(-5.5; 6.3)	0.895	6019	143	2.4	(-15.5; 20.4)	0.790
Espace Mittelland	25898	976	3.9	(-1.5; 9.4)	0.159	8799	428	5.1	(-11.3; 21.5)	0.541
Genfersee	21021	1000	5.0	(-0.9; 10.9)	0.098	7317	595	8.9	(-9.4; 27.1)	0.342
Zürich	20109	332	1.7	(-3.9; 7.3)	0.557	6913	260	3.9	(-13.1; 20.9)	0.653
Tessin	6496	516	8.6	(-0.9; 18.1)	0.075	2260	251	12.5	(-16.8; 41.8)	0.403
Zentralschweiz	9649	312	3.3	(-4.4; 11.1)	0.400	3260	122	3.9	(-19.4; 27.1)	0.743
Ostschweiz	16545	-235	-1.4	(-7.3; 4.5)	0.642	5558	-82	-1.5	(-19.0; 16.1)	0.871

3.2 Zusammenhang zwischen Temperatur und Notfall-Spitaleintritte (2009-2015)

Der Effekt von hohen Temperaturen auf die Notfall-Spitaleintritte wurde für acht Kantone zwischen 2009 und 2015 für alle Krankheiten ohne äussere Ursachen (aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht) sowie separat für einzelne Diagnosen analysiert. In 2015 entsprechen die spezifisch untersuchten Diagnosen zwischen Mai und September 67% aller Notfall-Spitaleintritte (zu den nicht spezifisch untersuchten Diagnosen gehören „übrige Diagnosen“ und Schwangerschaft, Geburt und Wochenbett) (**Abbildung 4**). Die Anzahl Eintritte nach Diagnose in der warmen Jahreszeit von 2009 bis 2015 sind in der **Tabelle B2** im Appendix B einsehbar. Eine Übersicht zu der Temperaturverteilung der Tageshöchst-Temperaturen (Tmax) an den acht kantonalen Messstationen wird in **Tabelle 4** präsentiert. Der Median der Tmax über alle acht Stationen beträgt 22.3°C (Range: 4.6°C-39.7°C), das 98. Perzentil 32.6°C.

Abbildung 4. Prozentuale Anteile der Diagnosen (nach ICD-10) an der gesamten Anzahl Notfall-Spitaleintritte in acht Kantonen* zwischen Mai und September 2015. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)



Übrige Diagnosen: Neubildungen (II; 4.4%), Krankheiten des Blutes und der blutbildenden Organe sowie bestimmte Störungen mit Beteiligung des Immunsystems (II; 0.8%), Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten (IV; 2%), Krankheiten des Nervensystems (VI; 3%), Krankheiten des Auges und der Augenanhangsgebilde (VII; 0.4%), Krankheiten des Ohres und des Warzenfortsatzes (VIII; 0.6%), Krankheiten der Haut und der Unterhaut (XII; 1.8%), Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes (XIII; 4.5%), Bestimmte Zustände, die ihren Ursprung in der Perinatalperiode haben (XVI; 0.3%), Angeborene Fehlbildungen, Deformitäten und Chromosomenanomalie (XVII; 0.1%), Symptome und abnorme klinische und Laborbefunde, die anderenorts nicht klassifiziert sind (XVIII; 5.7%)

Tabelle 4. Übersicht der Tageshöchst-Temperatur (6:00 bis 18:00) in °C in acht Kantonen in der warmen Jahreszeit (Mai-September) 2009-2015.

Kanton	Station	Mittelwert	Median	98. Perzentil	Minimum	Maximum
BE	Bern-Zollikofen	21.9	21.9	32.0	8.0	36.8
BS	Basel-Binningen	23.1	22.8	33.7	7.3	37.3
GE	Genève-Cointrin	23.6	23.5	34.0	9.2	39.7
LU	Luzern	22.2	22.0	32.5	8.7	34.9
SG	St. Gallen	19.1	19.0	29.3	4.6	33.3
TI	Lugano	24.7	24.9	32.2	11.3	33.9
VD	Pully	22.5	22.5	31.8	8.8	36.0
ZH	Zürich-Fluntern	21.7	21.5	32.6	7.3	35.1
Total		22.3	22.3	32.6	4.6	39.7

Datenquelle: MeteoSchweiz

Abbildung 5 zeigt die Zu- oder Abnahme des Risikos für Notfall-Spitaleintritte an einem Hitzetag (lag 0) im Vergleich zu einem Referenztag mit einer Tmax von 22°C. Das bedeutet, an einem Referenztag ist das Risiko gleich null. Dargestellt sind auch die verzögerten Effekte eines Hitzetags für die nachfolgenden 10 Tage (lag 1-10). Steigen die Tmax auf 33°C oder höher, besteht vor allem an den vier folgenden Tagen (lag 1-4) ein signifikant erhöhtes temperaturbedingtes Risiko für Notfall-Spitaleintritte (bezogen auf die totale Anzahl Eintritte ohne äussere Ursachen von Morbidität). Am grössten ist das Risiko am zweiten Tag (lag 2) nach einem Hitzetag (RR= 1.014 bedeutet eine Zunahme von 1.4% (95%-KI: 0.5%-2%). In den vier Tagen nach einem Hitzetag besteht vor allem für Krankheiten des Atmungssystems, des Urogenitalsystems sowie für psychische und Verhaltensstörungen ein bis zu 5% erhöhtes Risiko. Der verzögerte Effekt der Temperatur ist für Krankheiten des Verdauungssystems am längsten. Das Risiko für diese Krankheitsursache steigt erst ab dem vierten Tag nach einem Hitzetag leicht an. Diese Beobachtung stimmen mit anderen Studien überein (Manser et al. 2013). Für äussere Ursachen von Krankheit besteht vor allem am Hitzetag selber ein signifikantes Risiko. Das Risiko nimmt gegenüber einem Referenztag um 8% (95%-KI: 5%-11%) zu. Dies kann zum Teil auf eine erhöhte Anzahl Bade-, Verkehrs- oder Bergsportunfälle an heissen Tagen zurückgeführt werden. Betroffen sind vor allem Männer und die Altersgruppe der 15-65-Jährigen (Appendix B, Abbildung B20). Graphiken der geschlechts- und altersklassenspezifischen Zusammenhänge zwischen Temperatur und Spital-Notfalleintritte sind für jede untersuchte Diagnose im Appendix B (**Tabellen B3-20**) enthalten.

Die Zunahme der Krankheiten des Urogenitalsystems während heissen Tagen kann auf die Zunahme von Nierenkrankheiten zurückgeführt werden. Überhitzung und Dehydrierung beeinträchtigen den Wasser- und den Elektrolythaushalt des Körpers. Dies ist eine Belastung für die Nieren und kann die Nierenfunktionen stark beeinträchtigen. Bei heissen Lufttemperaturen nimmt somit das Risiko für chronische Nierenkrankheiten und akutes Nierenversagen vor allem bei älteren Personen zu (Hansen et al. 2008). Auch Notfalleintritte wegen Nierensteinen (u.a. wegen chronischer Dehydrierung) können während Hitzeepisoden häufiger auftreten. Einige Studien haben auch einen Zusammenhang zwischen Hitze und Spitaleintritte aufgrund Harnwegsinfektionen gefunden (Borg et al. 2017). Daten zu den spezifischen Diagnosen der Hauptgruppe "Krankheiten des Urogenitalsystems" waren für diese Analyse nicht verfügbar.

Für Eintritte aufgrund Kreislaufkrankheiten scheint während Hitzetagen und in den folgenden Tagen kein erhöhtes Risiko zu bestehen. Im Gegenteil, sie treten signifikant weniger häufig auf. Ähnliche Untersuchungen der temperaturbedingten Sterblichkeit in der Schweiz zeigen klar einen Zusammenhang zwischen Temperatur und kardiovaskulären Todesursachen

(Swiss TPH, Daten bisher unveröffentlicht). Diese Ergebnisse stimmen mit Untersuchungen in anderen Ländern überein. Der fehlende Zusammenhang mit den Spital-Notfalleintritten ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass Personen mit kardiovaskulären Problemen nicht im Spital sterben und es nicht rechtzeitig auf den Notfall schaffen (Linares & Diaz 2007; Mastrangelo et al. 2007; Michelozzi et al. 2009; Petitti et al. 2016; van Loenhout et al. 2018). Diese Erklärung könnte auch auf die Schweiz zutreffen. Eine separate Analyse für Personen zwischen 65 und 74 Jahren hat gezeigt, dass Notfalleintritte für aufgrund Krankheiten des Kreislaufsystems bis Tageshöchsttemperaturen von 30°C zunehmen und danach wieder abnehmen (Appendix B, Abbildung B21). Für andere Altersgruppen oder Diagnosen konnte dies mit den Daten der medizinischen Statistik der Krankenhäuser in der Schweiz nicht festgestellt werden. Bei den anderen untersuchten Diagnosen nehmen die Eintritte mit steigenden Temperaturen zu. Es wäre auch möglich, dass Patientinnen und Patienten mit bestehenden Kreislaufsystem-Erkrankungen vermehrt bei moderat heissen statt bei extrem heissen Temperaturen ärztliche Hilfe suchen (Xu et al. 2018). Abschliessend ist festzuhalten, dass gemäss Literaturübersichtsarbeiten der Effekt hoher Temperaturen auf Krankheiten des Kreislaufsystems zwischen den verschiedenen Studien stark variiert (Li et al. 2015; Turner et al. 2012). Hohe Temperaturen können einerseits zur Erweiterung der Blutgefässe (Vasodilation) und damit verbundenen Senkung des Blutdrucks führen. Das heisst, Fälle von Hypertonie und damit verbundene Gefässrupturen (z.B. Aneurysmen) treten eher weniger häufig auf. Andererseits führen die physiologischen Anstrengungen den Körper zu kühlen auch zu einer höheren Durchblutung der Extremitäten und somit einer höheren Herzfrequenz. Dies kann für das Herz eine grosse Belastung bedeuten. Das Risiko für Herzrhythmusstörungen nimmt daher zu (Basu et al. 2012). Die verstärkte Durchblutung und vermehrtes Schwitzen können zudem vor allem bei Personen mit bestehenden Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu einer Dehydration und folglich zu einer Herabsetzung des Fließvermögens des Blutes und erhöhtem Cholesterinspiegel führen. Dies erhöht das Risiko für ischämische Herzkrankheiten und ischämische Schlaganfälle (Lavados et al. 2018). Ferner wird auch die Vermutung geäußert, dass Spitaldaten nur bedingt in der Lage sind den Effekt von Hitze auf die kardiovaskuläre Morbidität zu beschreiben (Petitti et al. 2016).

Der Zusammenhang zwischen Temperatur und Spitaleintritte ist in **Abbildung 6** graphisch und in **Tabelle 5** numerisch dargestellt. Dafür wurden die relativen Risiken am Hitzetag sowie an den folgenden vier Tagen (lags 0-4) kumuliert. Tage mit einer mittleren Sommertemperatur von 22°C dienen auch hier als Referenz. Mit zunehmenden Temperaturen ist für alle untersuchten Krankheiten – mit Ausnahme für Kreislaufkrankheiten – eine Zunahme des Risikos für Notfall-Spitaleintritte zu beobachten. Hitzetage führen dazu, dass – der Hitzetag einberechnet – in den folgenden vier Tagen die Notfall-Spitaleintritte um 3% (95%-KI: 1%-5%) zunehmen. Einige diagnosespezifische RR sind für gewisse Altersklassen und Geschlechter jedoch deutlich höher. Die Zunahme des temperaturbedingten Risikos für Krankheiten des Urogenitalsystems ist vor allem bei den 65-74-Jährigen zu beobachten (+17%). Bei Männer und Personen ab 75 Jahren besteht ein erhöhtes Risiko für Eintritte aufgrund psychischen und Verhaltensstörungen (♂: +12%; Altersklasse 75+: +15%) sowie Krankheiten des Atmungssystems (♂: +14%; Altersklasse 75+: +17%). Letzteres betrifft vor allem Lungenentzündungen (Pneumonien). Ein um 21% erhöhtes Risiko für infektiöse und parasitäre Krankheiten besteht für Personen mit einem Alter von 0 bis 14 Jahre.

Abbildung 5. Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritte (Relatives Risiko RR) für alle Ursachen ohne äussere Ursachen von Morbidität aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht (total; ICD-10-Codes I-XVIII, XIX; T67) sowie nach spezifischen Diagnosen in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

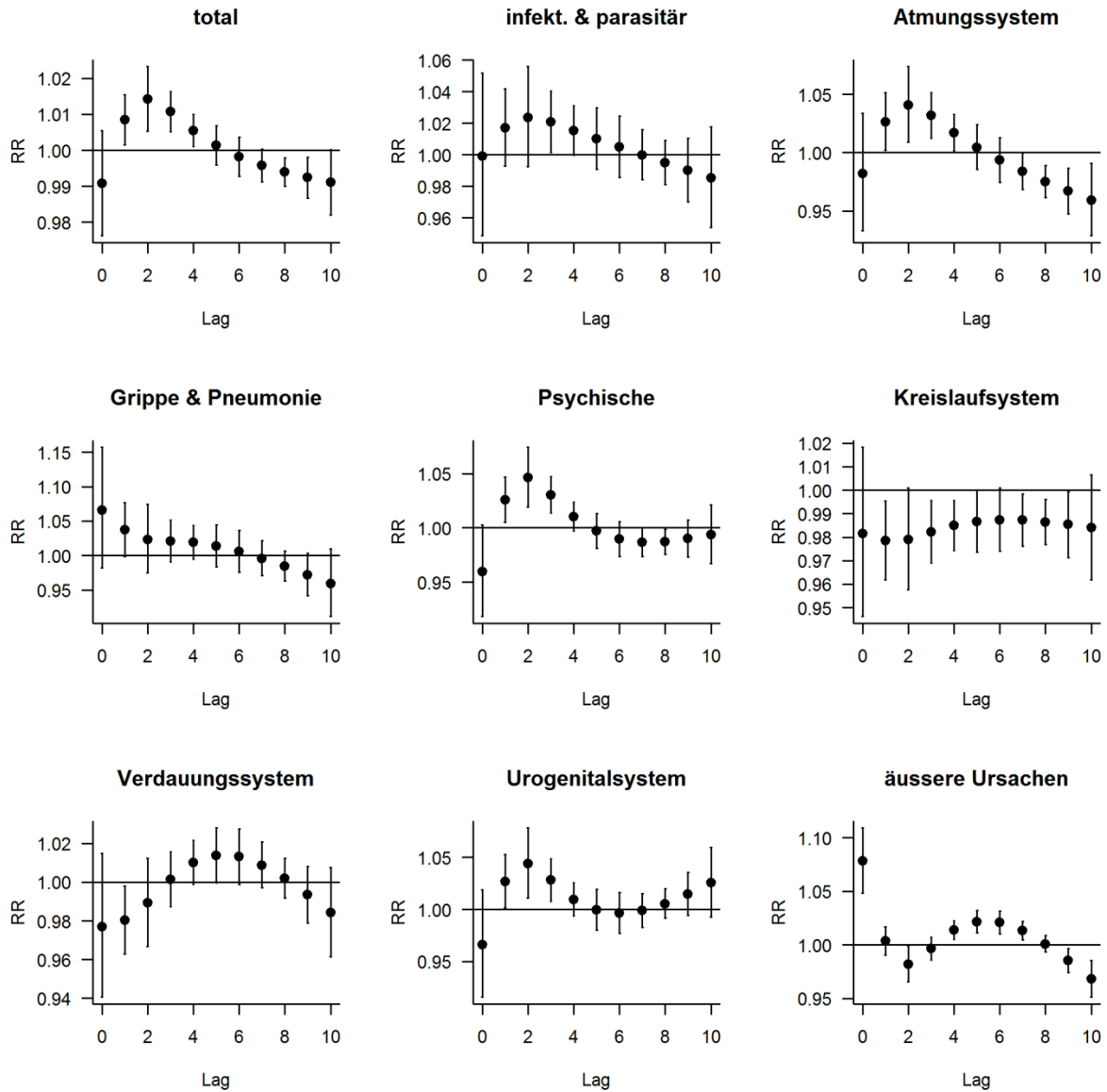


Abbildung 6. Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritte (Relatives Risiko RR) für alle Ursachen ohne äussere Ursachen von Morbidität aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht (total; ICD-10-Codes I-XVIII, XIX; T67) sowie nach spezifischen Diagnosen in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt in ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

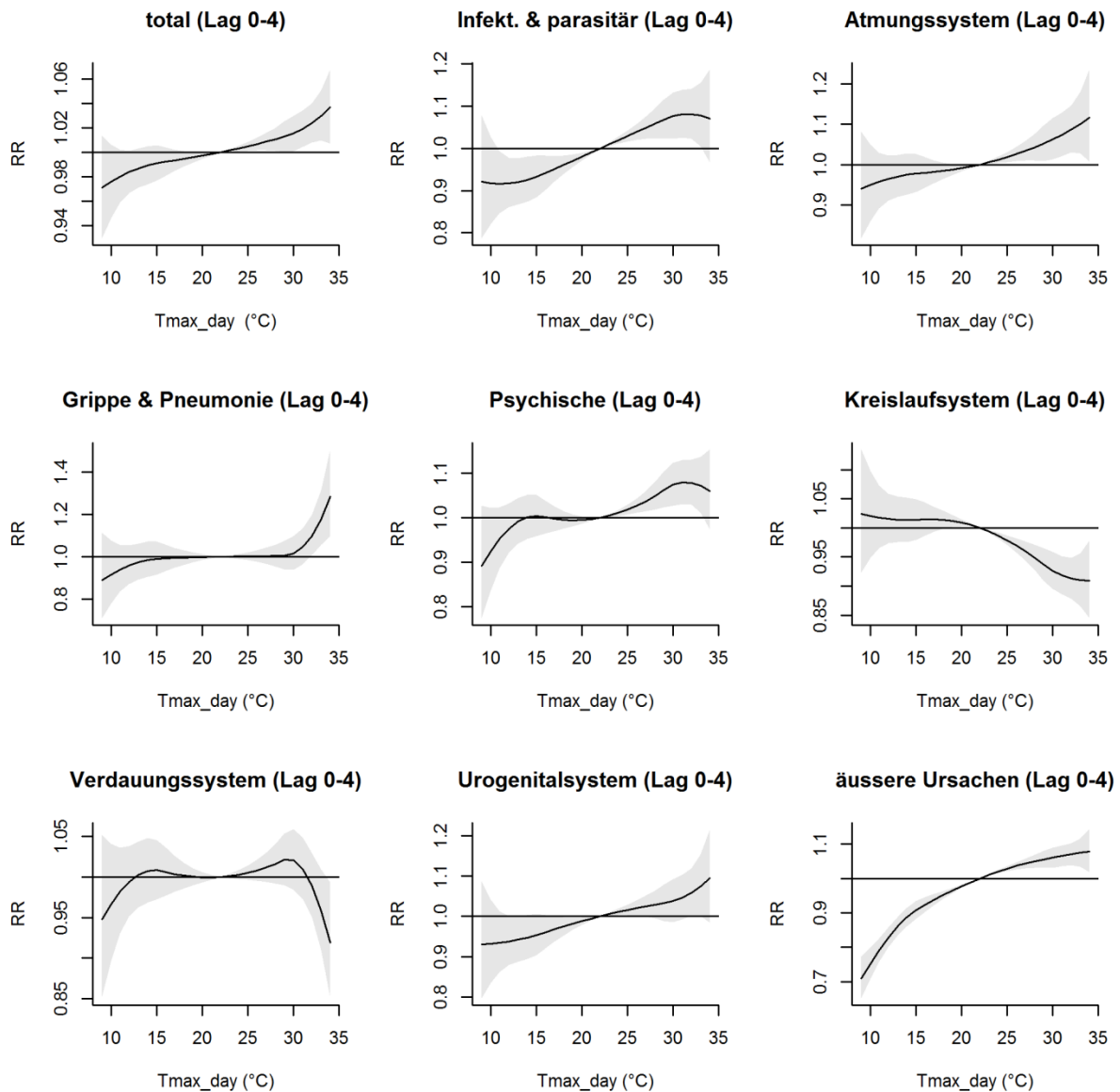


Tabelle 5. Relative Risiken (RR) für Notfall-Spitaleintritte im Zusammenhang mit der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) für alle Ursachen ohne äussere Ursachen von Morbidität aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht (total; ICD-10-Codes I-XVIII, XIX; T67) sowie nach spezifischen Diagnosen in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt in ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen (lag0-4) nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

Diagnose		RR	95%CI	
total ohne äussere Ursachen, mit XIX-T67	total	1.03	1.01	1.05
	Männer	1.02	0.99	1.05
	Frauen	1.04	1.01	1.07
	0-14 Jahre	1.07	0.98	1.16
	15-64 Jahre	1.03	1.01	1.06
	65-74 Jahre	0.97	0.93	1.03
	75+ Jahre	1.04	1.01	1.08
infektiöse und parasitäre Krankheiten	total	1.08	1.01	1.16
	Männer	1.03	0.94	1.14
	Frauen	1.13	1.02	1.24
	0-14 Jahre	1.21	1.00	1.47
	15-64 Jahre	1.11	1.00	1.25
	65-74 Jahre	1.01	0.85	1.20
	75+ Jahre	1.02	0.91	1.15
Psychische und Verhaltensstörungen	total	1.07	1.01	1.14
	Männer	1.12	1.03	1.21
	Frauen	1.03	0.95	1.12
	0-14 Jahre	0.83	0.55	1.26
	15-64 Jahre	1.07	1.00	1.14
	65-74 Jahre	1.02	0.84	1.25
	75+ Jahre	1.15	0.99	1.33
Kreislaufsystem	total	0.91	0.87	0.96
	Männer	0.88	0.83	0.95
	Frauen	0.94	0.87	1.01
	0-14 Jahre	1.06	0.48	2.35
	15-64 Jahre	0.92	0.83	1.02
	65-74 Jahre	0.87	0.78	0.97
	75+ Jahre	0.92	0.86	0.98
Atmungssystem	total	1.10	1.03	1.18
	Männer	1.14	1.04	1.25
	Frauen	1.05	0.95	1.16
	0-14 Jahre	1.00	0.82	1.23
	15-64 Jahre	1.09	0.97	1.23
	65-74 Jahre	1.00	0.84	1.19
	75+ Jahre	1.17	1.05	1.30

Diagnose		RR	95%CI	
Grippe und Pneumonie	total	1.18	1.06	1.31
	Männer	1.21	1.05	1.39
	Frauen	1.13	0.96	1.34
	0-14 Jahre	1.09	0.67	1.75
	15-64 Jahre	1.19	0.96	1.47
	65-74 Jahre	1.17	0.89	1.52
	75+ Jahre	1.18	1.01	1.37
Verdauungssystem	total	0.96	0.91	1.01
	Männer	0.95	0.88	1.02
	Frauen	0.97	0.90	1.04
	0-14 Jahre	0.90	0.70	1.15
	15-64 Jahre	0.99	0.92	1.06
	65-74 Jahre	1.00	0.88	1.14
	75+ Jahre	0.88	0.80	0.97
Urogenitalsystem	total	1.07	1.00	1.15
	Männer	1.09	0.99	1.20
	Frauen	1.06	0.95	1.17
	0-14 Jahre	0.76	0.54	1.08
	15-64 Jahre	1.08	0.98	1.20
	65-74 Jahre	0.92	0.76	1.11
	75+ Jahre	1.17	1.03	1.33
äussere Ursachen	total	1.07	1.03	1.12
	Männer	1.10	1.05	1.17
	Frauen	1.05	1.00	1.10
	0-14 Jahre	1.03	0.91	1.15
	15-64 Jahre	1.12	1.05	1.19
	65-74 Jahre	1.17	1.05	1.30
	75+ Jahre	1.00	0.94	1.07

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung zeigt eine erhöhte Anzahl hitzebedingter Notfall-Spitaleintritte während dem Sommer 2015. Die prozentuale Abweichung gegenüber vergleichbaren Jahren beträgt 2.6%. Dies entspricht rund 2'970 zusätzlichen Notfall-Spitaleintritten. Im Hitzesommer 2015 war die Zunahme der Spitaleintritte somit weniger deutlich als die Zusatzmortalität (5.4%). Das Risiko für erhöhte die Anzahl Spitaleintritte auf dem Notfall nimmt generell mit steigender Aussenlufttemperatur zu. Die Temperatureffekte können auch bis zu vier Tage (bei Krankheiten des Verdauungssystems bis eine Woche) verzögert auftreten. Betroffen sind vor allem Krankheiten des Urogenitalsystems (Altersgruppe 65-74), des Atmungssystems (Altersgruppe 75+ und Männer), psychische und Verhaltensstörungen (Altersgruppe 75+ und Männer) sowie infektiöse Krankheiten bei der jungen Bevölkerung. An Hitzetagen ($\geq 33^\circ$) besteht zudem ein erhöhtes Risiko für Krankheiten äusserer Ursachen (dazu gehören Unfälle) bei den Altersgruppen 15-64 Jahre und 65-74 Jahre. Für diese Notfalleintritte ist jedoch weniger die Hitzeexposition, sondern eher das schöne Wetter und das damit verbundene Freizeitverhalten der Grund für die Krankheit.

Unsere Analysen erlauben keinen Rückschluss auf die Wirkung von kantonalen Hitzefrühwarnsystemen auf die Anzahl Notfall-Spitaleintritte im Sommer 2015. Die grössten prozentualen Abweichungen im Vergleich zu früheren Jahren wurden für die Grossregionen Tessin und Genferseeregion beobachtet. Diese Regionen gehören auch zu den wärmsten Regionen im Sommer 2015. Zudem bestehen kantonale Unterschiede der Inanspruchnahmerate von Notfallstationen. Schweizweit sind im Kanton Tessin die jährlichen Notfallkonsultationen – bezogen auf die Bevölkerung – am höchsten, gefolgt vom Kanton Waadt. Dies ist möglicherweise auf eine unterschiedliche Nutzung des Gesundheitssystems in den Kantonen zurückzuführen. Eine ungleiche Verteilung von sozioökonomischen Faktoren zwischen den Regionen könnte ebenfalls eine Rolle spielen. Untersuchungen zeigen zum Beispiel, dass ausländische Personen leicht häufiger nach einer Notfallkonsultation hospitalisiert werden als Schweizerinnen und Schweizer (Vilpert 2013). Die Wirkung von soziodemographischen Faktoren auf Notfall-Spitaleintritte während der warmen Jahreszeit wurde bisher für die Schweiz jedoch nicht erforscht. Ob die erhöhte Anzahl auch auf die Folgen von präventiven Massnahmen zurückgeführt werden kann bleibt ebenfalls offen. Es wäre möglich, dass eine Sensibilisierung über mögliche Effekte und Symptome von Hitze auf die Gesundheit die Anzahl Spitaleintritte auf dem Notfall erhöhen.

Die Analysen zeigen, dass an Hitzetagen und in den Tagen danach die täglichen Notfall-Eintritte in den Spitäler zunehmen können. Es ist daher empfehlenswert, dass sich die Spitäler für erhöhte Eintritte während der warmen Jahreszeit vorbereiten. Eine Möglichkeit wäre die kurzfristige Aufstockung des Personals während und in den Tagen nach einer Hitzewelle. Zusätzliche Massnahmen wie eine auf Risikogruppen gezielte Prävention von hitzebedingten Gesundheitseffekten vor der warmen Jahreszeit und während Hitzewellen sowie Telefon-Helplines können die Spitäler ebenfalls entlasten.

5 Literaturverzeichnis

- BAFU 2016:** Hitze und Trockenheit im Sommer 2016. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Umwelt-Zustand Nr 1629. Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- Basu R., Pearson D., Malig B., Broadwin R., Green R. 2012:** The effect of high ambient temperature on emergency room visits. *Epidemiology*;23:813-820.
- BFS 2017:** Medizinische Statistik der Krankenhäuser. Bundesamt für Statistik (BFS). <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/gesundheit/erhebungen/ms.html> (abgerufen 9. Mai 2018).
- Borg M., Bi P., Nitschke M., Williams S., McDonald S. 2017:** The impact of daily temperature on renal disease incidence: an ecological study. *Environmental Health*;16:114.

- Gasparrini A. 2011:** Distributed lag linear and non-linear models in R: the package dlnm. *Journal of Statistical Software*;43:1.
- Gasparrini A., Armstrong B., Kenward M.G. 2010:** Distributed lag non-linear models. *Statistics in Medicine*;29:2224-2234.
- Hansen A.L., Bi P., Ryan P., Nitschke M., Pisaniello D., Tucker G. 2008:** The effect of heat waves on hospital admissions for renal disease in a temperate city of Australia. *International Journal of Epidemiology*;37:1359-1365.
- Lavados P.M., Olavarría V.V., Hoffmeister L. 2018:** Ambient Temperature and Stroke Risk: Evidence Supporting a Short-Term Effect at a Population Level From Acute Environmental Exposures. *Stroke*;49:255-261.
- Li M., Gu S., Bi P., Yang J., Liu Q. 2015:** Heat Waves and Morbidity: Current Knowledge and Further Direction-A Comprehensive Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*;12:5256.
- Linares C., Diaz J. 2007:** Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). *European Journal of Public Health*;18:317-322.
- Manser C.N., Paul M., Rogler G., Held L., Frei T. 2013:** Heat waves, incidence of infectious gastroenteritis, and relapse rates of inflammatory bowel disease: A retrospective controlled observational study. *The American Journal of Gastroenterology*;108:1480.
- Mastrangelo G., Fedeli U., Visentin C., Milan G., Fadda E., Spolaore P. 2007:** Pattern and determinants of hospitalization during heat waves: an ecologic study. *BMC Public Health*;7:200.
- Michelozzi P., Accetta G., De Sario M., et al. 2009:** High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*;179:383-389.
- Nitschke M., Tucker G.R., Hansen A.L., Williams S., Zhang Y., Bi P. 2011:** Impact of two recent extreme heat episodes on morbidity and mortality in Adelaide, South Australia: a case-series analysis. *Environmental Health*;10:42.
- Petitti D.B., Hondula D.M., Yang S., Harlan S.L., Chowell G. 2016:** Multiple trigger points for quantifying heat-health impacts: new evidence from a hot climate. *Environ Health Perspect*;124:176.
- Ragettli M.S., Vicedo-Cabrera A.M., Flückiger B., Rössli M. 2016:** Evaluation kantonaler Hitzemassnahmenpläne und hitzebedingte Mortalität im Sommer 2015. Bericht zuhanden des Bundesamts für Gesundheit (BAG): Schweizerisches Tropen- und Public-Health Institut (Swiss TPH).
- Ragettli M.S., Vicedo-Cabrera A.M., Schindler C., Rössli M. 2017:** Exploring the association between heat and mortality in Switzerland between 1995 and 2013. *Environmental Research*;158C:703-709.
- Turner L.R., Barnett A.G., Connell D., Tonga S. 2012:** Ambient temperature and cardiorespiratory morbidity: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*;23:594-606.
- van Loenhout J.A.F., Delbiso T.D., Kiriliouk A., Rodriguez-Llanes J.M., Segers J., Guha-Sapir D. 2018:** Heat and emergency room admissions in the Netherlands. *BMC public health*;18:108.
- Vicedo-Cabrera A.M., Ragettli M.S., Schindler C., Rössli M. 2016:** Excess mortality during the warm summer of 2015 in Switzerland. *Swiss Med Wkly*;146:w14379-w14379.
- Vilpert S. 2013:** Konsultationen in Schweizer Notfallstationen. *Obsan Bulletin* 3/2013. Neuchâtel: Schweizerisches Gesundheitsobservatorium (Obsan).
- Xu Z., Cheng J., Hu W., Tong S. 2018:** Heatwave and health events: A systematic evaluation of different temperature indicators, heatwave intensities and durations. *Science of The Total Environment*;630:679-689.

Appendix A: Entwicklung der Notfall-Spitaleintritte

Abbildung A1. Anzahl Notfall-Spitaleintritte pro Jahr (Januar-Dezember) und während den Sommermonaten (Juni-August) in der Schweiz von 2003 bis 2015. Dargestellt sind die totale Anzahl Eintritte (grün) und die Eintritte pro 1,000 Einwohner/innen (orange).

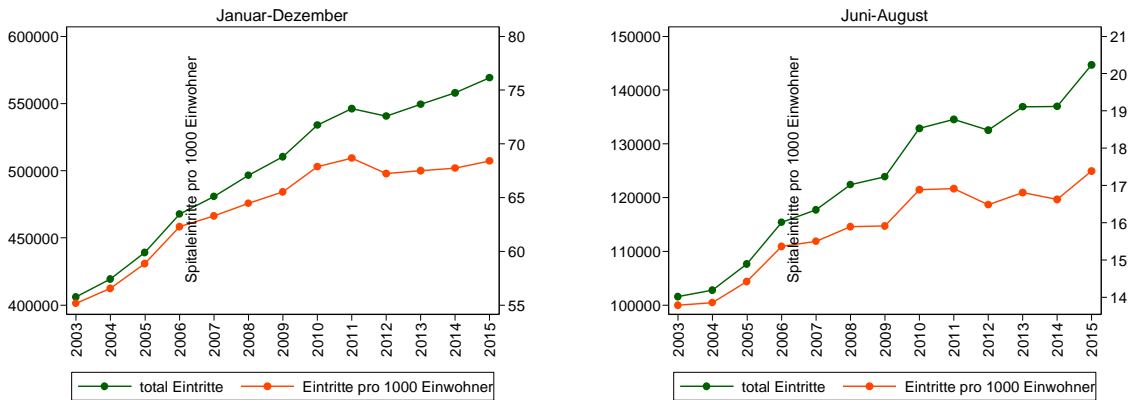
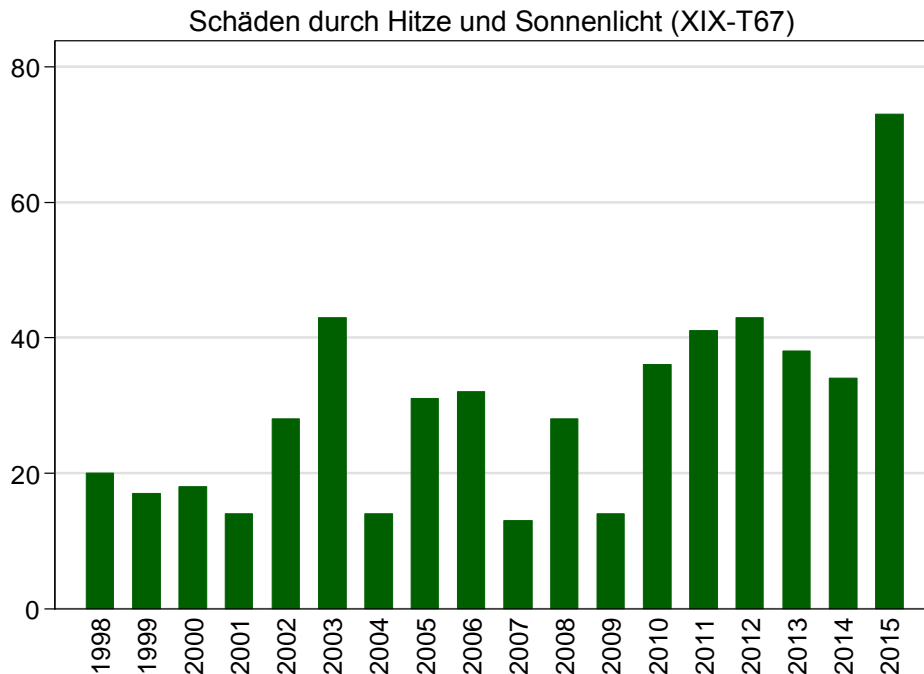


Abbildung A2. Anzahl Notfall-Spitaleintritte mit dem ICD-10-Diagnosecode „Schäden durch Hitze und Sonnenlicht“ (XIX; T67) in der Schweiz in den Monaten Mai bis September 1998-2015.



Appendix B: Zusammenhang Temperatur-Notfall-Spitaleintritte 2009-2015

Tabelle B1. Modell-Parameter. Die Temperatur wurde im statistischen Modell als sogenannte Crossbasis-Funktion eingefügt. Diese beschreibt den nicht-linearen und verzögerten Effekt der Temperatur auf die Notfall-Spitaleintritte. Dieser Ansatz folgt der Methode der sogenannten *Distributed lag non-linear models (DLNM)* (Gasparrini et al. 2010).

Zeitreihe	Definition Hitzetag	Definition Referenztag	Crossbasis Funktion	
			Temperatur	Lags
Tmax_day (6:00-18:00) von Mai bis September 2009 bis 2015 für 8 Kantone	98. Perzentil der Zeitreihe; 33°C	Median der Zeitreihe; 22°C	Tmax_day; Quadratischer B-Spline mit zwei internen Knoten platziert am 10. und 90. Perzentil.	Lag Periode: 10 Tage; natürlicher kubischer Spline mit zwei internen Knoten platziert mit gleichem Abstand in der Log-Scala.

Tabelle B2. Anzahl Notfall-Spitaleintritte in acht Kantonen nach Diagnose (mit ICD-10-Code) in der warmen Jahreszeit (Mai-September) 2009-2015.

Kanton	Krankheiten									
	Total	total ohne äussere Ursachen mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht	infektiöse und parasitäre Krankheiten	Psychische und Verhaltensstörungen	Kreislaufsystem	Atmungs-system	Grippe und Pneumonie	Verdauungs-system	Urogenital-system	äussere Ursachen
	<i>I-XXII</i>	<i>I-XVIII, XIX; T67</i>	<i>I</i>	<i>V</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>X; J09-J18</i>	<i>XI</i>	<i>XIV</i>	<i>XIX,XX,XXI, XII</i>
BE	194'101	155'687	12'476	14'680	26'514	11'914	4'550	23'298	9'768	38'446
BS	47'416	38'754	3'153	6'004	5'615	3'140	1'204	4'962	2'413	8'671
GE	94'059	74'168	3'405	11'329	10'824	6'212	2'402	8'550	3'883	19'895
LU	62'348	47'655	3'445	4'020	8'139	3'488	1'342	7'843	2'897	14'706
SG	97'400	78'173	5'297	7'357	11'736	5'320	1'888	11'861	5'461	19'257
TI	81'267	67'804	3'974	5'134	11'831	5'823	2'460	8'283	5'661	13'479
VD	128'754	105'513	5'684	7'632	15'948	10'431	3'489	13'084	6'308	23'260
ZH	274'404	216'341	14'208	20'071	31'188	14'518	5'460	29'724	13'306	58'117
Total	979'749	784'095	51'642	76'227	121'795	60'846	22'795	107'605	49'697	195'831

Abbildung B3. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für alle Ursachen ohne äussere Ursachen von Morbidität aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht (total; ICD-10-Codes I-XVIII, XIX; T67) in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

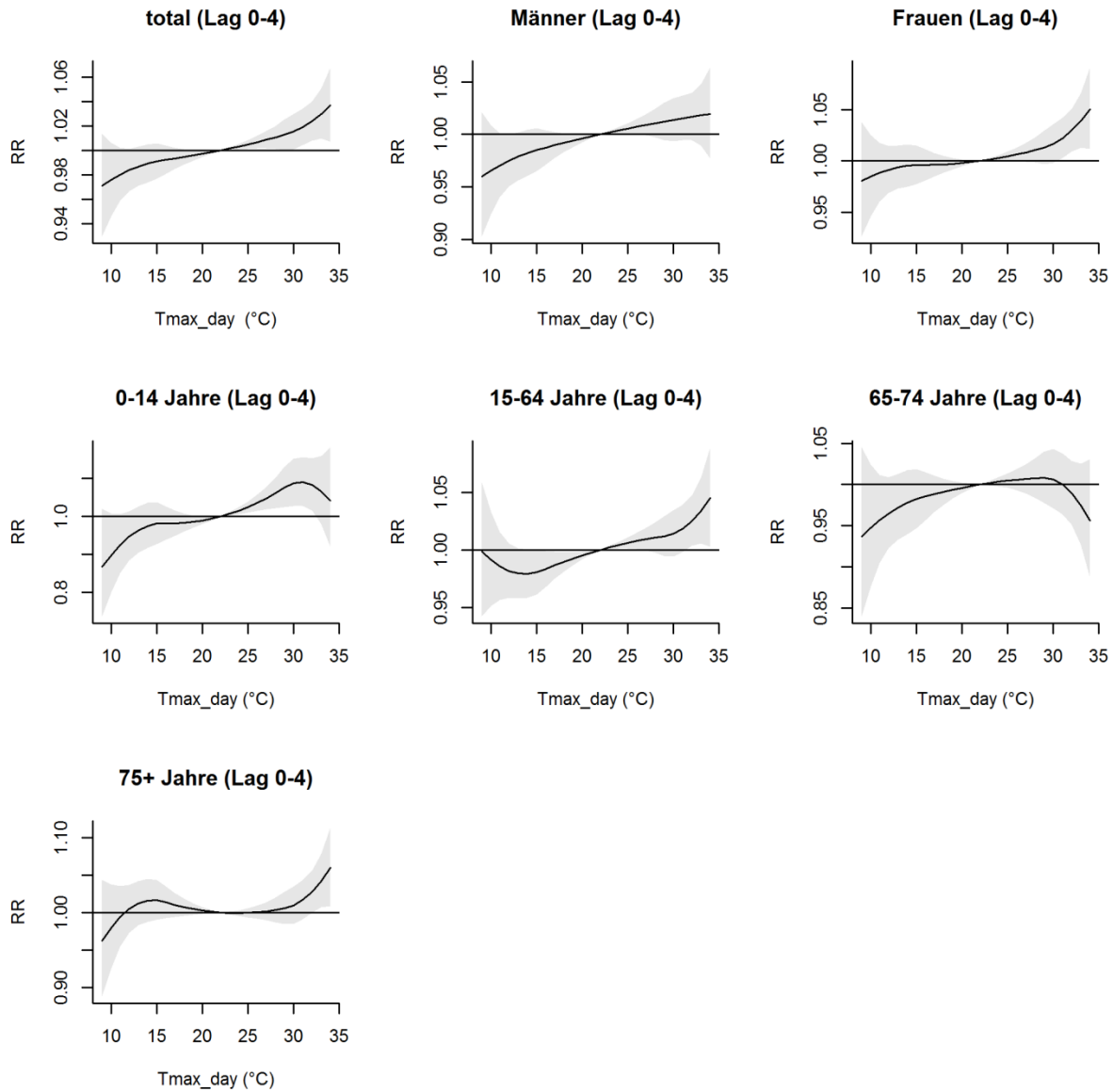


Abbildung B4. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für alle Ursachen ohne äussere Ursachen von Morbidität aber mit Schäden durch Hitze und Sonnenlicht (total; ICD-10-Codes I-XVIII, XIX; T67) in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

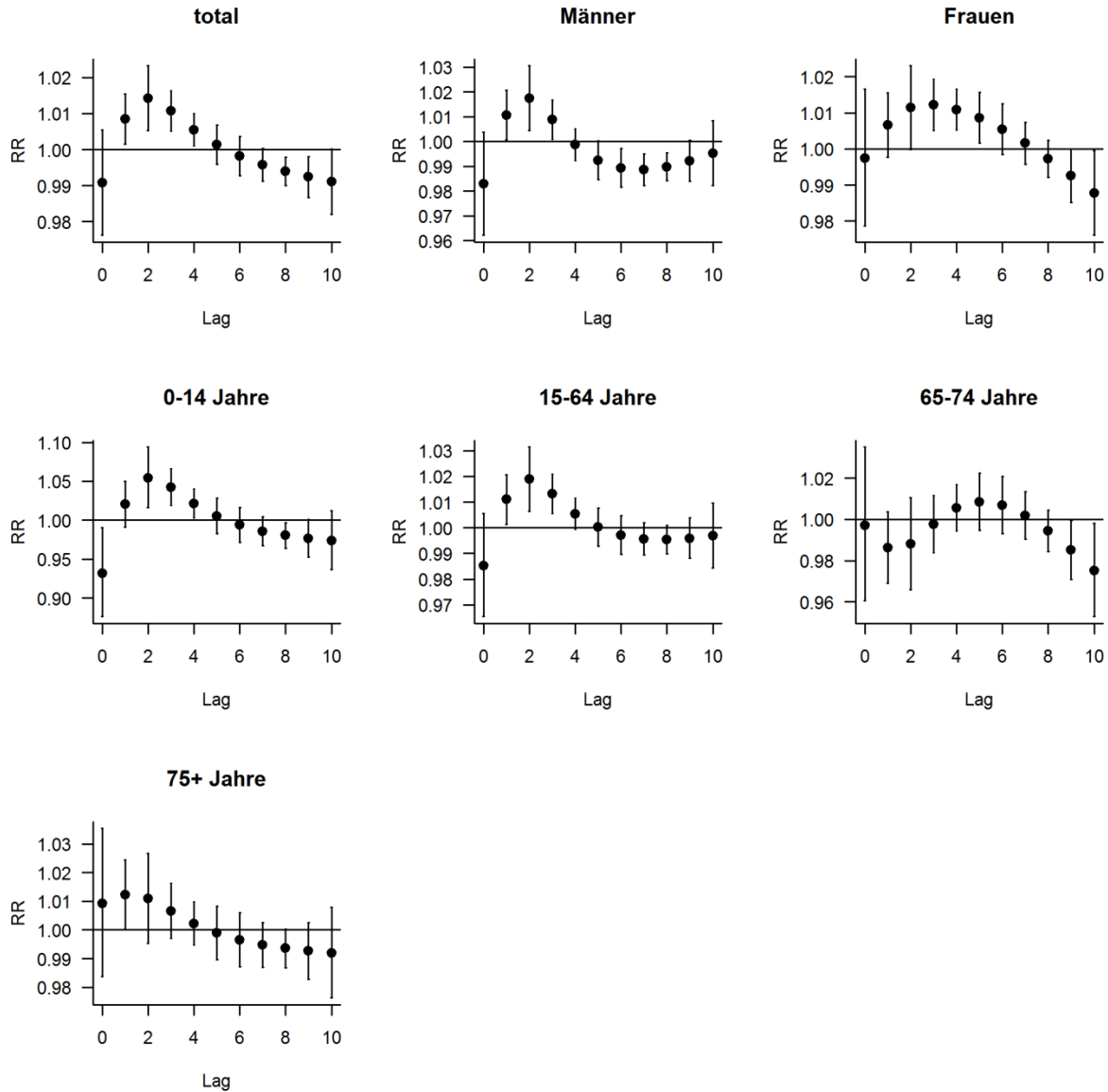


Abbildung B5. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für infektiöse und parasitäre Krankheiten in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

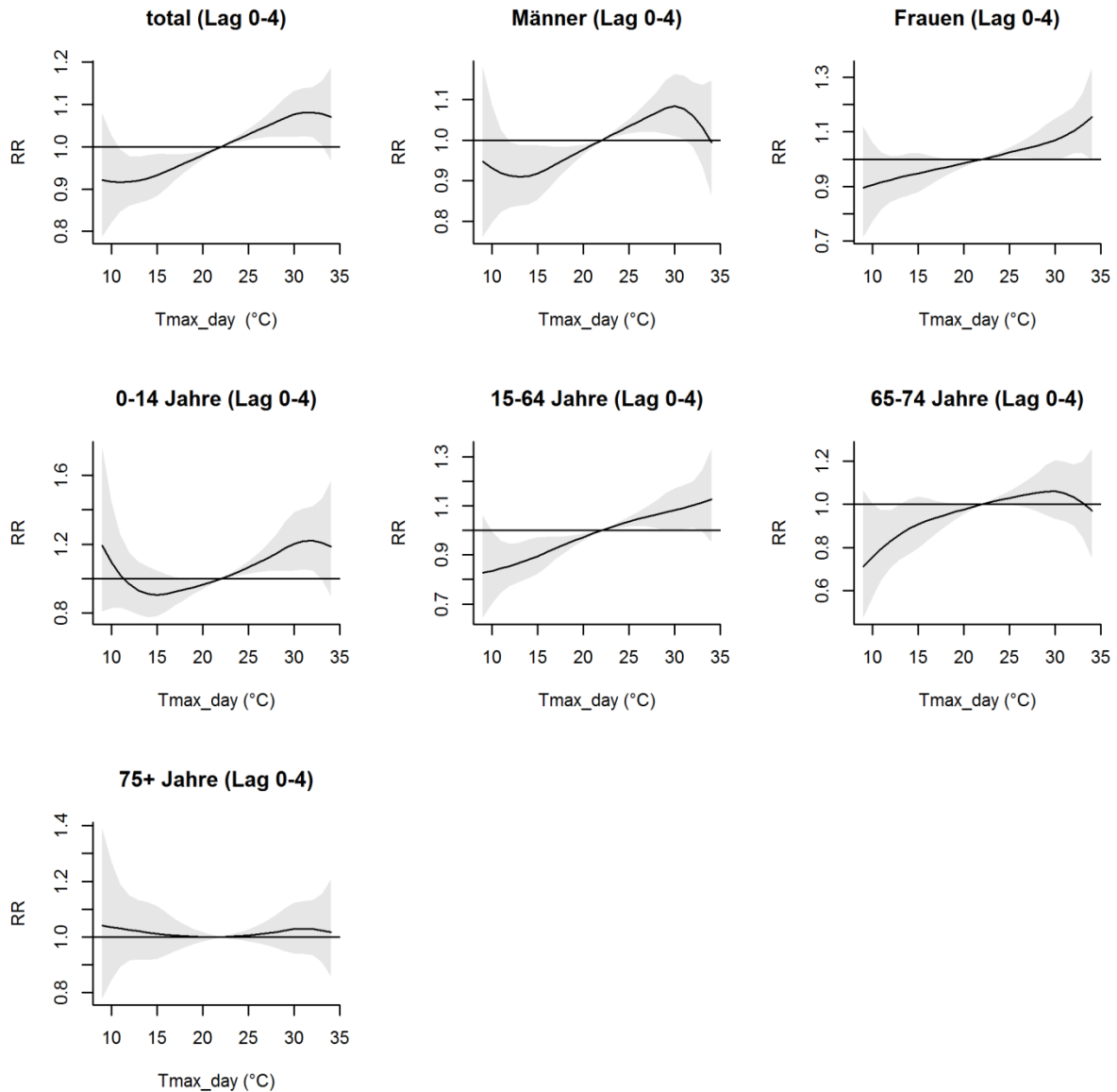


Abbildung B6. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für infektiöse und parasitäre Krankheiten in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

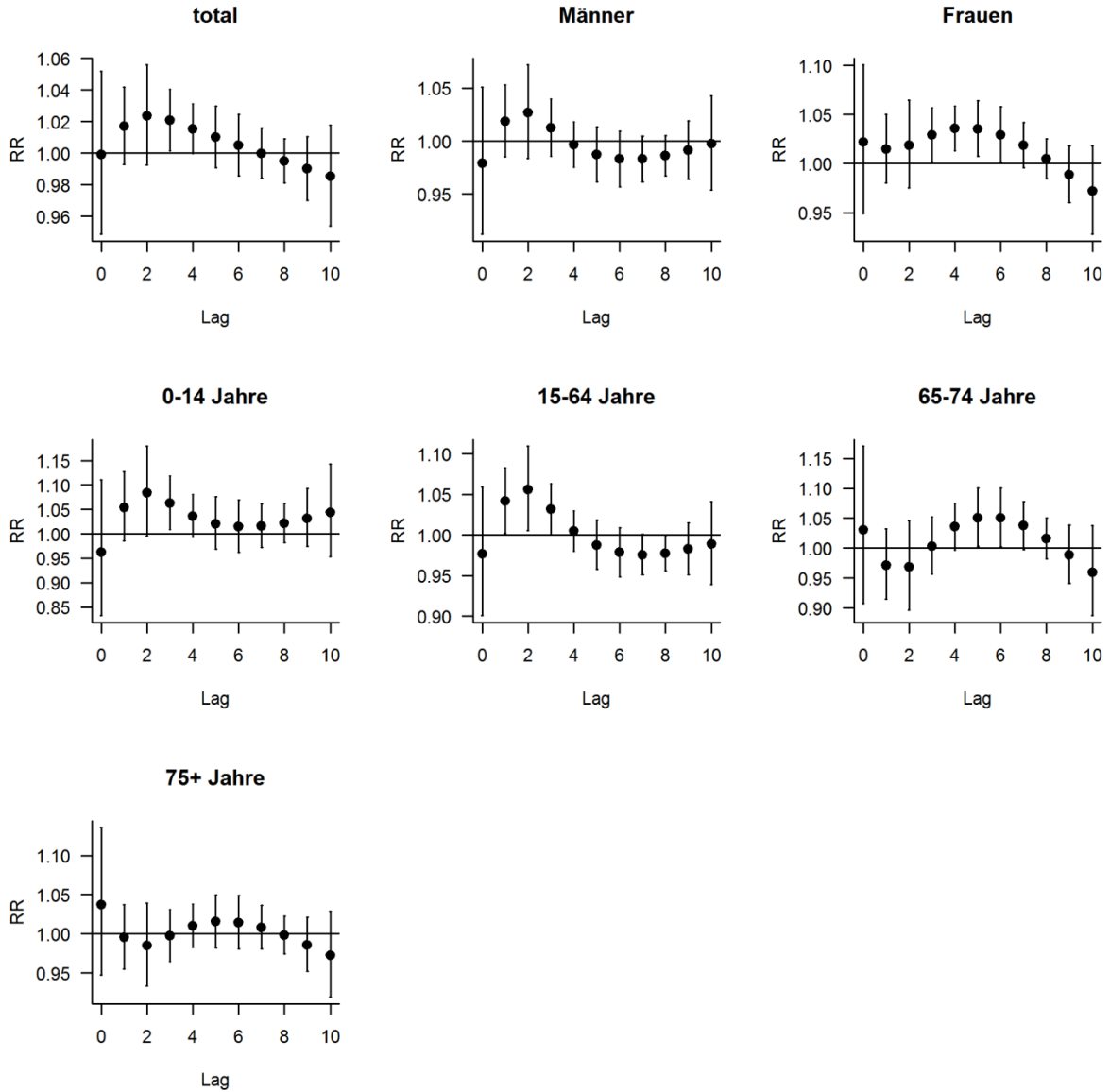


Abbildung B7. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für psychische und Verhaltensstörungen in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

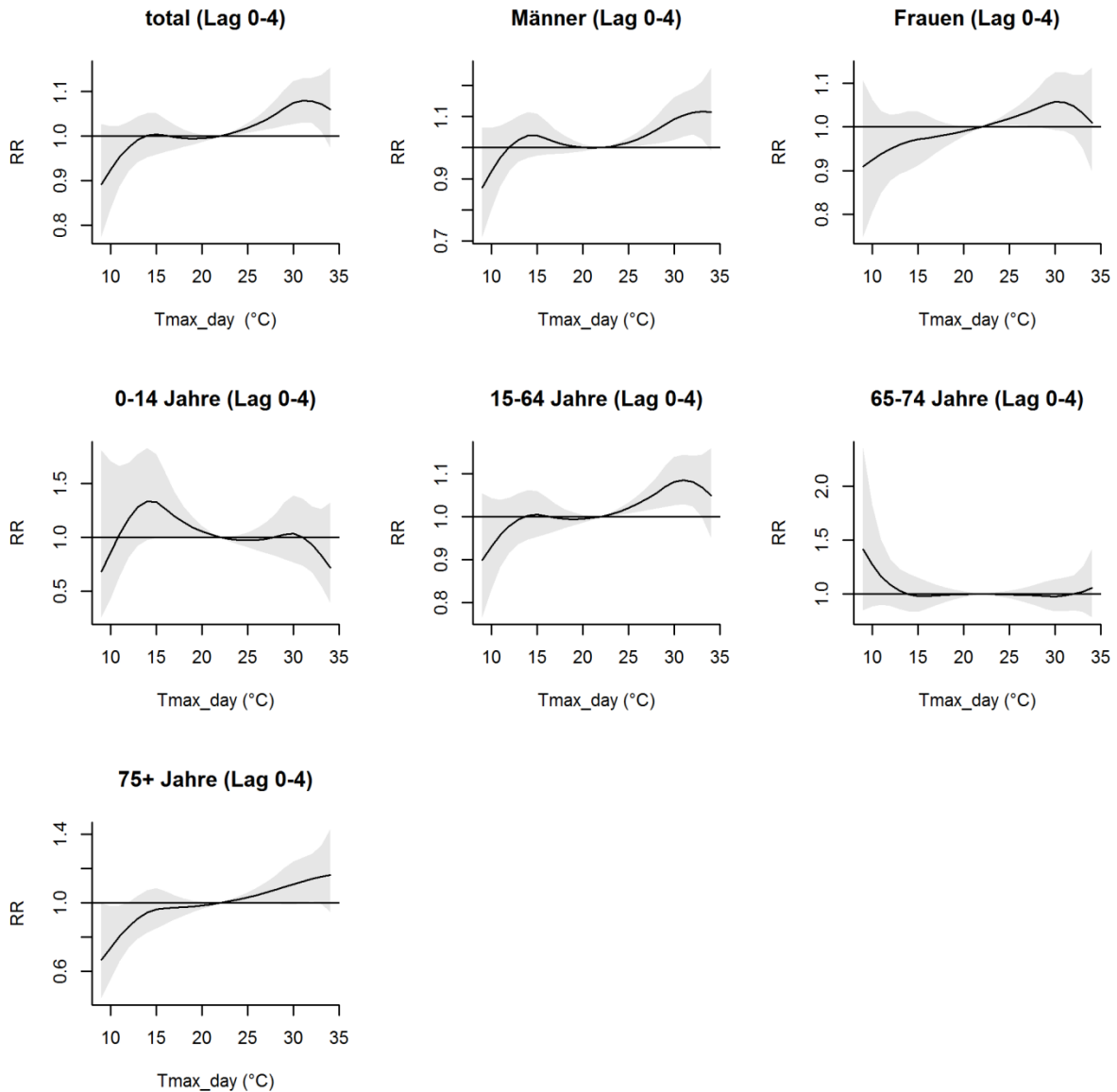


Abbildung B8. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für psychische und Verhaltensstörungen in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

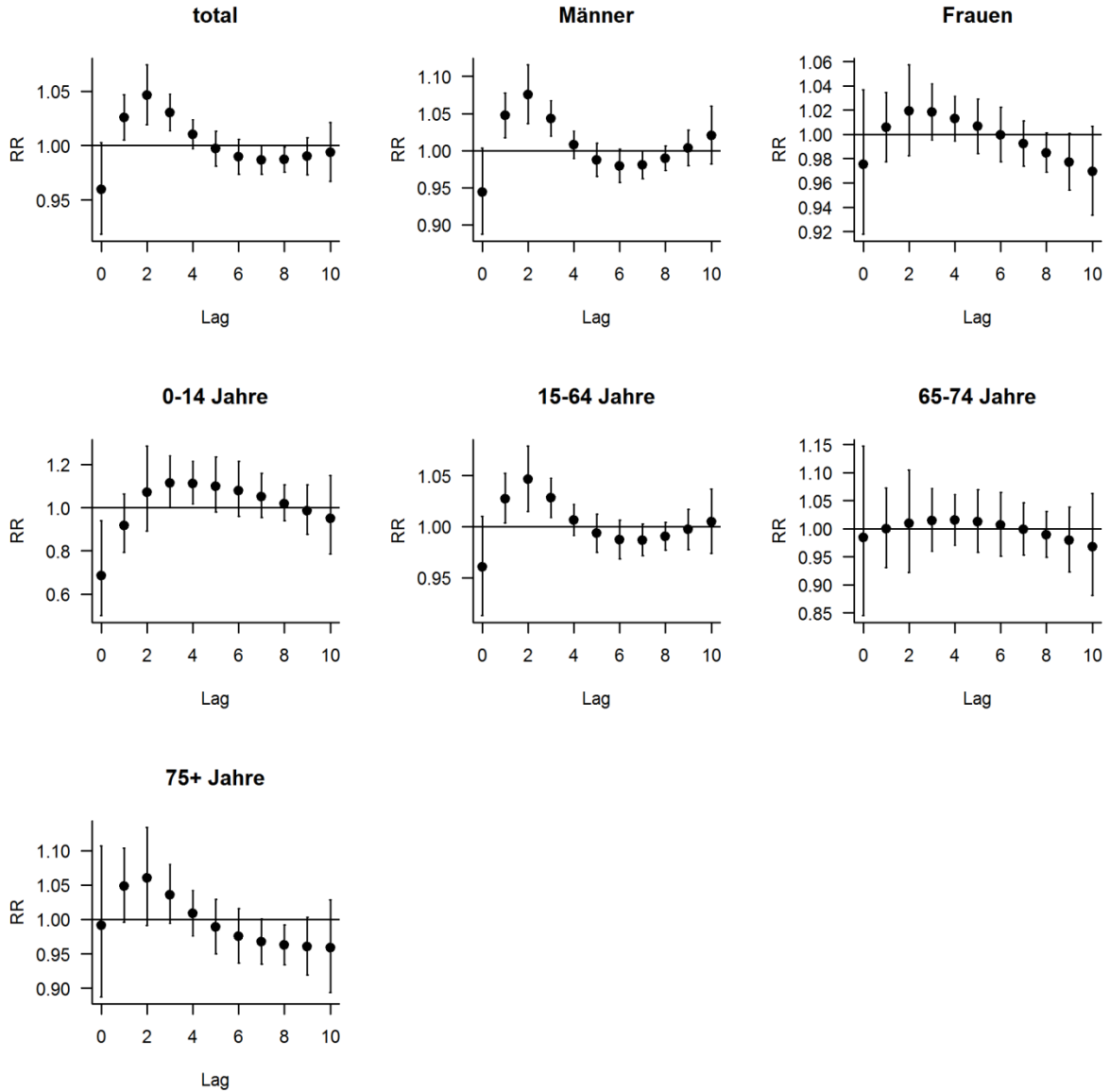


Abbildung B9. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Kreislaufsystems in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

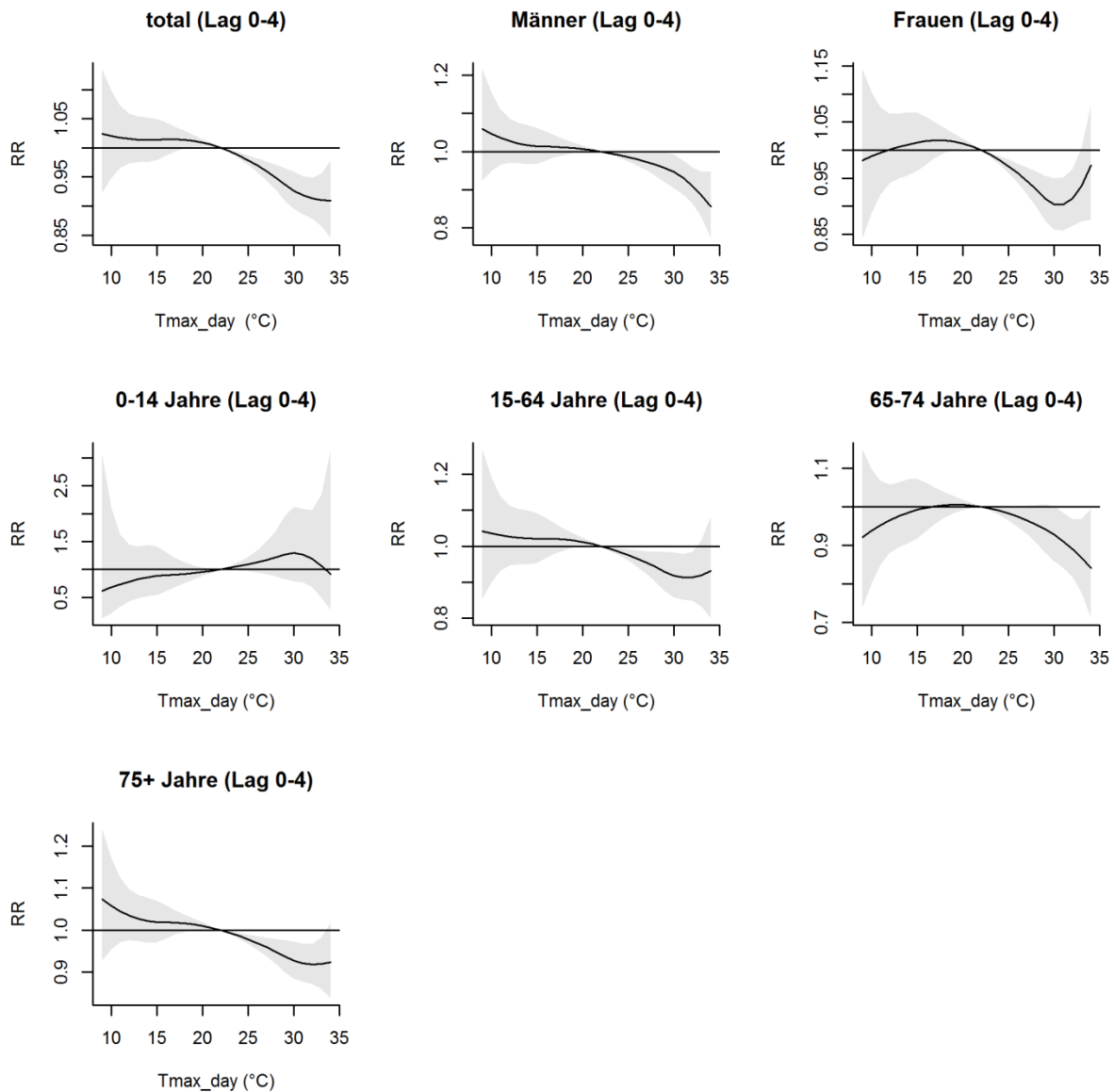


Abbildung B10. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Kreislaufsystems in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

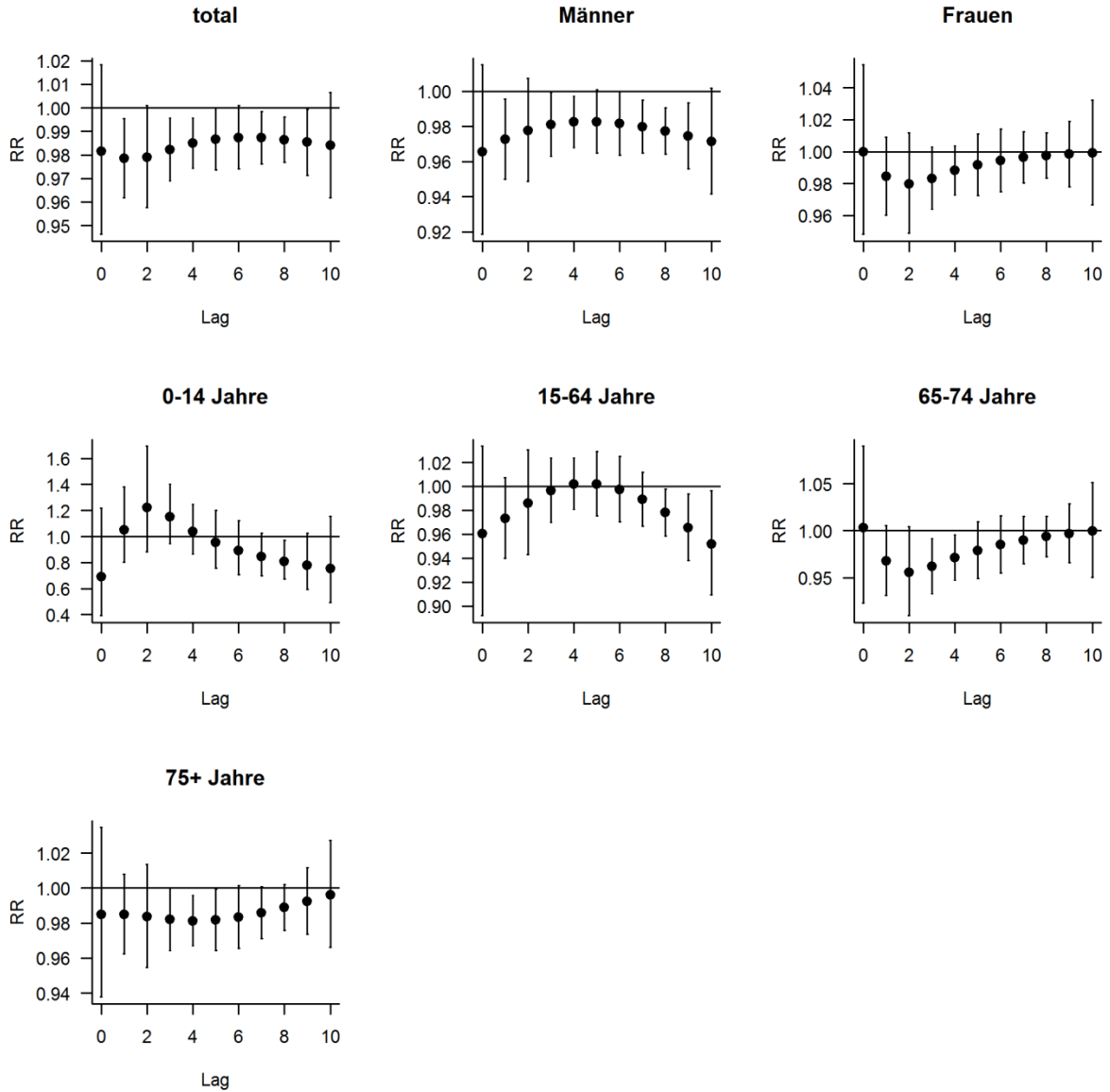


Abbildung B11. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Atmungssystems in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

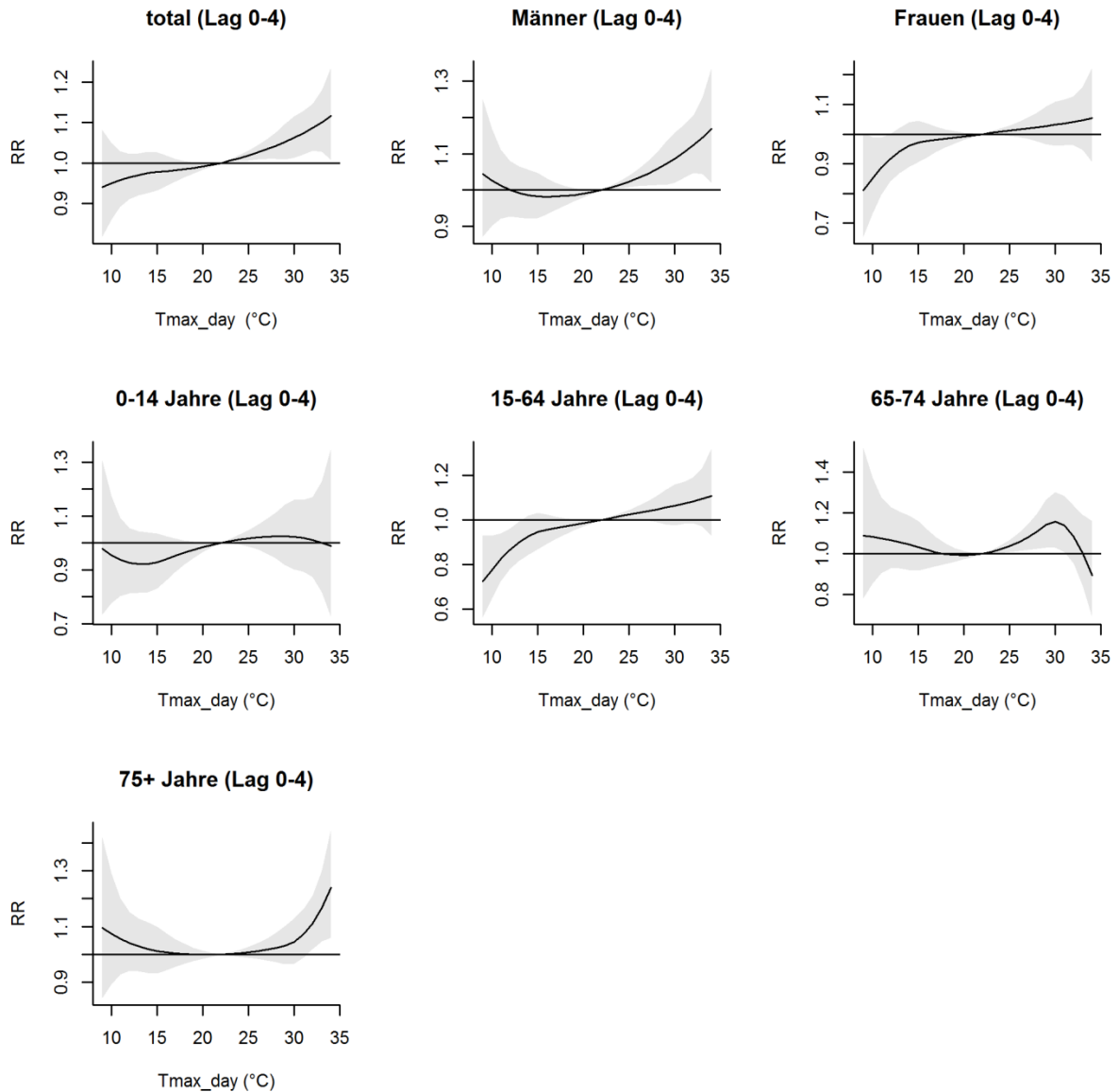


Abbildung B12. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Atmungssystems in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

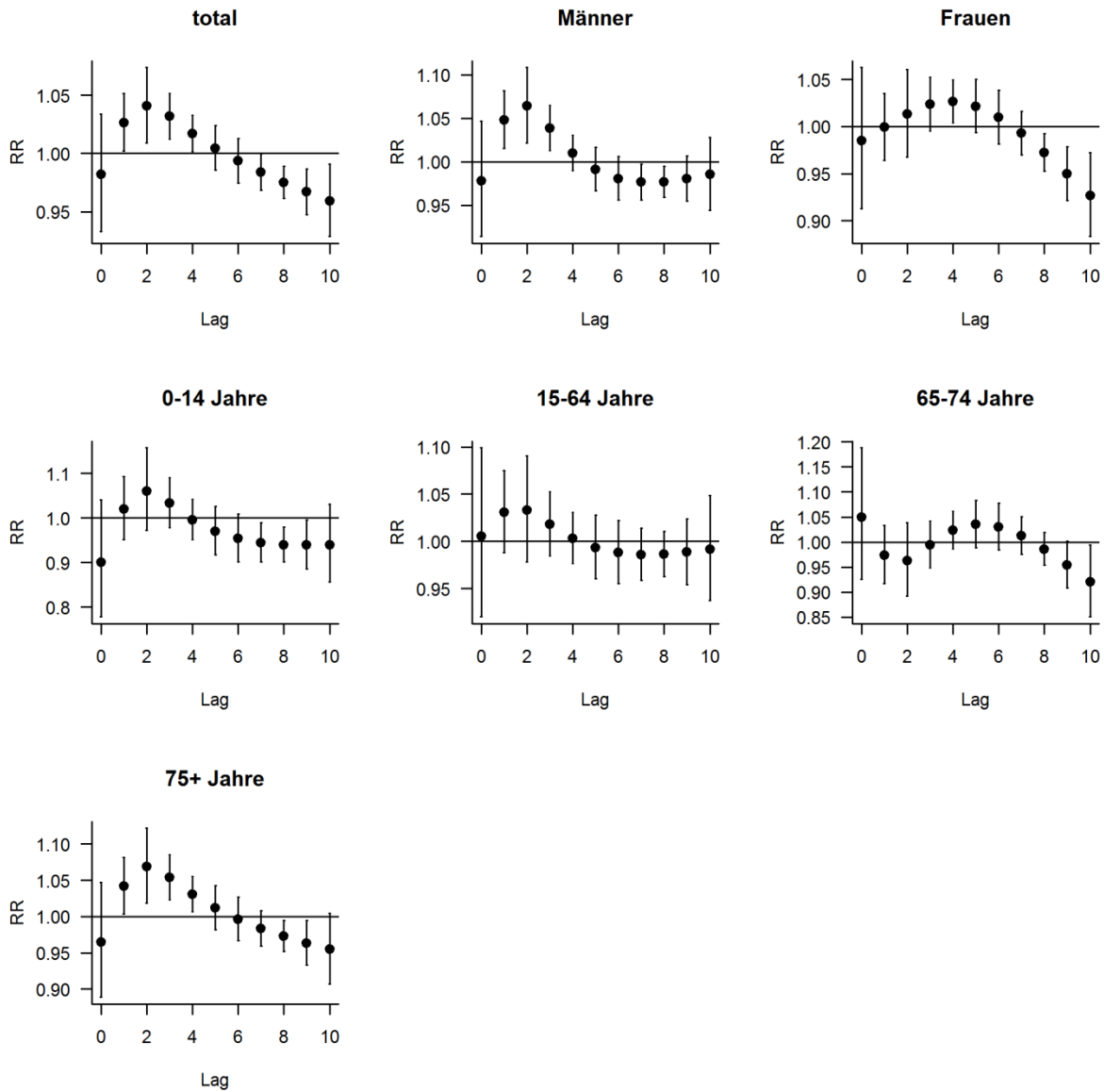


Abbildung B13. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Grippe und Pneumonie in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

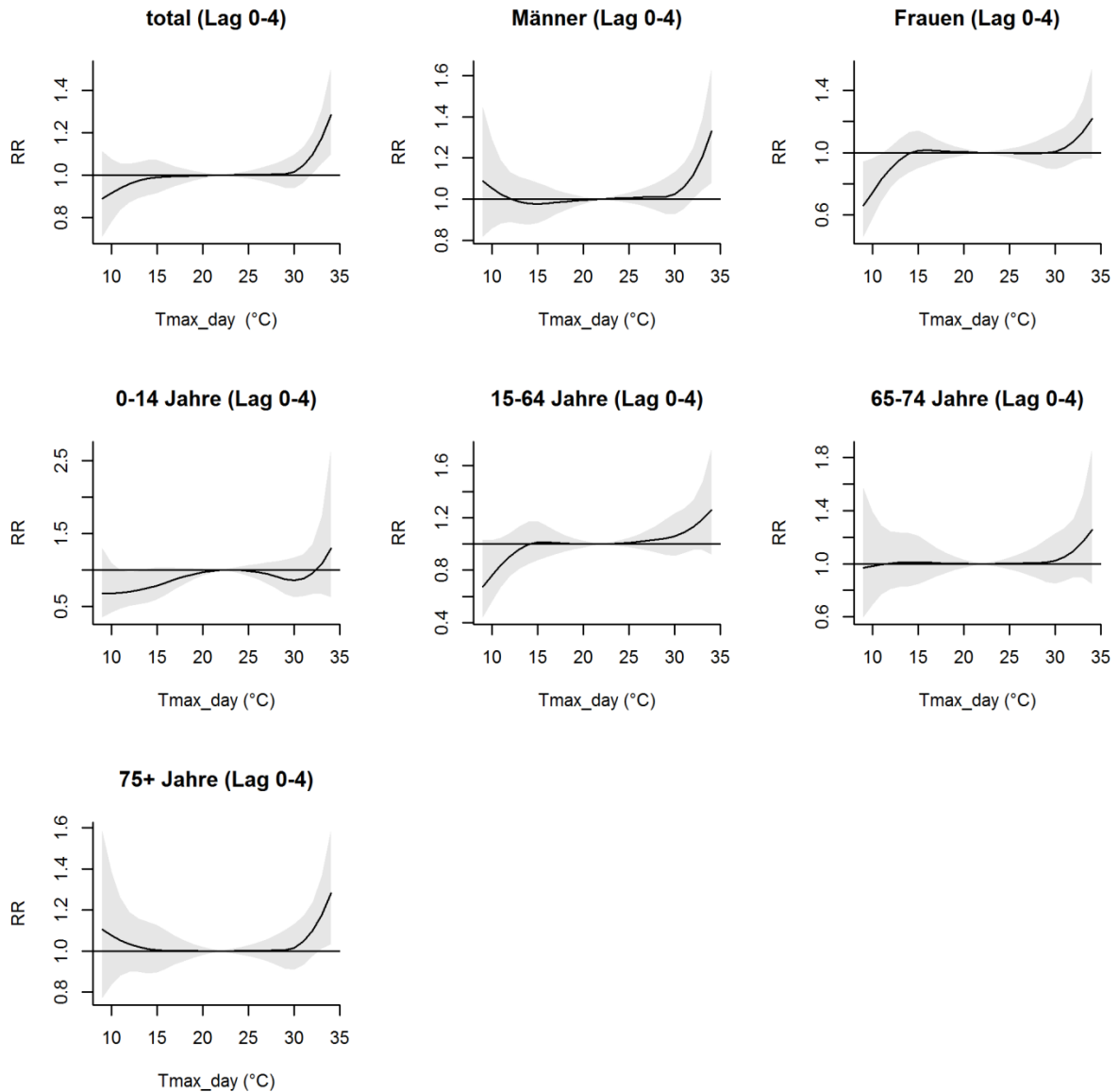


Abbildung B14. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Grippe und Pneumonie in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

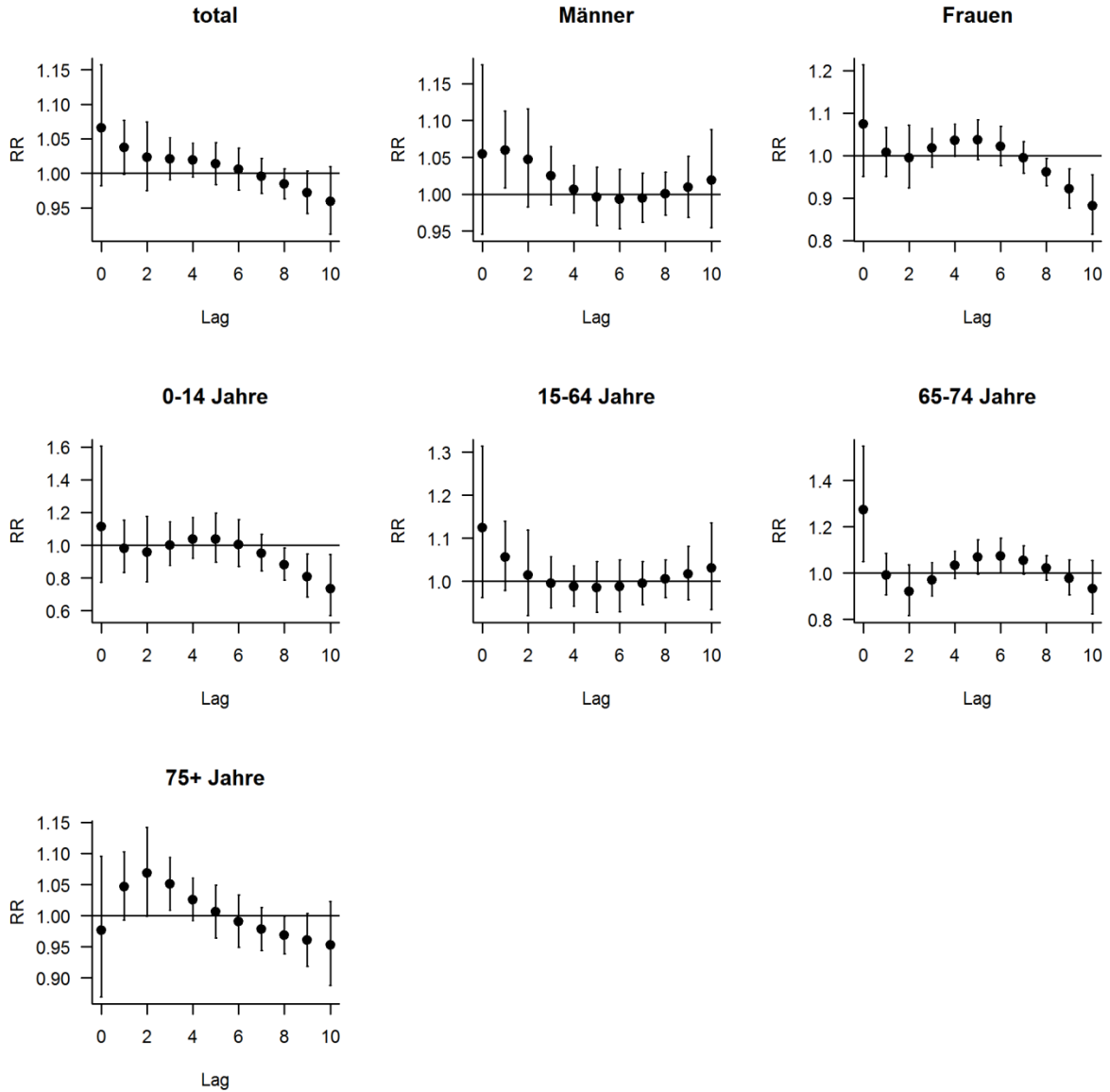


Abbildung B15. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Verdauungssystems in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

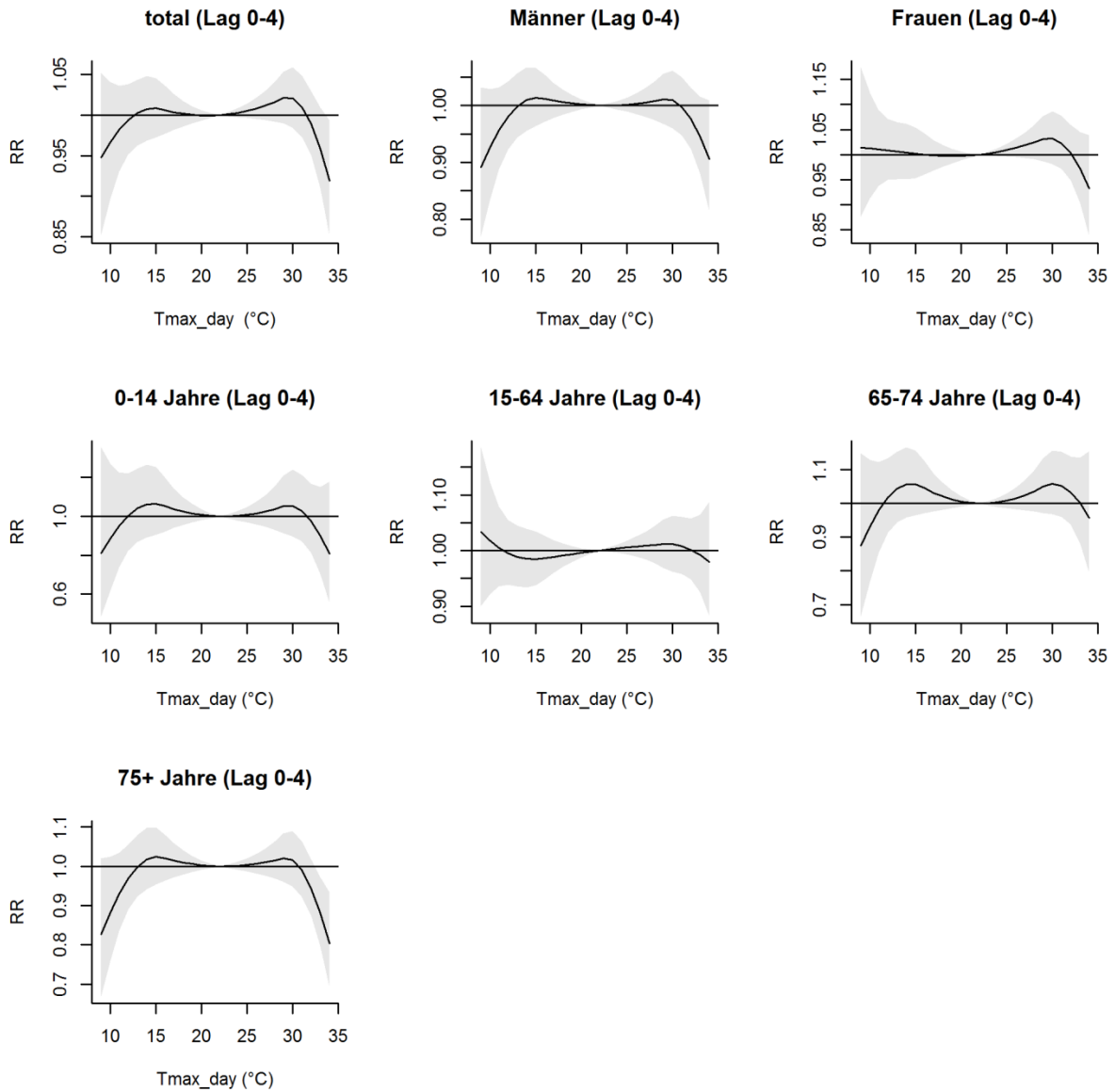


Abbildung B16. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Verdauungssystems in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

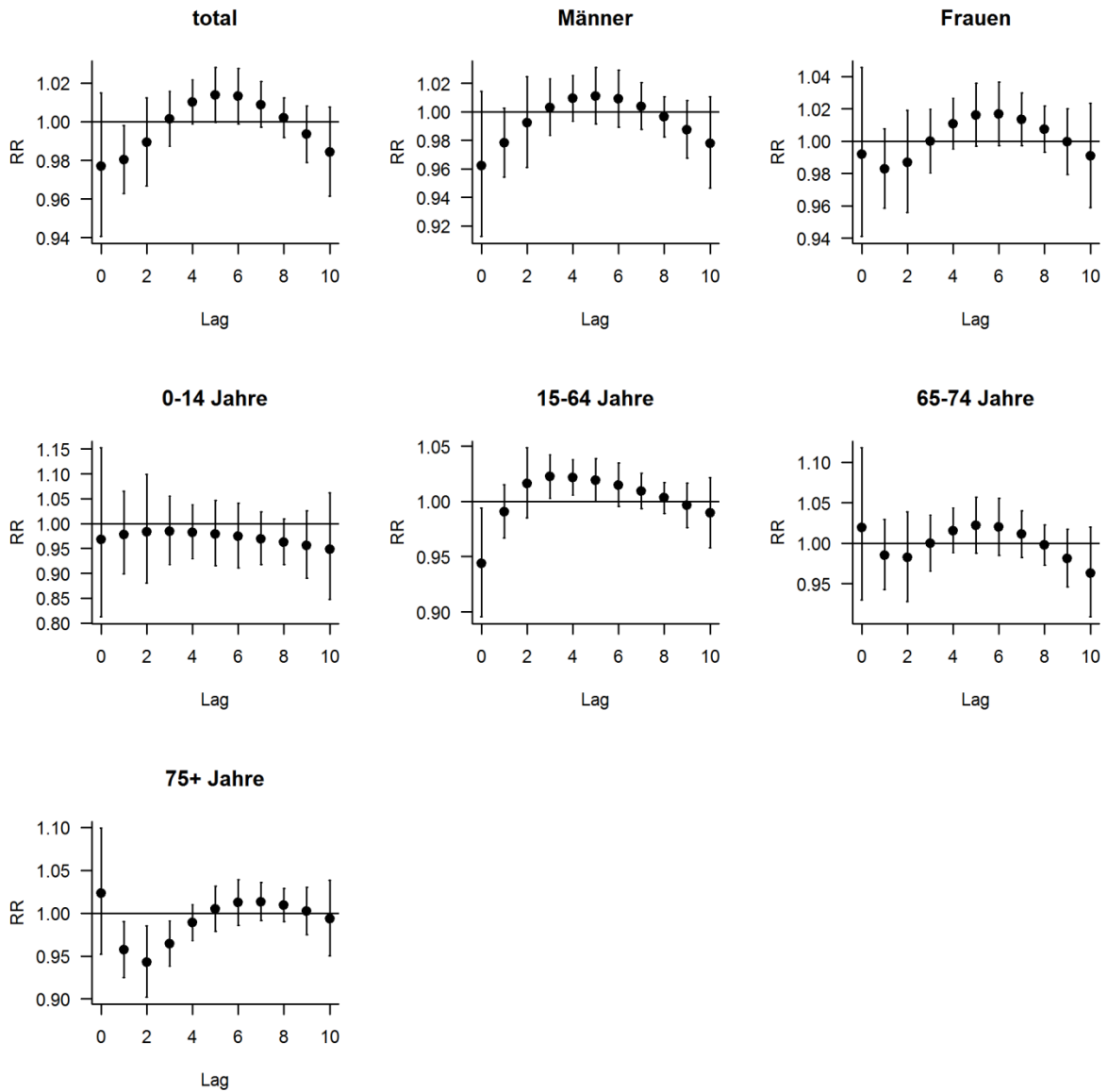


Abbildung B17. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Urogenitalsystems in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

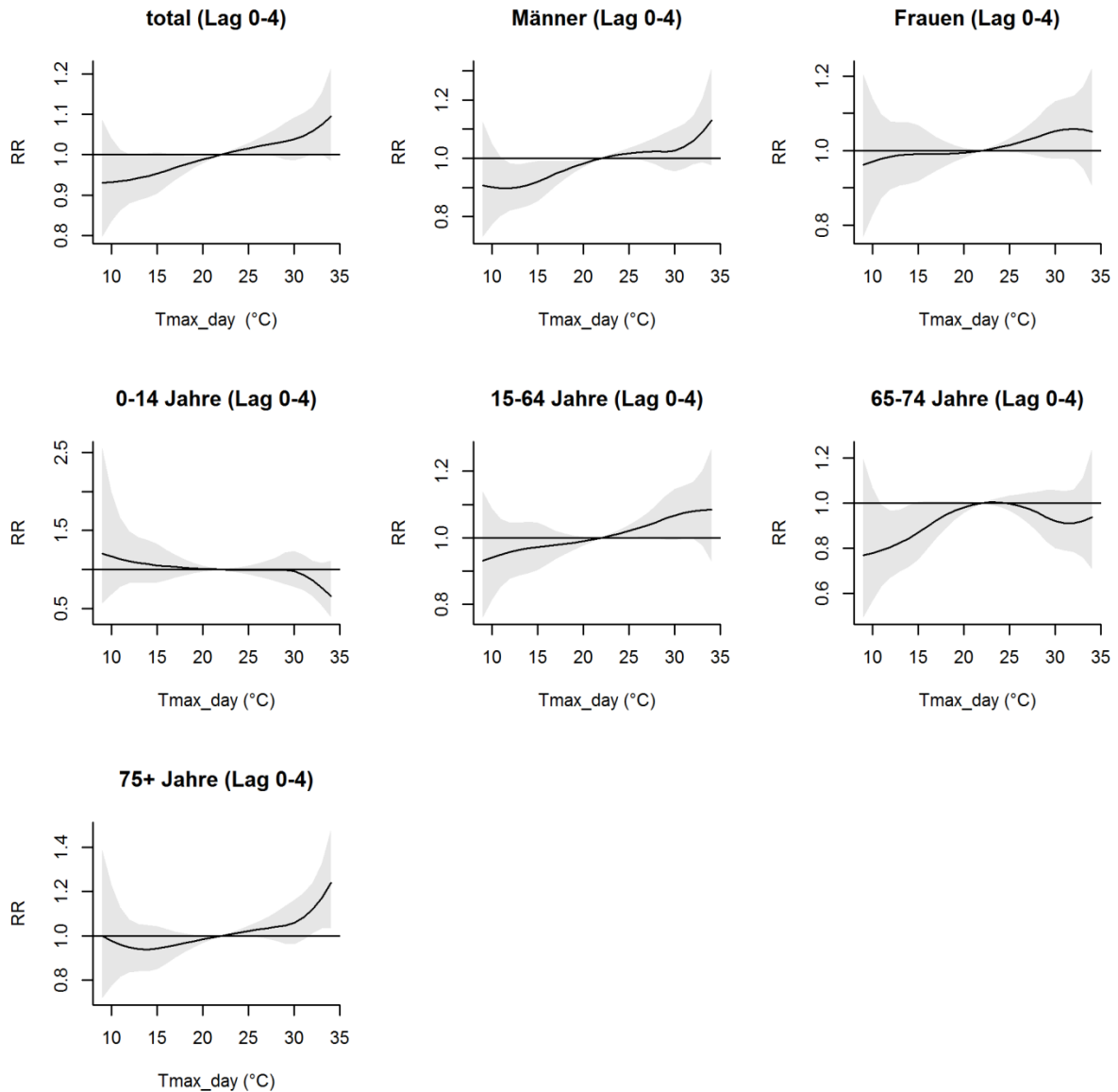


Abbildung B18. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Urogenitalsystems in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

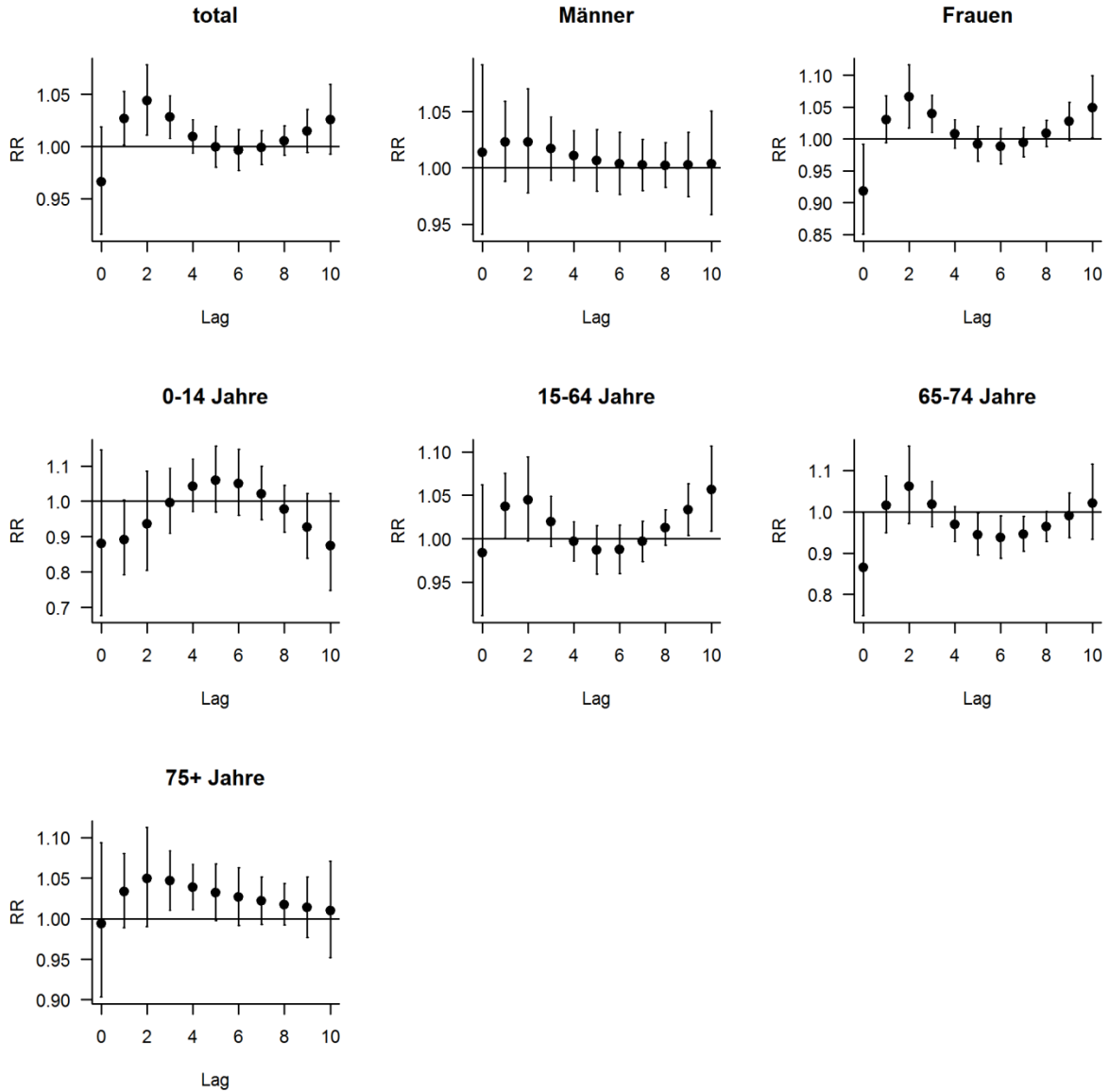


Abbildung B19. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für äusserer Ursachen von Morbidität (ICD-10-Codes XIX, XX, XXI, XXII) in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der kumulative Effekt innerhalb von vier Tagen nach einem Hitzetag ($\geq 33^{\circ}\text{C}$), wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

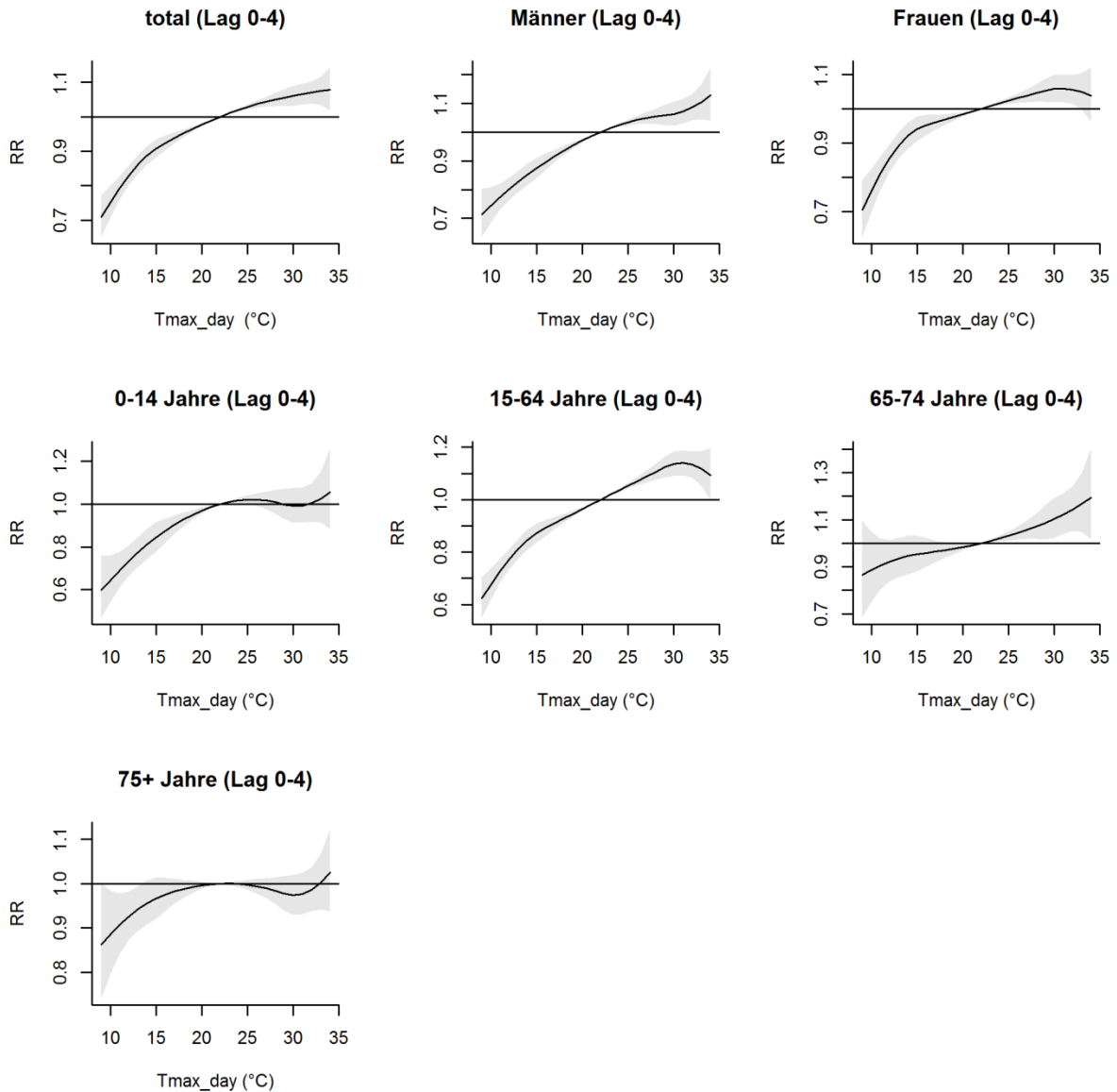


Abbildung B20. Alters- und geschlechtsspezifischer Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) äusserer Ursachen von Morbidität (ICD-10-Codes XIX, XX, XXI, XXII) in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt sind die tagesspezifischen Relativen Risiken (RR) am Hitzetag (lag 0) sowie für die Tage danach (lag 1-10). (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

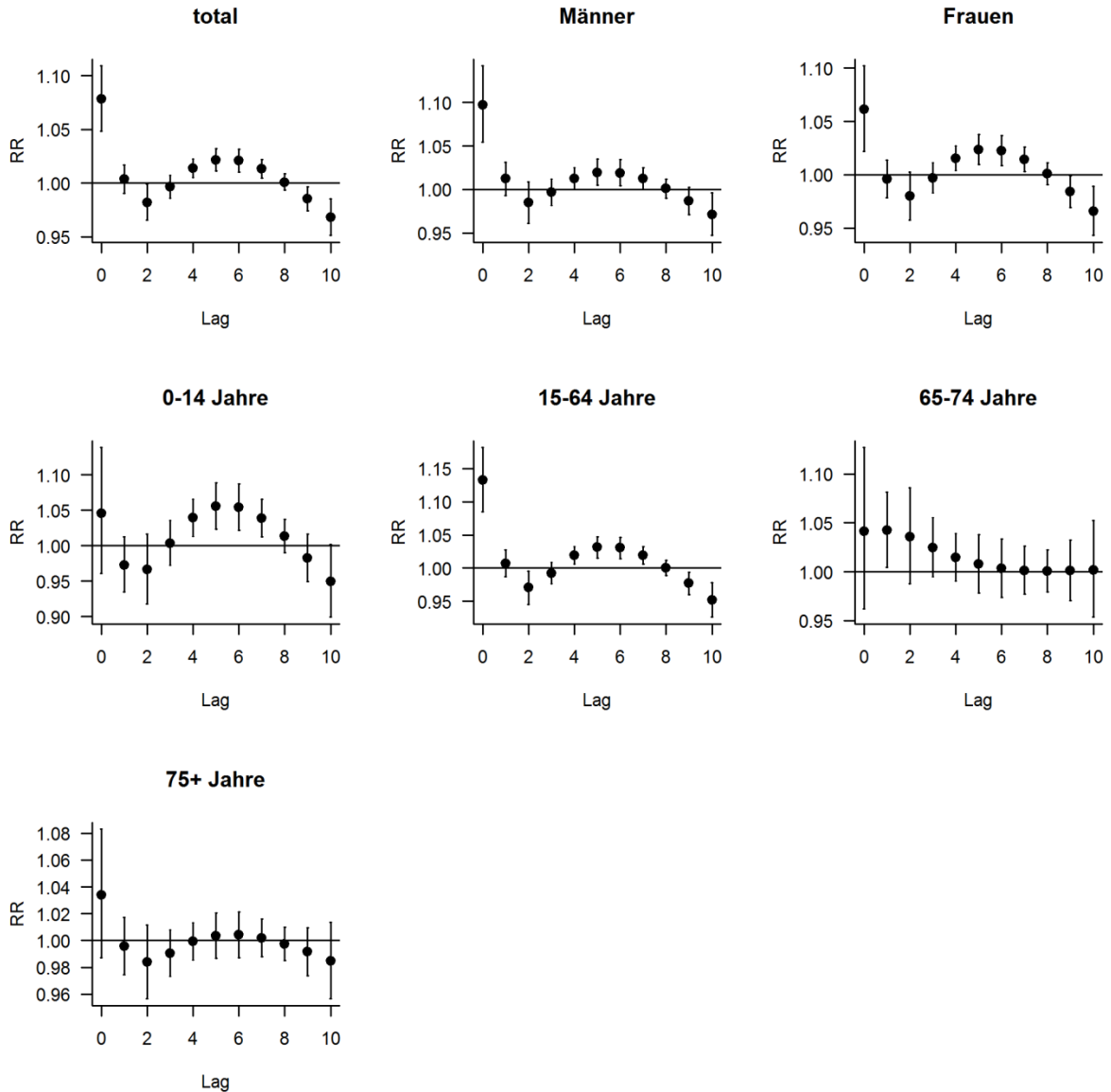


Abbildung 7. Zusammenhang zwischen der Tageshöchst-Temperatur (Tmax_day; 6:00-18:00) und den Notfall-Spitaleintritten (Relatives Risiko RR) für Krankheiten des Kreislaufsystems bei 65- bis 74-jährigen Personen in acht Schweizer Kantonen* während den Monaten Mai bis September 2009 bis 2015. Dargestellt ist der Zusammenhang zwischen Temperatur und RR in der warmen Jahreszeit (lag 0) wobei die mittlere Sommertemperatur (22°C) als Referenz dient. (*Genf, Waadt, Tessin, Luzern, Basel-Stadt, Bern, St. Gallen, Zürich)

