



Monitoring hitzebedingte Todesfälle 2000 bis 2022

Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle»
Synthesebericht
Juli 2023

Impressum

Autorenschaft

Martina S. Ragetti (Swiss TPH), Florian Schulte (Swiss TPH), Martin Rösli (Swiss TPH)

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Klima, Sektion Klimaberichterstattung und -anpassung in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG), Sektion Nationale Gesundheitspolitik.

Kontakte

Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut Swiss TPH
Kreuzstrasse 2
CH-4123 Allschwil
www.swisstph.ch

Martina S. Ragetti

E-Mail: martina.ragetti@swisstph.ch

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Klima
Sektion Klimaberichterstattung und -anpassung
CH-3003 Bern
www.bafu.admin.ch

Gianna Bataglia

E-Mail: gianna.battaglia@bafu.admin.ch

Bundesamt für Gesundheit BAG
Sektion Nationale Gesundheitspolitik
Schwarzenburgstrasse 157
CH-3003 Bern
www.bag.admin.ch

Esther Walter

E-Mail: esther.walter@bag.admin.ch

Titelbild

Sonja Birkelbach - stock.adobe.com

Zitiervorschlag

Ragetti M. S., Florian S., Rösli M.: Monitoring hitzebedingte Todesfälle 2000 bis 2022. Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle». Synthesebericht Juli 2023. Im Auftrag des BAFU und BAG.



6. Juli 2023

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	4
RESUME	6
RIASSUNTO	8
1. ÜBERWACHUNG DER HITZEBEDINGTEN TODESFÄLLE IN DER SCHWEIZ	10
1.1 Ausgangslage.....	10
1.2 Eine neue Methode zur Schätzung von hitzebedingten Todesfällen	10
2. BESCHREIBUNG DER METHODE	11
2.1 Datengrundlage: Sterbe- und Temperaturdaten.....	11
2.2 Attributable Fallberechnung	12
2.3 Ausweisung der hitzebedingten Todesfälle für drei Temperaturbereiche	12
2.4 Analysen nach Grossregion, Alter und Geschlecht	13
3. HITZEBEDINGTE TODESFÄLLE 2000-2022	13
3.1 Expositions-Wirkungskurven.....	13
3.2 Zeitreihe der hitzebedingten Todesfälle 2000-2022	14
3.3 Hitzebedingte Todesfälle im Sommer 2022	19
4. VERGLEICH ZU BISHERIGEN ANALYSEN	19
4.1 Ereignisanalysen zur hitzebedingten Übersterblichkeit 2003, 2015, 2018 und 2019 ...	19
4.2 Sommer 2022: Vergleich zum Mortalitätmonitoring des BFS	20
LITERATUR	22
APPENDIX	24
A1. Temperaturdaten	24
A2. Modellierung Expositions-Wirkungsbeziehung.....	24
A3. Schätzung der hitzebedingten Todesfälle	24
A4. Hitzebedingte Todesfälle 2005-2022.....	26

ZUSAMMENFASSUNG

Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle»

Hohe Temperaturen und Hitzewellen stellen ein Risiko für die menschliche Gesundheit dar. Hitze kann Erschöpfung und Hitzschlag auslösen sowie bestehende Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-, Atemwegs-, Nieren- oder psychische Erkrankungen verschlimmern. Gemäss der Europäischen Umweltagentur EUA ist die zunehmende Hitzebelastung die grösste direkte klimabedingte Bedrohung für die menschliche Gesundheit in Europa [1]. Der Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle» schätzt die Anzahl Todesfälle, die statistisch auf die Hitzebelastung in der Schweiz zwischen Mai und September zurückzuführen sind. Mit dem Indikator können die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit langfristig überwacht und der Bedarf an Anpassungsmassnahmen abgeleitet werden.

Die hitzebedingten Todesfälle in der Schweiz werden seit 2023 mittels attributabler Fallberechnung geschätzt. Dafür werden Angaben zur gemessenen Tagesmitteltemperatur sowie eine Expositions-Wirkungsbeziehung, die den Zusammenhang zwischen Temperatur und Sterblichkeit beschreibt, mit der beobachteten Sterblichkeit verknüpft. Im Unterschied zum laufenden [Mortalitätsmonitoring](#) des BFS und zu bisherigen Analysen der hitzebedingten Übersterblichkeit während besonders warmen Sommern [2, 3], fliessen beim Indikator «Hitzebedingte Todesfälle» die von MeteoSchweiz gemessenen Temperaturen in die Berechnungen ein. Auf diese Weise kann auch der Einfluss von moderat heissen Tagen und wenig ausgeprägten Hitzeperioden berücksichtigt werden. Zudem kann die Methode auch dann hitzebedingte Todesfälle zuweisen, wenn in einem Sommer mehrere ausserordentliche Ereignisse gleichzeitig einen Einfluss auf die Sterblichkeit ausüben. Der Indikator ergänzt somit das [Mortalitätsmonitoring](#) des BFS, welches jede Woche die aufgetretenen Todesfälle mit der Anzahl erwarteten Todesfälle vergleicht.

Die grösste Anzahl hitzebedingter Todesfälle in der Zeitperiode 2000-2022 wurden für den bisher wärmsten (2003) und drittwärmsten Sommer (2015) geschätzt (**Tabelle 1**). Im Rekordsommer 2003 werden insgesamt 1'402 Todesfälle (95%-Konfidenzintervall: 1'157-1'658) der Hitze zugeschrieben. Dies entspricht einem Anteil an der Gesamtsterblichkeit zwischen Mai und September von 5.6%. Für den Sommer 2015 wurden 747 hitzebedingte Todesfälle (95%-Konfidenzintervall: 544-935) und ein Anteil an der Gesamtsterblichkeit von 2.9% geschätzt. Die Altersgruppe ab 75 Jahre ist generell am stärksten betroffen und der Anteil der jährlichen hitzebedingten Todesfälle ist bei Frauen grösser als bei Männern.

Zur Beurteilung der Auswirkungen von unterschiedlich hohen Tagemitteltemperaturen werden die hitzebedingten Todesfälle für drei Temperaturbereiche gemäss Schwellenwerten für Hitzewarnungen von MeteoSchweiz ausgewiesen. Am meisten hitzebedingte Todesfälle sind auf moderat heisse (oberhalb jahresspezifischer Optimaltemperatur und kleiner 25°C) und heisse Tagesmitteltemperaturen (ab 25°C und kleiner 27°C) zurückzuführen. An solchen Tagen ist das hitzebedingte Sterberisiko zwar geringer als an sehr heissen Tagen (ab 27°C), sie kommen jedoch deutlich häufiger vor.

Über die Zeit lässt sich eine leichte Abnahme des hitzebedingten Sterberisikos an Hitzetagen beobachten. So sind die Schätzungen für den zweitwärmsten Sommer 2022 (474 hitzebedingte Todesfälle, 95%-Konfidenzintervall: 271-674) sowie die viert- bis sechswärmsten Sommer (2017, 2018 und 2019) trotz hoher Temperaturen geringer als aufgrund der Werte von 2003 und 2015 zu erwarten wäre. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass sich die Gesellschaft an die zunehmende Hitzebelastung teilweise angepasst hat.

Dennoch zeigt der Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle» eine deutliche Wirkung von Hitze auf die Sterblichkeit in der Schweiz auf. Hierzulande sind weit mehr hitzebedingte Todesfälle zu

beklagen als beispielsweise Todesopfer im Strassenverkehr. Im Jahr 2022 kamen bei Strassenverkehrsunfällen 241 Personen ums Leben [4]. Hitzewellen und Hitzetage nehmen mit dem Klimawandel an Häufigkeit und Intensität zu. Somit werden Massnahmen zum Schutz der Gesundheit immer wichtiger.

Tabelle 1: Hitzebedingte Todesfälle in der Schweiz während der warmen Jahreszeit (Mai bis September) 2000 bis 2022. Die Anzahl hitzebedingter Todesfälle wird für drei Temperaturbereiche ausgewiesen. Diese entsprechen den Temperaturschwellen für Hitzewarnungen von MeteoSchweiz (moderat: Tagesmitteltemperaturen ab optimaler Temperatur und kleiner 25°C; heiss: ab 25°C und kleiner 27°C; sehr heiss: ab 27°C).

Jahr	Anzahl hitzebedingte Todesfälle (Mai bis September)	Anteil an Gesamtsterblichkeit in % (Mai bis September)	Anzahl hitzebedingte Todesfälle nach Temperaturbereich (Tagesmitteltemperatur) ¹		
			Moderat (<25°C) ²	Heiss (25 bis <27°C)	Sehr heiss (≥27°C)
2000	302	1.3	288	15	0
2001	378	1.6	368	10	0
2002	389	1.6	269	110	10
2003	1402	5.6	666	389	347
2004	244	1.1	232	11	0
2005	421	1.8	302	110	9
2006	565	2.4	374	164	27
2007	213	0.9	182	31	0
2008	242	1.0	213	29	0
2009	337	1.4	310	21	7
2010	391	1.6	307	83	2
2011	290	1.2	229	54	6
2012	321	1.3	255	61	6
2013	332	1.3	234	81	18
2014	165	0.7	144	21	0
2015	747	2.9	326	186	235
2016	291	1.2	247	44	0
2017	399	1.6	215	140	43
2018	391	1.5	231	139	20
2019	336	1.3	118	123	94
2020	214	0.8	123	65	26
2021	87	0.3	71	16	0
2022	474	1.7	186	170	117

¹ Tagesmitteltemperaturen: Eine Tagesmitteltemperatur von 25°C wird beispielsweise erreicht, wenn die Tagesminimumtemperatur bei 21°C liegt und das Maximum bei 29°C, oder bei einem Tagesminimum von 18°C und einem Maximum von 32°C. Sehr heisse Bedingungen von mehr als 27 °C im Tagesmittel werden beispielsweise erreicht bei einer Kombination von 15.9 °C Tagesminimum- und 36.5°C Tagesmaximum- oder 22.2°C Tagesminimum- und 32.3°C Tagesmaximumtemperatur.

² Oberhalb jahresspezifischer Optimaltemperatur

RESUME

Indicateur d'impact « Décès dus à la chaleur »

Les températures élevées et les vagues de chaleur ne sont pas sans risque pour la santé humaine. Les fortes chaleurs peuvent non seulement provoquer épuisement et insolation, mais aussi aggraver des maladies déjà présentes, telles que les affections cardio-vasculaires, respiratoires et rénales, et les troubles mentaux. De l'avis de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), l'accentuation des fortes chaleurs est la plus grande menace liée au climat qui pèse sur la santé humaine en Europe [1]. L'indicateur « Décès dus à la chaleur » livre une estimation du nombre de décès statistiquement imputables aux températures accrues en Suisse entre mai et septembre. Il permet d'observer dans le temps les effets des changements climatiques sur la santé et d'en déduire la nécessité de mesures d'adaptation.

Depuis 2023, la mortalité liée à la chaleur est estimée au moyen d'un calcul de cas attribuables. À cette fin, les données sur le nombre de décès effectifs sont associées aux températures moyennes journalières mesurées et à la corrélation exposition-effet décrivant le lien entre température et mortalité. Contrairement au [monitoring de la mortalité](#) mené actuellement par l'Office fédéral de la statistique (OFS) et aux analyses réalisées jusqu'à présent sur la surmortalité durant les étés très chauds [2, 3], l'indicateur « Décès dus à la chaleur » intègre les températures mesurées par MétéoSuisse. Ainsi, l'influence des journées modérément chaudes et des périodes caniculaires peu marquées peut également être prise en compte. De plus, la méthode permet d'attribuer des décès à la chaleur même si plusieurs événements extraordinaires ont eu une influence simultanée sur la mortalité au cours d'un été. Aussi l'indicateur complète-t-il le [monitoring de la mortalité](#) de l'OFS, qui compare chaque semaine le nombre de décès attendus et le nombre de décès effectivement survenus.

Les étés les plus meurtriers entre 2000 et 2022 sont ceux de 2003 et de 2015, qui occupent respectivement la première et la troisième place des étés les plus chauds (**Tableau 1**). Les températures record de 2003 ont causé la mort de 1402 individus (intervalle de confiance de 95 % : 1157 à 1658), et celles de 2015, 747 décès (intervalle de confiance de 95 % : 544 à 935), ce qui représente 5,6 % et 2,9 % de la mortalité globale estimée pour la période de mai à septembre. Les plus de 75 ans sont souvent les plus touchés, et le nombre de décès est plus important chez les femmes que chez les hommes.

Afin d'évaluer l'impact de températures moyennes journalières plus ou moins élevées, les décès dus à la chaleur sont présentés pour trois plages de températures selon les valeurs seuils servant aux alertes canicule de MétéoSuisse. La plupart des décès se produisent lors de températures modérément chaudes (températures supérieures à la température optimale usuelle pour la saison mais inférieures à 25 °C) à chaudes (températures comprises entre 25 °C et 27 °C). Ces jours-là, le risque de mortalité liée aux fortes chaleurs est certes moins élevé que lors de journées caniculaires (températures supérieures à 27 °C), mais les décès sont bien plus fréquents.

Le risque diminue légèrement au fil du temps : les estimations pour les étés de 2022 (474 décès dus à la chaleur, intervalle de confiance de 95 % : 271-674), 2017, 2018 et 2019, respectivement au deuxième, quatrième, cinquième et sixième rang des étés les plus chauds, sont inférieures aux valeurs attendues sur la base des étés de 2003 et de 2015, et ce malgré des températures accrues. Ce constat laisse penser que la société s'est en partie adaptée à l'accentuation des fortes chaleurs, en raison soit d'une adaptation physiologique de la population, soit de l'effet préventif de mesures de protection déployées.

Pourtant, l'indicateur d'impact « Décès dus à la chaleur » montre un effet significatif de la chaleur sur la mortalité en Suisse. En Suisse, les décès dus à la chaleur sont bien plus nombreux que ceux résultant d'accidents de la route, par exemple. En 2022, 241 personnes ont perdu la vie sur

la route [4], contre 474 individus (intervalle de confiance de 95 %: 271-674) des suites des températures élevées. Les vagues de chaleur et les journées caniculaires se font plus fréquentes et plus intenses à mesure que les changements climatiques progressent. Aussi, les mesures de protection de la santé revêtent un intérêt croissant.

Tableau 2: Décès dus à la chaleur en Suisse pendant la saison chaude (de mai à septembre) de 2000 à 2022. Le nombre de décès dus à la chaleur est indiqué pour trois plages de températures. Celles-ci correspondent aux seuils de température pour les alertes à la chaleur de MétéoSuisse (modéré : températures moyennes journalières supérieures à la température optimale usuelle pour la saison mais inférieures à 25 °C, chaud : températures comprises entre 25 °C et 27 °C, très chaud : températures supérieures à 27 °C).

Année	Décès dus à la chaleur (de mai à septembre)	Part attribuable de la mortalité totale en % (de mai à septembre)	Décès dus à la chaleur en fonction de l'intensité de la chaleur (températures moyennes journalières) ¹		
			Modéré (<25°C) ²	Chaud (25 à <27°C)	Très chaud (≥27°C)
2000	302	1.3	288	15	0
2001	378	1.6	368	10	0
2002	389	1.6	269	110	10
2003	1402	5.6	666	389	347
2004	244	1.1	232	11	0
2005	421	1.8	302	110	9
2006	565	2.4	374	164	27
2007	213	0.9	182	31	0
2008	242	1.0	213	29	0
2009	337	1.4	310	21	7
2010	391	1.6	307	83	2
2011	290	1.2	229	54	6
2012	321	1.3	255	61	6
2013	332	1.3	234	81	18
2014	165	0.7	144	21	0
2015	747	2.9	326	186	235
2016	291	1.2	247	44	0
2017	399	1.6	215	140	43
2018	391	1.5	231	139	20
2019	336	1.3	118	123	94
2020	214	0.8	123	65	26
2021	87	0.3	71	16	0
2022	474	1.7	186	170	117

¹ Températures moyennes journalières : une température moyenne journalière de 25 °C est atteinte, par exemple, lorsque la température minimale journalière est de 21 °C et la température maximale de 29 °C, ou lorsque la température minimale journalière est de 18 °C et la température maximale de 32 °C. Des conditions très chaudes de plus de 27 °C en moyenne journalière sont atteintes, par exemple, avec une combinaison de 15,9 °C de température minimale journalière et de 36,5 °C de température maximale journalière ou de 22,2 °C de température minimale journalière et de 32,3 °C de température maximale journalière.

² Supérieures à la température optimale usuelle pour la saison

RIASSUNTO

Indicatore di impatto «Decessi causati dal caldo»

Temperature elevate e ondate di calore rappresentano un rischio per la salute delle persone. La canicola può provocare spossatezza e colpi di calore e peggiorare il decorso di malattie esistenti come quelle cardiocircolatorie, respiratorie, renali o psichiche. Secondo l'Agenzia europea dell'ambiente (AEA) l'aumento dello stress generato dalle temperature elevate rappresenta la minaccia legata direttamente ai cambiamenti climatici più grave per l'essere umano in Europa [1]. L'indicatore di impatto «decessi causati dal caldo» stima il numero di decessi statisticamente attribuibili allo stress da caldo in Svizzera che sono riconducibili al periodo compreso tra maggio e settembre. L'indicatore consente di osservare a lungo termine gli effetti dei cambiamenti climatici sulla salute e di capire se occorrono misure di adattamento.

I decessi causati dal caldo in Svizzera a partire dal 2023 vengono calcolati attraverso il calcolo del rischio attributivo (*attributable risk*). I dati sulla temperatura media giornaliera misurata e il rapporto dose-effetto, che descrive la correlazione tra temperatura e mortalità, vengono pertanto collegati alla mortalità osservata. A differenza dell'attuale [monitoraggio sulla mortalità](#) dell'UST e delle analisi condotte finora sulla sovramortalità causata dal caldo durante le estati particolarmente calde [2, 3], l'indicatore «decessi causati dal caldo» tiene conto delle temperature misurate da MeteoSvizzera. In questo modo, può essere considerata anche l'influenza dei giorni con temperature moderate e dei periodi di calore meno importanti. Inoltre, il metodo può attribuire i decessi al calore se in un'estate diversi eventi straordinari influiscono contemporaneamente sulla mortalità. L'indicatore completa così il [monitoraggio della mortalità](#) dell'UST, che ogni settimana compara i decessi avvenuti con quelli stimati.

Il maggior numero di decessi causati dal caldo nel periodo 2000-2022 si registra nell'estate finora più calda (2003) e nella terza estate più calda (2015) (**Tabella 1**). Nel 2003, durante l'estate più calda, un totale di 1402 decessi (intervallo di confidenza al 95 %: 1157-1658) è stato attribuito al caldo. Ciò corrisponde al 5,6 % della mortalità complessiva tra maggio e settembre. Per l'estate 2015 sono stati stimati 747 decessi causati dal caldo (intervallo di confidenza al 95 %: 544 - 935), pari al 2,9 % della mortalità complessiva. La fascia d'età superiore ai 75 anni generalmente è quella più colpita e la percentuale di decessi causati dal caldo annuale è più alta per le donne rispetto agli uomini.

Per valutare gli effetti delle temperature medie giornaliere più o meno elevate i decessi causati dal caldo vengono mostrati in tre intervalli di temperatura secondo i valori soglia di allarme caldo di MeteoSvizzera. La maggior parte dei decessi causati dal caldo sono riconducibili a temperature medie giornaliere moderate (al di sopra della temperatura ottimale stagionale e inferiore a 25 °C) e calde (superiore a 25 °C e inferiore a 27 °C). In tali giorni il rischio di mortalità dovuta al caldo è minore rispetto ai giorni molto caldi (superiore a 27 °C), ma si verificano molto più frequentemente.

Nel corso del tempo, si osserva una leggera diminuzione del rischio di mortalità dovuta al caldo nei giorni caldi. Ad esempio le stime per il 2022 (474 decessi causati dal caldo, intervallo di confidenza al 95 %: 271-674), la seconda estate più calda, e per la quarta fino alla sesta estate più calda (2017, 2018, 2019) sono inferiori a quanto ci si aspetterebbe sulla base dei valori del 2003 e del 2015. Questa tendenza indica che la società si è in parte adeguata al crescente stress generato dalle temperature elevate. Può trattarsi di un adeguamento a livello fisiologico della popolazione o dell'effetto preventivo delle misure di protezione dal caldo.

Tuttavia, l'indicatore di impatto «decessi causati dal caldo» mostra un chiaro effetto del caldo sulla mortalità in Svizzera. In Svizzera si conta un numero di gran lunga superiore di decessi causati dal caldo rispetto, ad esempio, a quelli del traffico stradale. Nel 2022, 241 persone hanno

perso la vita in incidenti stradali [4]. Il numero stimato di decessi causati dal caldo nel 2022 è pari a 474 persone (intervallo di confidenza al 95 %: 271-674). Con i cambiamenti climatici, le ondate di calore e i giorni molto caldi aumentano in termini di frequenza e di intensità. Pertanto, diventano sempre più importanti le misure per la tutela della salute dal caldo.

Tabella 3: Decessi causati dal caldo in Svizzera durante la stagione calda (da maggio a settembre) dal 2000 al 2022. Il numero di decessi causati dal caldo è mostrato per tre intervalli di temperatura. Questi corrispondono alle soglie di temperatura per gli avvisi di calore di MeteoSvizzera (moderato: temperature medie giornaliere al di sopra della temperatura ottimale stagionale e inferiore a 25 °C, caldo: superiore a 25 °C e inferiore a 27 °C, molto caldo: superiore a 27 °C).

Anno	Decessi causati dal caldo (da maggio a settembre)	Quota attribuibile della mortalità totale in % (da maggio a settembre)	Decessi causati dal caldo a seconda dell'intensità della canicola (temperature medie giornaliere) ¹		
			Moderato (<25°C) ²	Caldo (25 a <27°C)	Molto caldo (≥27°C)
2000	302	1.3	288	15	0
2001	378	1.6	368	10	0
2002	389	1.6	269	110	10
2003	1402	5.6	666	389	347
2004	244	1.1	232	11	0
2005	421	1.8	302	110	9
2006	565	2.4	374	164	27
2007	213	0.9	182	31	0
2008	242	1.0	213	29	0
2009	337	1.4	310	21	7
2010	391	1.6	307	83	2
2011	290	1.2	229	54	6
2012	321	1.3	255	61	6
2013	332	1.3	234	81	18
2014	165	0.7	144	21	0
2015	747	2.9	326	186	235
2016	291	1.2	247	44	0
2017	399	1.6	215	140	43
2018	391	1.5	231	139	20
2019	336	1.3	118	123	94
2020	214	0.8	123	65	26
2021	87	0.3	71	16	0
2022	474	1.7	186	170	117

¹ Temperature medie giornaliere: una temperatura media giornaliera di 25 °C si raggiunge, ad esempio, quando la temperatura minima giornaliera è di 21 °C e la massima di 29 °C, oppure quando la minima giornaliera è di 18 °C e la massima di 32 °C. Condizioni molto calde di oltre 27 °C di media giornaliera si raggiungono, ad esempio, con una combinazione di 15,9 °C di minima giornaliera e 36,5 °C di massima giornaliera o 22,2 °C di minima giornaliera e 32,3 °C di massima giornaliera.

² Temperature medie giornaliere al di sopra della temperatura stagionale ottimale

1. ÜBERWACHUNG DER HITZEBEDINGTEN TODESFÄLLE IN DER SCHWEIZ

1.1 Ausgangslage

Die mit dem Klimawandel zunehmende Hitzebelastung stellt ein Risiko für die menschliche Gesundheit dar. Der Bund möchte daher die Auswirkungen von Hitze auf die Sterblichkeit in der Schweiz langfristig überwachen. Unter anderem hat er sich durch die Ratifizierung des Sendai Rahmenwerks zur Minderung von Katastrophenrisiken der Vereinten Nationen dazu verpflichtet. Zudem soll im Rahmen der Agenda 2030, der Strategie nachhaltigen Entwicklung Schweiz SNE 2030 und MONET für das Target 13.1 der bestehende Indikator «Tote durch Naturereignisse» um einen neuen Indikator «hitzebedingte Todesfälle» ergänzt werden. Die zunehmende Hitzebelastung ist ausserdem ein Schwerpunkt der Strategie «Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz» des Bundesrats und des dazugehörigen Aktionsplans.

Um den Einfluss von Hitze auf die Sterblichkeit zu ermitteln, braucht es statistische Berechnungsverfahren. Denn hitzebedingte Todesfälle werden – wie viele andere unspezifisch wirkende Todesursachen (z. B. Umweltschadstoffe) – meist nicht als solche in der Todesursachenstatistik erfasst. Epidemiologische Studien zeigen, dass die meisten Todesfälle aufgrund hoher Temperaturen auf eine Verschlimmerung von bestehenden Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-, Atemwegs-, Nieren- oder psychische Erkrankungen zurück zu führen sind [5, 6]. Das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) hat für den Bund im Rahmen von zwei Forschungsprojekten in 2021/2022 die Entscheidungsgrundlage für die Wahl eines geeigneten Indikators [7] sowie für eine geeignete Methode zur Schätzung von hitzebedingten Todesfällen für ein jährliches Monitoring erarbeitet [8]. Die Forschungsarbeit wurde gemeinsam vom Bundesamt für Gesundheit (BAG), dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), dem Bundesamt für Statistik (BFS) sowie vom Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz) beauftragt und begleitet.

Bisher hat der Bund lediglich punktuell nach Hitzesommer die hitzebedingte Sterblichkeit ermitteln lassen. Ab 2023 werden jedes Jahr die Todesfälle geschätzt, die statistisch auf die Hitzebelastung während der warmen Jahreszeit zurückzuführen sind. Die Ergebnisse eines Jahres werden jeweils vom BAFU im Folgejahr als Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle» im Rahmen der BAFU-Klima-Indikatoren publiziert. Für den Indikator wurden retrospektive Schätzungen für die Jahre 2000 bis 2022 vorgenommen. In diesem Bericht werden die Ergebnisse dieser Zeitreihe präsentiert und diskutiert. Ein besonderer Fokus wird dabei auf das Jahr 2022 gelegt, das jüngste Jahr der Zeitreihe und der bisher zweitwärmster Sommer in der Schweiz seit Messbeginn 1864.

1.2 Eine neue Methode zur Schätzung von hitzebedingten Todesfällen

Bisher wurden in der Schweiz im Rahmen von **Ereignisanalysen** die Übersterblichkeit während besonders warmen Sommern (2003, 2015, 2018, 2019) untersucht [2, 3]. Berechnet wurde dabei die Abweichung der beobachteten Todesfälle während den Sommermonaten von einem Wert, der die erwartete Sterblichkeit unter normalen Sommerbedingungen ohne markante Hitzewellen darstellt. Die erwartete Sterblichkeit wurde anhand Sterbedaten von vorhergehenden Jahren geschätzt. Die Übersterblichkeit entspricht der Differenz zwischen erwarteten und beobachteten Todesfällen. Auch das Bundesamts für Statistik (BFS) überwacht im Rahmen des [laufenden Mortalitätsmonitorings](#) mit dieser Methode das Sterbegeschehen in der Schweiz in quasi Echtzeit: Jede Woche werden die aufgetretenen Todesfälle mit der Anzahl erwarteten Todesfälle verglichen. Solche Abschätzungen der Übersterblichkeit sind bestens geeignet für Auswertungen

von Extremereignissen wie besonders markante Hitzewellen oder COVID-19-Wellen. Schwierig wird eine Ursachenzuweisung mit dieser Methode, wenn mehrere ausserordentliche Ereignisse gleichzeitig einen Einfluss auf die Sterblichkeit während des Sommers ausüben. In diesem Fall können die zusätzlichen Todesfälle nur bedingt der Hitze zugeschrieben werden. Ausserdem werden die Auswirkungen von wenig ausgeprägten Hitzewellen oder normalem Sommerwetter in Untersuchungen zur Übersterblichkeit nicht abgebildet, wenn die Sterblichkeit nur geringfügig erhöht ist und damit im statisch erwarteten Streuungsbereich liegt.

Für das Schweizweite Monitoring der hitzebedingten Todesfälle wird nach Prüfung von verschiedenen Ansätzen [7, 8] in Absprache mit den beteiligten Bundesämtern BAG, BAFU, BABS, BFS, MeteoSchweiz die Methode der **attributablen Fallberechnung** angewendet [9-11]. Berechnet werden mit diesem Verfahren die attributablen oder zuschreibbaren Todesfälle, die statistisch auf die Hitzebelastung zurückgeführt werden können. Zur Schätzung der hitzebedingten Sterblichkeit mit dieser Methode werden Angaben zur gemessenen Temperatur sowie eine Expositions-Wirkungsbeziehung zum Zusammenhang zwischen Temperatur und Sterblichkeit mit der beobachteten Sterblichkeit verknüpft. Dieses Berechnungsverfahren wird national und international eingesetzt, um die Krankheitslast von umweltbedingten Risikofaktoren (z. B. Lärm, Luftschadstoffe) zu quantifizieren. Eine bekannte Anwendung ist das «[Global Burden of Disease](#)» Projekt oder der «[Lancet Countdown](#)» [12]. Letzterer ist ein internationales Kollaborationsprojekt, das die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels untersucht. Im Unterschied zu Abschätzungen der Übersterblichkeit, fliessen bei der attributablen Fallberechnung Daten zur gemessenen Temperatur ein, und es wird der Einfluss von moderat warmen Tagen berücksichtigt. Das neue Monitoring der hitzebedingten Todesfälle mittels attributabler Fallberechnung wird daher als wertvolle Ergänzung zum bereits bestehenden [Mortalitätsmonitoring](#) des BFS gewertet.

2. BESCHREIBUNG DER METHODE

Der Indikator «hitzebedingte Todesfälle» beschreibt die jährliche Anzahl der Todesfälle, die statistisch auf moderat heisse, heisse und sehr heisse Temperaturen zurückgeführt werden können. Dabei werden regionalspezifische Unterschiede in der Hitzebelastung berücksichtigt. Zusätzlich werden die hitzebedingten Todesfälle separat für zwei Altersklassen (<75 Jahre und ≥75 Jahre), nach Geschlecht und für die sieben Grossregionen geschätzt.

2.1 Datengrundlage: Sterbe- und Temperaturdaten

Grundlage für die Berechnungen des Indikators «hitzebedingte Todesfälle» sind Sterbedaten der Todesursachenstatistik vom BFS sowie gemessene Tagesmitteltemperaturen (Mittelwert aller Messwerte von Mitternacht bis Mitternacht eines Tages) von MeteoSchweiz. Es handelt sich dabei um die tägliche Anzahl Todesfälle aller Ursachen der ständigen Wohnbevölkerung pro Grossregion [13] zwischen Mai und September, aufgeschlüsselt nach Altersklasse und Geschlecht. Todesfälle, die sich ausserhalb der Schweiz ereignen, werden ausgeschlossen. Der täglichen Anzahl Todesfällen innerhalb jeder der sieben Grossregionen wird eine regionsspezifische Temperaturexposition zugewiesen. Als Temperaturindikator wird dafür die Tagesmitteltemperatur verwendet, da diese sowohl die heissen Tageswerte als auch die Nachttemperaturen einbezieht. Das aktuelle Hitzewarnsystem von MeteoSchweiz basiert ebenfalls auf Tagesmitteltemperaturen [14]. Die meteorologischen Daten werden jeweils von einer Messstation von MeteoSchweiz pro Grossregion (siehe **Tabelle A1** im Appendix) bezogen [15]. Die ausgewählten Messstationen bilden die Temperaturbelastung für die Mehrheit der Bevölkerung innerhalb einer Grossregion repräsentativ ab.

2.2 Attributable Fallberechnung

Zur Berechnung der hitzebedingten Todesfälle mittels attributabler Fallberechnung wird eine Expositions-Wirkungsfunktion für den Zusammenhang zwischen Temperatur und Sterblichkeit benötigt. Sie beschreibt den typischerweise nicht-linearen Zusammenhang zwischen Temperatur und Sterblichkeit. Mithilfe dieser Kurve zum temperaturbedingten Sterberisiko und Angaben zur regionsspezifischen Anzahl Todesfälle sowie der dazugehörigen gemessenen Temperatur lässt sich für jeden Tag berechnen, wie viele der beobachteten Todesfälle in einer Grossregion auf die Hitze zurückzuführen sind [9]. Die Gesamtzahl der attributablen Todesfälle, die durch nicht-optimale Temperaturen verursacht wurden, ergibt sich aus der Summe der Beiträge aller Tage während eines Sommers. Ihr Verhältnis zur Gesamtzahl der Todesfälle ergibt den gesamten zurechenbaren Anteil (attributabler Anteil).

Die **Expositions-Wirkungsfunktion** zwischen Tagesmitteltemperaturen und dem Auftreten von Todesfällen für alle Ursachen während der warmen Jahreszeit (1. Mai bis 30. September) wird im Rahmen des Berechnungsverfahrens für den Indikator empirisch hergeleitet. Die Kurve wird unter Berücksichtigung von regionsspezifischen Temperatur- und Sterblichkeitsdaten des aktuellen Jahres sowie den neun vorherigen Jahren modelliert. Das Zeitfenster für die Schätzung der Expositions-Wirkungskurve wird somit jedes Jahr angepasst. Auf diese Weise wird die langfristige Anpassung an das Klima – beispielsweise durch Verhaltensänderungen der Bevölkerung oder durch städtebauliche Massnahmen – implizit berücksichtigt. Zeitreihen von zehn Jahren werden benötigt, um eine robuste Expositions-Wirkungsbeziehung zu erstellen. Bei der Modellierung der Kurve werden gleichzeitig die Nicht-Linearität zwischen Temperatur und Gesundheitseffekt sowie bis zu sieben Tage verzögerte Temperatur-Effekte nach einem Hitzetag berücksichtigt. Details zum statistischen Verfahren der Modellierung der Expositions-Wirkungskurve mittels sogenannten *Distributed Lag Non-Linear Models (DLNM)* [16] sowie zur attributablen Fallberechnung sind im Appendix **A2** und **A3** beschrieben.

2.3 Ausweisung der hitzebedingten Todesfälle für drei Temperaturbereiche

Die hitzebedingten Todesfälle werden für alle Tage während der warmen Jahreszeit (1. Mai bis 30. September) mit einer Tagesmitteltemperatur oberhalb der optimalen Temperatur ermittelt. Die optimale Temperatur entspricht idealen Temperaturbedingungen, bei welcher der temperaturbedingte Einfluss auf die Sterblichkeit in der Bevölkerung am geringsten ist. Die optimale Temperatur wird jedes Jahr im Rahmen der Analyse der hitzebedingten Sterblichkeit für den vergangenen 10-Jahres-Zeitraum anhand der Expositions-Wirkungsbeziehung ermittelt.

Zur Beurteilung der Auswirkungen von unterschiedlich hohen Temperaturen werden die hitzebedingten Todesfälle für drei Temperaturbereiche ausgewiesen:

- Als **moderat heisse Temperaturen** gelten Tagesmitteltemperaturen oberhalb der optimalen Temperatur bis $<25^{\circ}\text{C}$.
- Als **heisse Temperaturen** werden gemäss der Temperaturschwelle für Hitzewarnungen der Gefahrenstufe 3 von MeteoSchweiz Tagesmitteltemperaturen ab 25°C und kleiner 27°C bezeichnet.
- Als **sehr heisse Temperaturen** gelten Tagesmitteltemperaturen ab 27°C ; diese gehören zur Gefahrenstufe 4 von MeteoSchweiz.

Eine Tagesmitteltemperatur von 25°C wird beispielsweise erreicht, wenn die Tagesminimumtemperatur bei 21°C liegt und das Maximum bei 29°C , oder bei einem Tagesminimum von 18°C und einem Maximum von 32°C . Sehr heisse Bedingungen von mehr als 27°C im Tagesmittel werden beispielsweise erreicht bei einer Kombination von 15.9°C Tagesminimum- und 36.5°C Tagesmaximum- oder 22.2°C Tagesminimum- und 32.3°C Tagesmaximumtemperatur.

2.4 Analysen nach Grossregion, Alter und Geschlecht

Zusätzlich zur Anzahl hitzebedingter Todesfälle in der Gesamtbevölkerung werden die Anzahl Fälle separat nach Grossregion ausgewiesen. Ausserdem erfolgt eine Analyse der hitzebedingten Todesfälle nach Alter (unter 75 Jahre und ab 75 Jahre) und Geschlecht. Alters- und geschlechtsspezifische hitzebedingte Todesfälle werden zuerst mit geschlechts-, resp. altersspezifischen Expositions-Wirkungskurven geschätzt und dann anhand der Gesamtzahl der hitzebedingten Todesfälle (berechnet aus einer Expositions-Wirkungskurve für die Gesamtbevölkerung) proportional skaliert. Damit werden unterschiedliche Gesamttotals von Schätzungen mit geschlechts- oder altersspezifischen Expositions-Wirkungsbeziehungen verhindert. Berücksichtigt werden alle geschlechts- und altersspezifischen hitzebedingten Todesfälle oberhalb der jahresspezifischen Optimaltemperatur.

3. HITZEBEDINGTE TODESFÄLLE 2000-2022

3.1 Expositions-Wirkungskurven

Die **Abbildung 1** zeigt exemplarisch die Expositions-Wirkungskurven zwischen Tagesmitteltemperaturen und Sterblichkeit für fünf 10-Jahres-Perioden zwischen 2000 und 2022 während der warmen Jahreszeit (Mai bis September). Die Kurven sind die Grundlage für die Schätzung der hitzebedingten Todesfälle in der Gesamtbevölkerung, nach Alter und Geschlecht für die bisher fünf wärmsten Sommer (2003, 2015, 2018, 2019 und 2022). Mit der Höhe der Temperatur steigt das hitzebedingte Sterberisiko an und ist besonders hoch ab Tagesmitteltemperaturen von $\geq 25^{\circ}\text{C}$.

Über die Zeit lässt sich eine leichte Abnahme des hitzebedingten Sterberisikos an Hitzetagen beobachten. In der Zeitperiode 1994-2003 bestand beispielsweise infolge eines Hitzetags mit Tagesmitteltemperaturen von 25°C in der Gesamtbevölkerung ein um 21% (95%-Konfidenzintervall KI: 17-25%) erhöhtes Sterberisiko gegenüber der Optimaltemperatur. In der jüngsten Zeitperiode (2013-2022) betrug die Zunahme des Risikos im Vergleich zur optimalen Temperatur noch 9% (7-12%). Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass in den letzten Jahren eine gewisse Anpassung an die zunehmende Hitzebelastung stattgefunden hat. Dabei kann es sich um eine physiologische Anpassung der Bevölkerung handeln oder um die präventive Wirkung von Hitzeschutzmassnahmen. In den letzten Jahren haben Bund und Kantone verschiedene Massnahmen zur Sensibilisierung der Bevölkerung für hitzebedingte Gesundheitsrisiken sowie zur Reduzierung der Hitzebelastung in Städten und Gebäuden umgesetzt [3, 17]. Auch in den Medien wird zum Thema Hitze viel berichtet. Eine Übersicht zu potenziell wirksamen Anpassungsmassnahmen liefert die Hitze-Massnahmen-Toolbox [18].

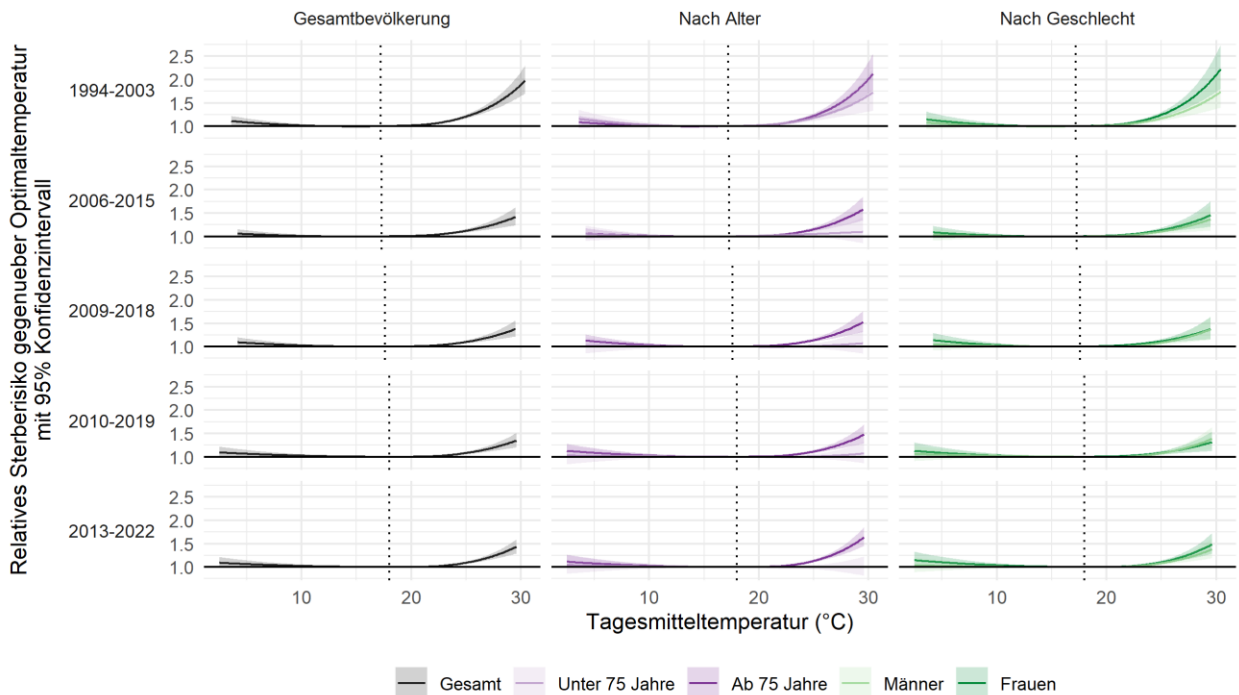


Abbildung 1: Expositions-Wirkungsbeziehungen zwischen Tagesmitteltemperaturen und Sterblichkeit mit 95%-Konfidenzintervall für verschiedene 10-Jahres Zeitperioden in der warmen Jahreszeit (Mai bis September) für die gesamte Bevölkerung, nach Alter und Geschlecht. Die Kurven berücksichtigen verzögerte Effekte bis zu sieben Tage. Die Kurven sind die Grundlage für die Schätzung der hitzebedingten Todesfälle der Jahre 2003, 2015, 2018, 2019 und 2022. Die vertikalen gestrichelten Linien zeigen die perioden-spezifische optimale Temperatur. Sie entspricht der Temperatur, bei welcher der temperaturbedingte Einfluss auf die Sterblichkeit minimal ist (relatives Sterberisiko RR=1.0). Lesebeispiel: Ein RR von 1.25 bedeutet ein 25% erhöhtes Sterberisiko gegenüber der optimalen Temperatur.

3.2 Zeitreihe der hitzebedingten Todesfälle 2000-2022

Die **Abbildung 2** zeigt den Verlauf der geschätzten Anzahl hitzebedingter Todesfälle während der warmen Jahreszeit in der Schweiz für die Jahre 2003, 2015, 2018, 2019 und 2022. Während diesen Jahren haben Hitzewellen – besonders im Sommer 2003 und 2015 – zu einem deutlichen Anstieg der täglichen Sterblichkeit geführt.

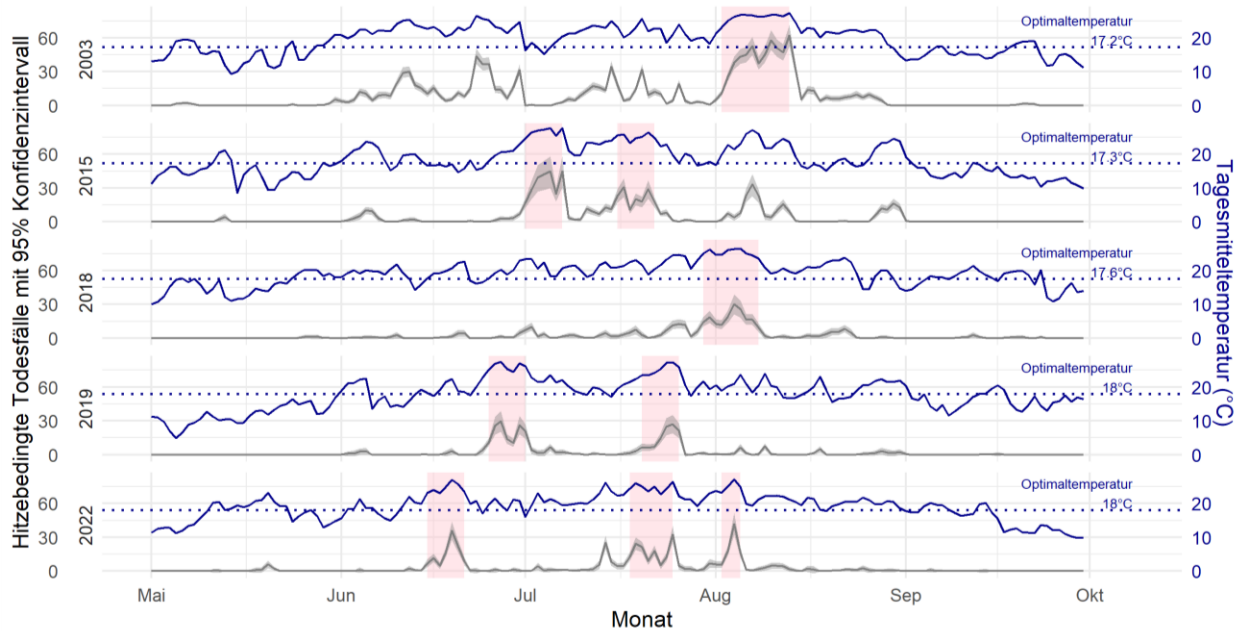


Abbildung 2: Verlauf der geschätzten hitzebedingten Todesfälle (in Schwarz) in der warmen Jahreszeit in der Schweiz (2003, 2015, 2018, 2019, 2022). Die Tagesmitteltemperaturen (blaue durchgezogene Linien) werden in dieser Graphik zur Vereinfachung als Mittelwert der gemessenen Tageswerte in den sieben Grossregionen gezeigt. Rot hervorgehobene Tage markieren Hitzewellen gemäss MeteoSchweiz. Die hitzebedingten Todesfälle wurden basierend auf Expositions-Wirkungsbeziehungen zwischen Temperatur und Sterblichkeit (vgl. Abb. 1) und Tagesmitteltemperaturen aus dem betrachteten Zeitraum geschätzt. Die graue Schattierung zeigt den Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervalle). Die blauen gestrichelten Linien zeigen die optimale Temperatur, bei welcher die temperaturbedingte Sterblichkeit minimal ist.

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die hitzebedingte Sterblichkeit in der Gesamtbevölkerung in den Jahren 2000 bis 2022. In **Abbildung 4** wird die Anzahl hitzebedingter Todesfälle separat nach Grossregion gezeigt. Die dazugehörigen Zahlen mit Unsicherheitsbereich sind im Appendix einsehbar (**Tabellen A3, A4 und A5**). Die hitzebedingten Todesfälle zwischen Mai und September werden jeweils für drei Temperaturbereiche (moderat heiss, heiss, sehr heiss) ausgewiesen. Die grösste Anzahl hitzebedingter Todesfälle in der untersuchten Zeitperiode wurde in allen Regionen für den wärmsten (2003) und drittwärmsten (2015) Sommer geschätzt. Dabei war der Anteil der hitzebedingten Todesfälle an der Gesamtsterblichkeit vor allem in den Regionen mit den höchsten gemessenen Tagesmitteltemperaturen (Genfersee-Region, Tessin, Nordwestschweiz) am grössten (**Tabellen A5 und A6**). Im Rekordsommer 2003 werden insgesamt 1402 Todesfälle (95%-KI: 1157-1658) der Hitze zugeschrieben. Die Schätzungen der hitzebedingten Sterblichkeit für den zweitwärmsten Sommer (2022) sowie die viert- bis sechstwärmsten Sommer (2017-19) fallen trotz hoher Temperaturen deutlich geringer aus.

Neben erfolgreichen Anpassungsmassnahmen ist für die Jahre 2020 bis 2022 auch eine Vorverlagerung von Todesfällen aufgrund Covid-19-Wellen für die geringere Anzahl hitzebedingte Todesfälle im Vergleich zu ähnlich heissen Sommern denkbar. Aufgrund einer Häufung von Covid-19-Todesfällen kann die Sterblichkeit in den drauffolgenden Wochen und Monate tiefer ausfallen und zu einer kleineren Anzahl vulnerablen Menschen für hitzebedingte Sterblichkeit führen. Besonders hoch ist die Anzahl hitzebedingter Todesfälle zudem während Jahren mit vielen Tropennächten (Temperatur sinkt in der Nacht nicht unter 20°C). MeteoSchweiz hat bisher im Jahr 2003 am meisten Tropennächte gemessen, gefolgt von 2022 und 2015 [19]. Besonders für ältere Menschen bedeuten Tropennächte ein zusätzliches Gesundheitsrisiko, da sich der Körper in der Nacht nicht ausreichend von den hohen Temperaturen am Tag erholen kann.

Auch in weniger warmen Sommern können Todesfälle auf die Hitze zurückgeführt werden. Diese sind hauptsächlich auf moderat heisse Tagesmitteltemperaturen (<25°C) zurückzuführen. Besonders zu Beginn der Untersuchungsperiode traten relativ viele hitzebedingte Todesfälle an moderat heissen und heissen Tagen auf, obwohl solche Tage weniger oft vorkamen (**Tabelle A7**) und die Bevölkerungsgrösse kleiner war als in den jüngsten Jahren. Diese Beobachtung ist ein weiteres Indiz für die Wirkung verschiedener Anpassungsmassnahmen an Hitzeereignisse.

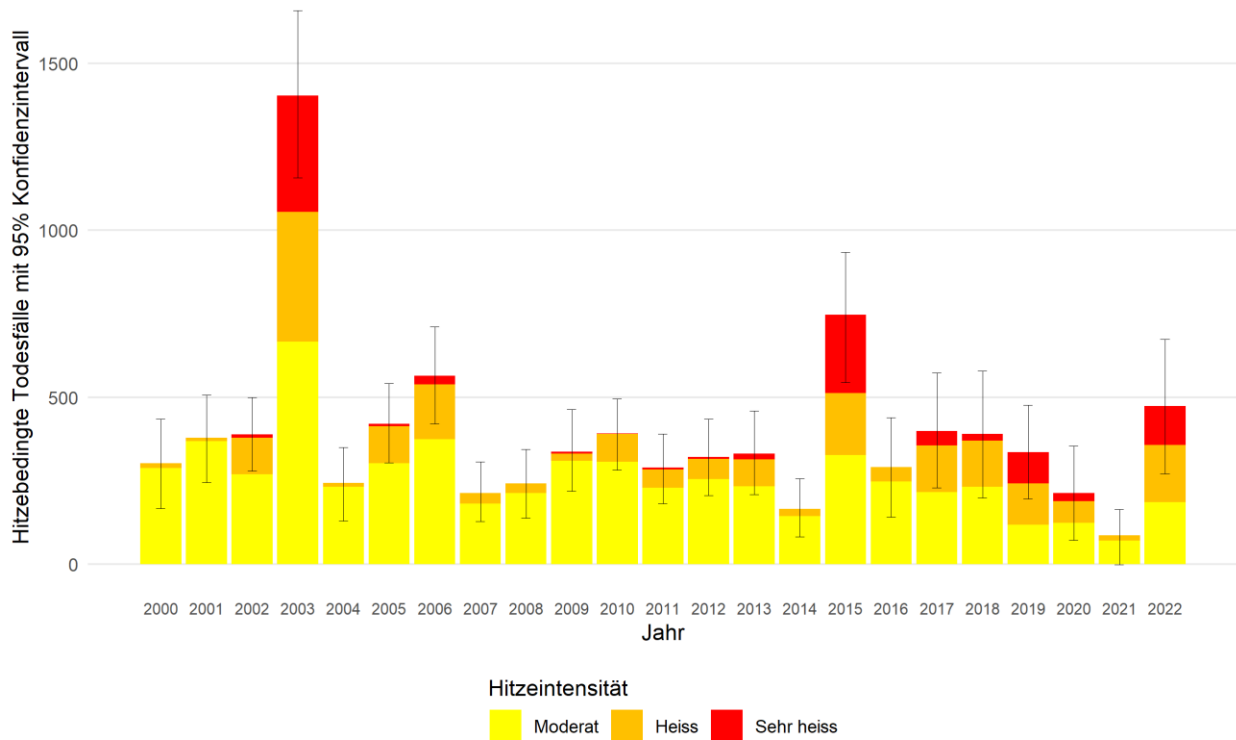


Abbildung 3: Hitzebedingte Todesfälle in der Schweiz während der warmen Jahreszeit (Mai bis September) 2000 bis 2022 mit Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervalle). Die Anzahl hitzebedingten Todesfälle werden für drei Temperaturbereiche (Tagesmitteltemperatur Tmean) ausgewiesen (moderat: Tmean ab optimaler Temperatur und kleiner 25°C; heiss: ab 25°C und kleiner 27°C; sehr heiss: ab 27°C).

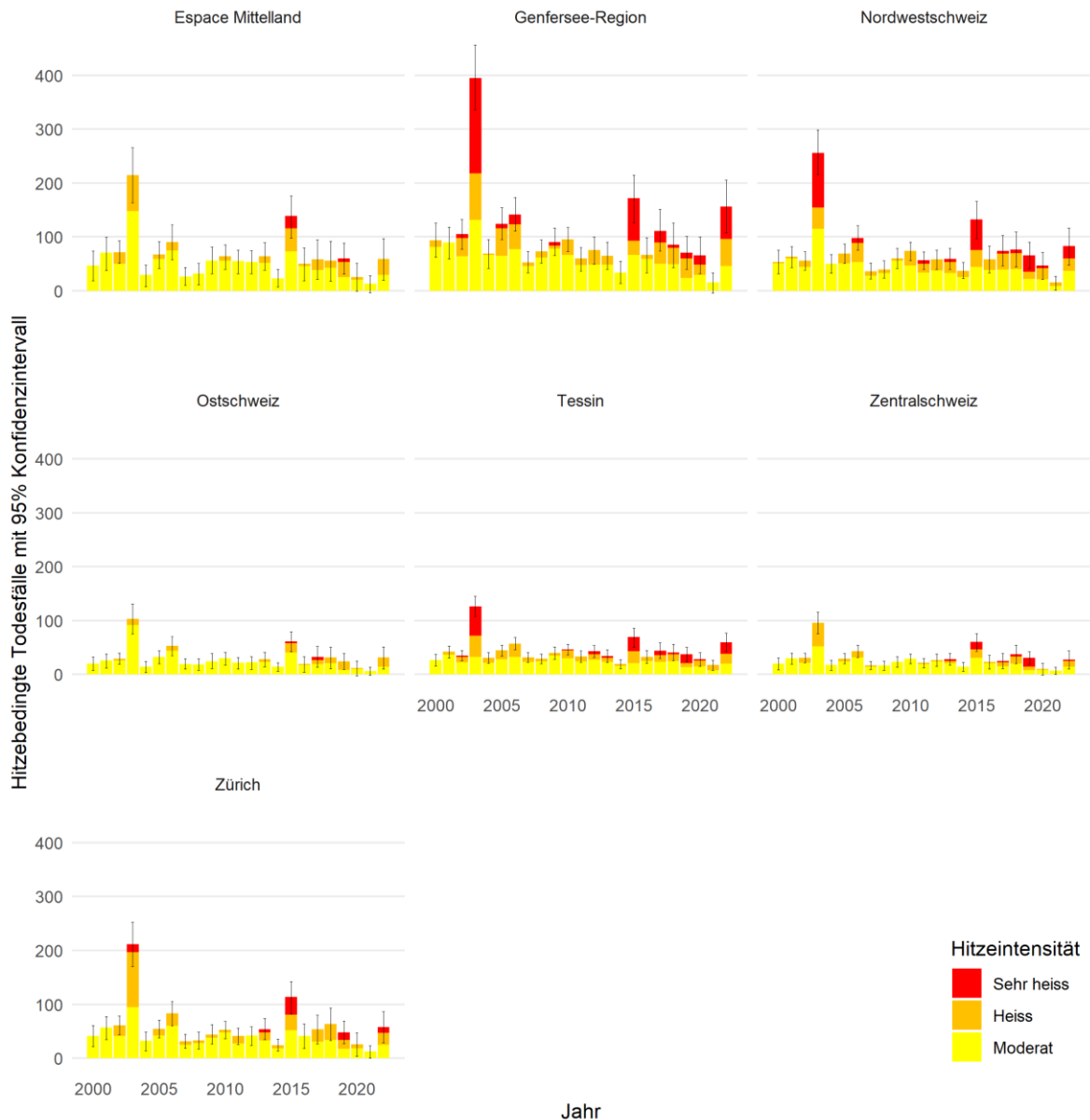


Abbildung 4: Hitzewebingte Todesfälle nach Grossregion in der warmen Jahreszeit (Mai bis September) 2000 bis 2022 mit Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervalle). Die Anzahl hitzebedingten Todesfälle werden für drei Temperaturbereiche (Tagesmitteltemperatur T_{mean}) ausgewiesen (moderat: T_{mean} ab optimaler Temperatur und kleiner 25°C ; heiss: ab 25°C und kleiner 27°C ; sehr heiss: ab 27°C). Die Fälle pro Grossregion wurden anhand gemessenen Tagesmitteltemperaturen in den Grossregionen und einer (schweizweiten) Expositions-Wirkungskurve geschätzt.

In **Abbildung 6 und 7** wird die Anzahl hitzebedingten Todesfälle nach Altersklasse und Geschlecht gezeigt. Die Zahlen sind auch in **Tabelle A8** im Appendix einsehbar. Der grösste Anteil der hitzebedingten Todesfälle betrifft Personen ab 75 Jahre. Für die letzten Jahre (2020-2022) wurden im Rahmen dieser statistischen Analysen keine hitzebedingten Todesfälle für Personen unter 75 Jahre festgestellt. Dies ist auf das sehr geringe temperaturbedingte Sterberisiko (siehe Expositions-Wirkungsbeziehung in **Abbildung 1**) sowie auf die geringe Anzahl Todesfälle in dieser Altersgruppe zurückzuführen. Es sind generell mehr Frauen als Männer betroffen. Dies mag auch damit zusammenhängen, dass es mehr Frauen als Männer bei den über 75-Jährigen gibt. Auch physiologische Gründe können für die höhere Anzahl Todesfälle bei den Frauen in dieser Altersklasse verantwortlich sein. Frauen schwitzen beispielsweise meist weniger als Männer [20].

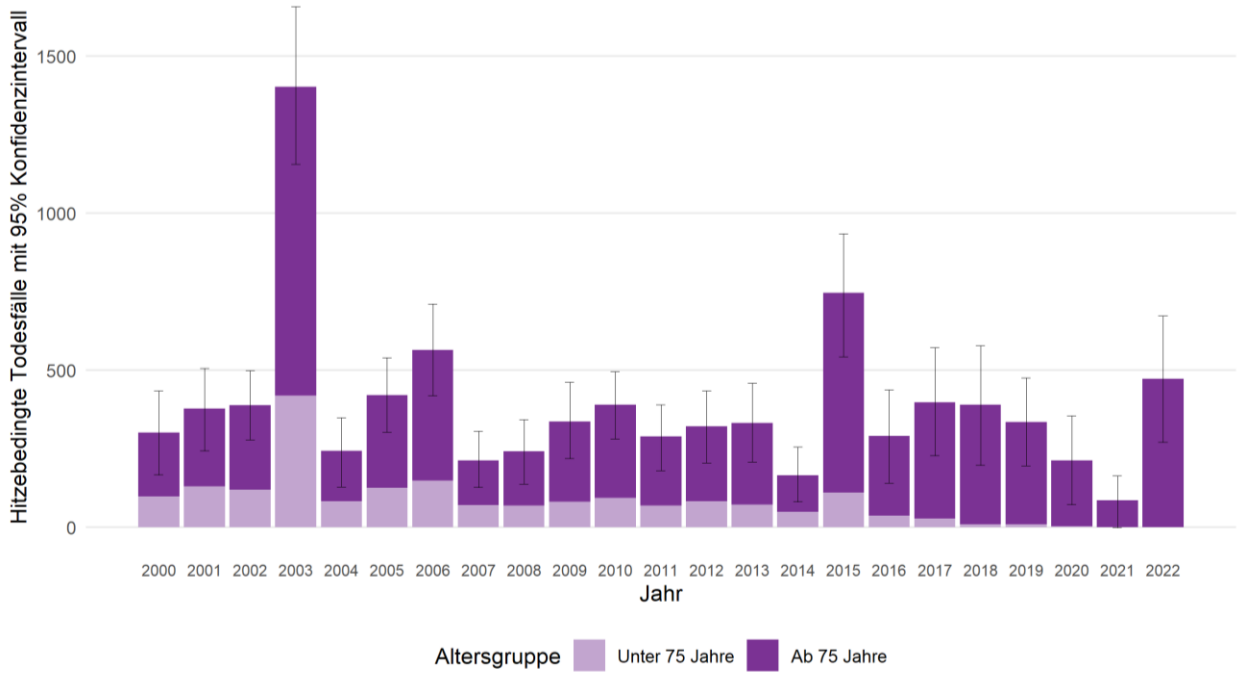


Abbildung 5: Hitzebedingte Todesfälle für zwei Altersklassen in der warmen Jahreszeit (Mai bis September) 2000 bis 2022 mit Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervalle). Dargestellt sind die Anzahl Todesfälle, die statistisch auf Tagesmitteltemperaturen oberhalb der jahresspezifischen optimalen Temperatur zugewiesen werden.

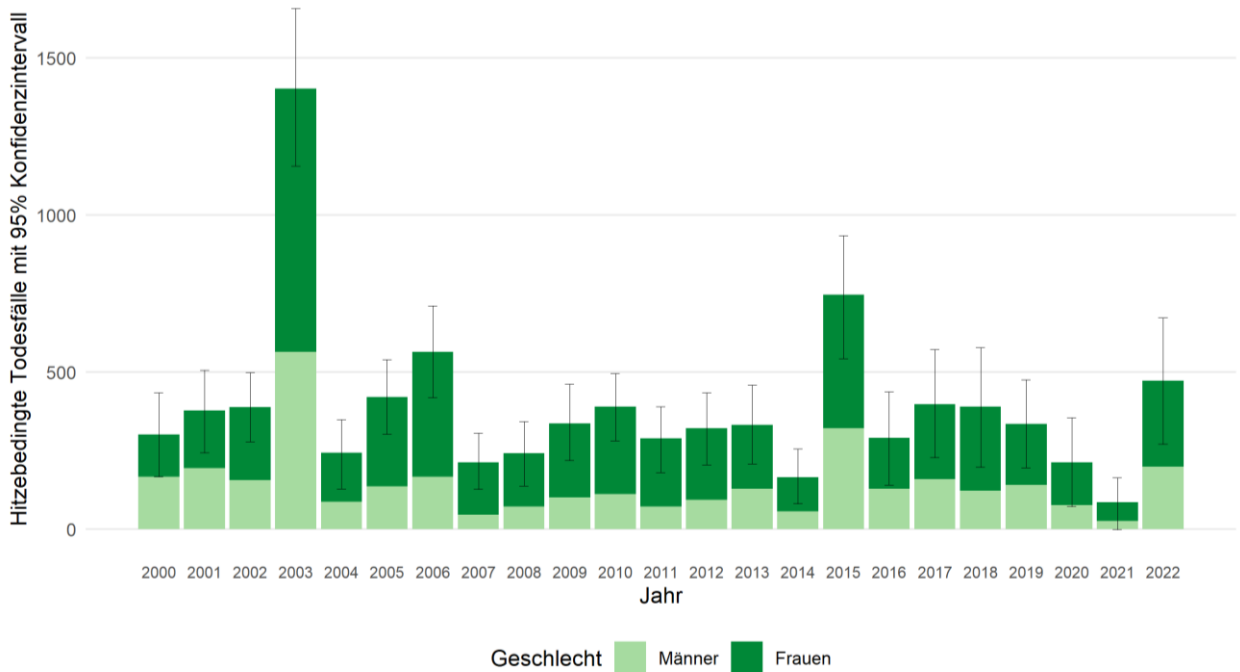


Abbildung 6: Hitzebedingte Todesfälle nach Geschlecht in der warmen Jahreszeit (Mai bis September) 2000 bis 2022 mit Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervalle). Dargestellt sind die Anzahl Todesfälle, die statistisch auf Tagesmitteltemperaturen oberhalb der jahresspezifischen optimalen Temperatur zugewiesen werden.

3.3 Hitzebedingte Todesfälle im Sommer 2022

Im Sommer 2022, der bisher zweitwärmste Sommer seit Messbeginn, werden 474 (95%-KI: 271-674) Todesfälle auf die Hitzebelastung zurückgeführt. Dies entspricht 1.7% (95%-KI: 1.0%-2.4%) aller Todesfälle in der warmen Jahreszeit zwischen Mai und September. Alle hitzebedingten Todesfälle wurden in der Altersgruppe 75 Jahre und älter festgestellt, und 60% der aufgrund der Hitze verstorbenen Personen waren Frauen. Bei den Frauen beträgt der geschätzte Anteil der hitzebedingten Todesfälle an der Gesamtsterblichkeit zwischen Mai und September 1.9% (0.9%-2.9%), bei den Männern 1.4% (0.4%-2.4%). Die meisten hitzebedingten Todesfälle sind an Tagen mit moderat heissen (39% aller hitzebedingten Todesfälle) und heissen Tagesmitteltemperaturen (36%) aufgetreten. Die Genfersee-Region, das Tessin und die Nordwestschweiz verzeichnen aufgrund der regional stärksten Hitzebelastung im Sommer 2022 die höchsten Anteile der hitzebedingten Todesfälle an der Gesamtsterblichkeit zwischen Mai und September (**Tabellen A5 und A6**). In allen sieben Grossregionen war die geschätzte hitzebedingte Sterblichkeit jedoch deutlich geringer als im Rekordsommer 2003 (insgesamt rund 1'400 Todesfälle) sowie im drittheissesten Sommer 2015 (rund 750 Todesfälle).

4. VERGLEICH ZU BISHERIGEN ANALYSEN

4.1 Ereignisanalysen zur hitzebedingten Übersterblichkeit 2003, 2015, 2018 und 2019

In **Tabelle 2** werden die Resultate der attributablen Fallberechnung im Rahmen der Berichterstattung für den Impact-Indikator «Hitzebedingte Todesfälle» der Jahre 2003, 2015, 2018 und 2019 (Mai bis September) mit Ergebnissen aus früheren Analysen zur hitzebedingten Übersterblichkeit verglichen. Für diese vier besonders warmen Sommer mit ausgeprägten Hitzewellen wurde mit der Methode der Übersterblichkeit die zusätzlichen Todesfälle zwischen Juni und August berechnet [3]. Dabei wurde die Abweichung der beobachteten Todesfälle von einem Wert berechnet, welcher die erwartete Sterblichkeit ohne Hitzeeinfluss darstellt (vergl. Kapitel 1.2).

Tabelle 4: Vergleich der Resultate der attributablen Fallberechnung zu früheren Ereignisanalysen zur Übersterblichkeit im Hitzesommer 2003, 2015, 2018 und 2019 [3].

Jahr	Rangfolge der wärmsten Sommer gemäss MeteoSchweiz	Übersterblichkeit (Differenz zwischen beobachteter und erwarteter Sterblichkeit Juni bis August)	Attributable Fallberechnung (Mai bis September)				
			Anzahl zusätzliche Todesfälle	Anzahl hitzebedingte Todesfälle (total)	Anzahl hitzebedingte Todesfälle nach Temperaturbereich		
					moderat	heiss	sehr heiss
2003	1	975	1402	666	389	347	
2015	3	804	747	326	186	235	
2018	5	185	391	231	139	20	
2019	4	521	336	118	123	94	

Für das Jahr 2015 mit einer sehr starken Hitzewelle sind die Zahlen der beiden Abschätzungsverfahren relativ ähnlich. Mit der Methode der attributablen Fällen wurden 747 hitzebedingte Todesfälle und mit der Methode der Übersterblichkeit 804 Fälle geschätzt. Dies entspricht der Erwartung, da sich die Methode der Übersterblichkeit besonders gut für Untersuchungen des Einflusses von aussergewöhnlichen Ereignissen auf die Sterblichkeit eignet. Bei solchen Ereignissen wird das Konfidenzintervall der erwarteten Sterblichkeit (deutlich) überschritten und die Ursachenzuschreibung ist praktisch unbestritten.

Schwieriger wird ein Vergleich der beiden Methoden bei wenig ausgeprägten Hitzewellen oder bei normalem Sommerwetter. Bei den attributablen Fällen werden auch die kleinen Peaks in der Zunahme der Sterblichkeit an heissen Tagen erfasst (**Abbildung 2**), die in Analysen zur Übersterblichkeit in den Bereich der statistischen Unsicherheit fallen. Das gilt auch für Auswirkungen von nicht optimalen moderat heissen Temperaturen. Bei der attributablen Fallberechnung werden diese berücksichtigt. Solche Tage können, bei häufigem Auftreten über die gesamte warme Jahreszeit gesehen, einen deutlichen Einfluss auf die hitzebedingte Sterblichkeit haben, obwohl das hitzebedingte Sterberisiko an solchen Tagen relativ gering ist. Exemplarisch zeigt sich das im Sommer 2018. Damals gab es eine ausgeprägte Hitzewelle im August, die gemäss der Methode der Übersterblichkeit zu 185 zusätzlichen Todesfällen führte. Die Auswirkungen der moderat heissen Temperaturen auf die Sterblichkeit in den übrigen Monaten wurden jedoch nur mit der Methode der attributablen Fallberechnung erfasst. Es erstaunt daher nicht, dass die Methode der attributablen Fälle für 2018 mehr hitzebedingte Todesfälle (391 Fälle) ausweist als die Schätzung der Übersterblichkeit. Auch für den Sommer 2003 ist die Anzahl hitzebedingte Todesfälle mit der attributablen Fallberechnung grösser (1402 Fälle) als die hitzebedingte Übersterblichkeit (975 zusätzliche Fälle). In jenem Sommer waren moderat heisse Tage besonders häufig, die ebenfalls die Sterblichkeit beeinflusst haben. Mit der Methode der Übersterblichkeit fielen diese jedoch in den Bereich der statistischen Unsicherheit und wurden daher nicht berücksichtigt.

Auswirkungen von kühlen Sommertemperaturen werden hingegen, sofern sie unter die optimale Temperatur fallen, mit dem hier beschriebenen Vorgehen zur Schätzung der hitzebedingten Todesfälle nicht erfasst. Diese können, besonders wenn sie nach sehr heissen Tagen auftreten, ebenfalls eine Erhöhung der Sterblichkeit nach sich ziehen. Im Sommer 2019 beispielsweise wurde in Folge eines markanten Temperaturabfalls nach der Hitzewelle im Juni ein Anstieg der zusätzlichen Todesfälle beobachtet [2, 3]. Auf die Schätzung der attributablen (hitzebedingten) Todesfälle hatte diese Schwankung keinen deutlichen Einfluss.

Zudem ist zu beachten, dass die Methode der Übersterblichkeit durch das vergangene Sterbgeschehen beeinflusst wird. Im Winter 2018/19 war die Grippeepidemie wenig ausgeprägt. Es wurden im Januar bei Menschen ab 65 Jahre eher weniger Todesfälle beobachtet als erwartet (Mortalitätsmonitoring BFS). Dies hatte möglicherweise zur Folge, dass im Sommer 2019 die Sterblichkeit, unabhängig von der Temperatur, häufig oberhalb der erwarteten Sterblichkeit lag. Es erstaunt daher nicht, dass damit die Methode der Übersterblichkeit im Sommer 2019 höhere Werte (521 zusätzliche Todesfälle) liefert als die Methode der attributablen Fallberechnung (336 hitzebedingte Todesfälle), obwohl sich die Unsicherheitsbereiche der beiden Schätzungen überlappen.

4.2 Sommer 2022: Vergleich zum Mortalitätsmonitoring des BFS

Das laufende Mortalitätsmonitoring des BFS überwacht die Übersterblichkeit in der Schweiz [3]. Jede Woche werden die aufgetretenen Todesfälle mit der Anzahl für die Jahreszeit erwarteten Todesfälle verglichen und jeweils zwei Wochen nach dem Ereignis publiziert. Das wöchentliche Mortalitätsmonitoring des BFS hat im Sommer 2022 zwischen dem 22. Mai und dem 28. August rund 2000 zusätzliche Todesfälle (Stand 13.6.2023) in der Bevölkerung ab 65 Jahren beobachtet.

Die geschätzte Anzahl hitzebedingter Todesfälle mit der Methode der attributablen Fallberechnung (rund 500 Fälle) im Sommer 2022 ist somit deutlich geringer als die vom BFS festgestellte Übersterblichkeit. Dies lässt vermuten, dass die meisten durch das BFS beobachteten zusätzlichen Todesfälle nicht direkt der Hitze zugeschrieben werden können. Zwar haben, wie der Vergleich der wöchentlichen Todesfälle mit dem Temperaturverlauf in **Abbildung 8** zeigt, hohe Temperaturen zur Übersterblichkeit beigetragen. So lag die beobachtete Anzahl Todesfälle erstmals über dem statistisch erwarteten Wert zu Beginn der warmen Saison, als die Temperaturen vielerorts erstmals sommerliche Tageshöchsttemperaturen von 25°C und höher erreichten. Auch während Wochen mit Hitzewellen wurden zusätzliche Todesfälle registriert. Übersterblichkeit wurde jedoch auch in weniger heissen Wochen nach den Hitzewellen beobachtet.

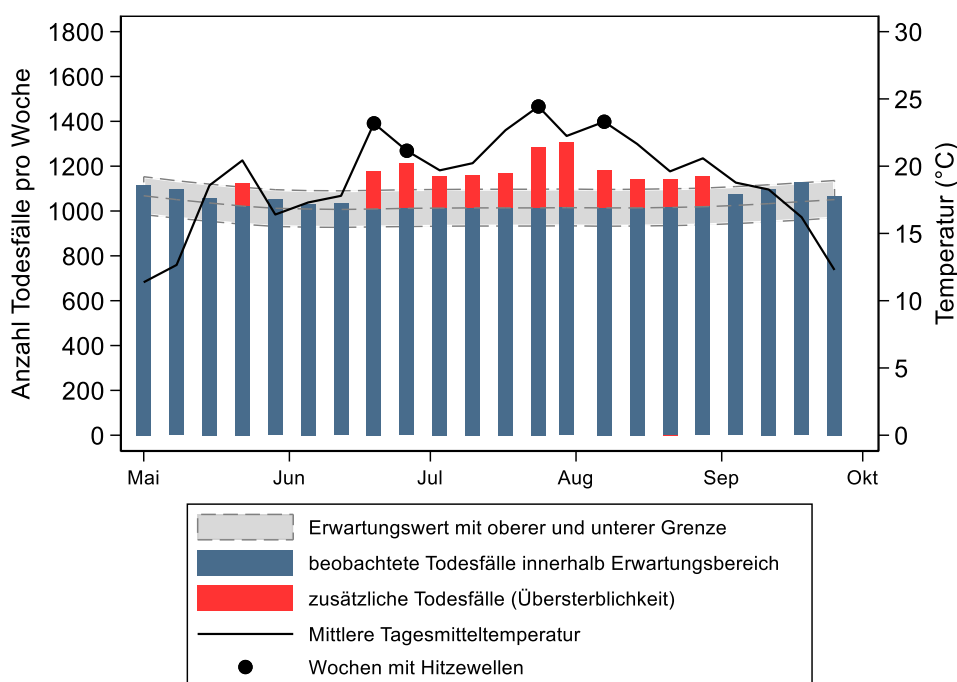


Abbildung 7: Wöchentliche Todesfälle in der Bevölkerung 65 Jahre und älter im Sommer 2022 in der Schweiz gemäss Mortalitätsmonitoring des Bundesamts für Statistik. Die blauen Balken zeigen die wöchentliche Anzahl Todesfälle in der Bevölkerung 65 Jahre und älter zwischen Mai und September 2022. Die grauen gestrichelten Linien repräsentieren die Bandbreite der erwarteten Sterblichkeit. Werte oberhalb dieses Bereiches gelten als zusätzliche Todesfälle (Übersterblichkeit). Die durchschnittliche wöchentliche Tagesmitteltemperatur an sieben Messstationen in der Schweiz wird als schwarze Linie gezeigt. Wochen mit Hitzewellen sind mit schwarzen Punkten markiert. Datenquelle: BFS- Todesursachenstatistik (Stand 13.6.2023).

Eine naheliegende Erklärung für die Diskrepanz zwischen der vom BFS geschätzten Übersterblichkeit und der attributablen Fallberechnung sind andere Todesursachen, insbesondere Todesfälle aufgrund Covid-19-Infektionen. Dabei kann es sich um Menschen handeln, die direkt an Covid verstarben. Zwischen anfangs Mai und Ende September wurden 364 Covid-19 diagnostizierte Todesfälle registriert, was nur einen kleinen Teil der Differenz erklärt [21]. Die tatsächliche Zahl ist aber höher, da nicht mehr systematisch getestet wurde. Gemäss BFS-Todesursachenstatistik wurden im gleichen Zeitraum 884 Todesfälle mit Covid-19 als Haupttodesursache gemäss ICD-10 Kodierung des ärztlichen Todesursachenzertifikats registriert [21]. Dies erklärt einen grossen Teil der Übersterblichkeit. Jedoch ist aufgrund der Korrelation zwischen hohen Temperaturen und der beobachteten Übersterblichkeit auch ein Zusammenspiel zwischen der Hitze und der durch Covid-19 geschwächten älteren Bevölkerung

denkbar. Für Menschen mit einer Covid-19-Erkrankung können Hitzeperioden eine noch grössere gesundheitliche Belastung bedeuten. Zudem könnten Menschen mit einer überwundenen Covid-19-Erkrankung aufgrund von Langzeitschädigungen der Organe durch Covid-19 (insbesondere Herzkreislauferkrankungen) ebenfalls sensibler auf Hitze reagieren. Gemäss BFS-Todesursachenstatistik war COVID-19 zwischen Mai und September bei 325 Todesfällen eine Begleiterkrankung. Todesfälle aufgrund der Interaktion zwischen Hitze und Covid-19-Erkrankungen werden mit der Methode der attributablen Fallberechnung möglicherweise unterschätzt. Die Expositions-Wirkungskurve für die Schätzungen der hitzebedingten Todesfälle in 2022 wurden anhand den Jahren 2012-2022 erstellt (vergl. **Abbildung 1**). Die Kurve basiert somit zum grössten Teil auf einer Periode bei der Covid-19 in der Bevölkerung noch nicht verbreitet war und entsprechend eine mögliche Wechselwirkung zwischen Covid-19 und Hitze nicht auftreten konnte.

Der Sommer 2022 veranschaulicht deutlich die Schwierigkeit der Ursachenzuschreibung der Übersterblichkeitsmethode, wenn mehrere ausserordentliche Ereignisse einen Einfluss auf die Sterblichkeit während des Sommers ausüben. In diesem Fall können die zusätzlichen Todesfälle nur bedingt der Hitze zugeschrieben werden. Ausserdem ergeben sich für die Sommermonate vermehrt Schwierigkeiten bei der Schätzung der erwarteten Todesfälle. Durch die Klimaerwärmung, Häufung von Hitzewellen sowie durch die Covid-19-Pandemie wird es zunehmend schwieriger, die erwartete Anzahl Todesfälle ohne Hitzeeinfluss zu schätzen. Ein Monitoring der hitzebedingten Sterblichkeit mit der Methode der attributablen Fallberechnung wird daher als wertvolle Ergänzung zum bereits bestehenden Übersterblichkeitsmonitoring des BFS gewertet.

LITERATUR

1. EEA. Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases: European Environment Agency (EEA); 2022 [abgerufen am 29. Juni 2023]. Verfügbar unter: <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-on-health>.
2. Ragetti MS, Rösli M. Gesundheitliche Auswirkungen von Hitze in der Schweiz und die Bedeutung von Präventionsmassnahmen. Hitzebedingte Todesfälle im Hitzesommer 2019 – und ein Vergleich mit den Hitzesommer 2003, 2015 und 2018. Basel: Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH), im Auftrag des Bundesamts für Gesundheit (BAG), 2020.
3. Ragetti MS, Rösli M. Die Bedeutung von Präventionsmassnahmen. Hitzebedingte Sterblichkeit im Sommer 2019. Prim Hosp Care Allg Inn Med. 2021;21(03):90-5. doi: <https://doi.org/10.4414/phc-d.2021.10296>.
4. BFS. Strassenverkehrsunfälle: Bundesamt für Statistik (BFS); 2023 [abgerufen am 29. Juni 2023]. Verfügbar unter: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/unfaelle-umweltauswirkungen/verkehrsunfaelle/strassenverkehr.html>.
5. Ebi KL, Capon A, Berry P, Broderick C, de Dear R, Havenith G, et al. Hot weather and heat extremes: health risks. The Lancet. 2021;398(10301):698-708. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3).
6. Song X, Wang S, Hu Y, Yue M, Zhang T, Liu Y, et al. Impact of ambient temperature on morbidity and mortality: An overview of reviews. Science of The Total Environment. 2017;586:241-54. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.212>.
7. Ragetti MS, Schulte F, Rösli M. Projekt «Ausarbeitung einer Methode für die jährliche Berichterstattung von Hitzetoten in der Schweiz». Schlussbericht 9. Mai 2022. Im Auftrag des BAG, BAFU, MeteoSchweiz, BFS, BABS. 2022.
8. Ragetti MS, Schulte F, Rösli M. Entwicklung eines Indikators für das Monitoring hitzebedingter Todesfälle: Beschreibung der Methode und hitzebedingte Todesfälle 2005-2021. Synthesebericht Dezember 2022. Im Auftrag des BAFU und BAG. 2022.

9. Perez L, Künzli N. From measures of effects to measures of potential impact. *International Journal of Public Health*. 2009;54(1):45.
10. Gasparrini A, Leone M. Attributable risk from distributed lag models. *BMC Medical Research Methodology*. 2014;14(1):55. doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-55>.
11. Lo YTE, Mitchell DM, Thompson R, O'Connell E, Gasparrini A. Estimating heat-related mortality in near real time for national heatwave plans. *Environmental Research Letters*. 2022;17(2):024017. doi: 10.1088/1748-9326/ac4cf4.
12. Romanello M, Di Napoli C, Drummond P, Green C, Kennard H, Lampard P, et al. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *Lancet*. 2022;400(10363):1619-54. Epub 2022/10/29. doi: 10.1016/s0140-6736(22)01540-9. PubMed PMID: 36306815.
13. Bundesamt für Statistik. Analyseregionen. Grossregionen Neuchâtel: Bundesamt für Statistik (BFS); 2020 [abgerufen am 16. Mai 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/querschnittsthemen/raeumliche-analysen/raeumliche-gliederungen/analyseregionen.html>.
14. MeteoSchweiz. Hitzewarnungen 2021 [abgerufen am 23. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/wetter/wetterbegriffe/hitze/hitzewarnungen.html>.
15. IDAWEB Datenportal [Internet]. MeteoSwiss. 2020 [cited 01. April 2022]. Available from: <https://gate.meteoswiss.ch/idaweb/>.
16. Gasparrini A. Distributed lag linear and non-linear models in R: the package dlnm. *Journal of Statistical Software*. 2011;43(8):1.
17. Ragetti MS, Rössli M. Hitzeaktionspläne zur Prävention von hitzebedingten Todesfällen–Erfahrungen aus der Schweiz. *Bundesgesundheitsblatt*. 2019;62:605–11.
18. Ragetti MS, Rössli M. Hitze-Massnahmen-Toolbox. Ein Massnahmenkatalog für den Schutz der menschlichen Gesundheit vor Hitze. Überarbeitet und aktualisiert im April 2021. Erstellt vom Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) im Auftrag des Bundesamts für Gesundheit (BAG). 2021.
19. BAFU, MeteoSchweiz. Indikator Klima. Tropennächte: Bundesamt für Umwelt (BAFU); 2023 [abgerufen am 29. Juni 2023]. Verfügbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klima--daten--indikatoren--und--karten/klima--indikatoren/indikator--klima.pt.html/aHR0cHM6Ly93d3cuaW5kaWthdG9yZW4uYWRtaW4uY2gvUHVibG/ljLOFIbURldGFpbmQ9S0wwNjMmbG5nPWRIJIN1Ymo9Tg%3D%3D.html>.
20. Ragetti MS, Flückiger B, Rössli M. Hitze und Gesundheit: Die Wirkung von Hitzeinseln, Grünräumen und anderen Faktoren. Schlussbericht Pilotprojekt A.06. Ein Projekt im Rahmen des Pilotprogramms Anpassung an den Klimawandel, unterstützt durch das Bundesamt für Gesundheit. : National Centre for Climate Services (NCCS); 2022 [abgerufen am 21. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/massnahmen/pak/projektphase2/pilotprojekt-e-zur-anpassung-an-den-klimawandel--cluster--umgang/a-06-hitze-und-gesundheit.html>.
21. BFS. COVID-19 Sterbefälle nach Todesursachenstatistik (BFS) und Meldesystem (BAG), nach Monat, Altersgruppen, Geschlecht: Bundesamt für Statistik (BFS); 2023 [abgerufen am 4. Juli 2023]. Verfügbar unter: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/aktuell/neue-veroeffentlichungen.assetdetail.25905429.html>.
22. Ragetti MS, Vicedo-Cabrera AM, Schindler C, Rössli M. Exploring the association between heat and mortality in Switzerland between 1995 and 2013. *Environmental Research*. 2017;158C:703-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.07.021>.
23. Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Distributed lag non-linear models. *Statistics in Medicine*. 2010;29(21):2224-34. doi: 10.1002/sim.3940.
24. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Tobias A, Zanobetti A, et al. Changes in susceptibility to heat during the summer: a multicountry analysis. *American Journal of Epidemiology*. 2016;183(11):1027-36. doi: <https://doi.org/10.1093/aje/kwv260>.
25. Urban A, Fonseca-Rodríguez O, Di Napoli C, Plavcová E. Temporal changes of heat-attributable mortality in Prague, Czech Republic, over 1982–2019. *Urban Climate*. 2022;44:101197. doi: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101197>.

APPENDIX

A1. Temperaturdaten

Tabelle A1: Verwendete Messstationen von MeteoSchweiz pro Grossregion.

Grossregion	Station	Stationskürzel
Espace Mittelland	Bern-Zollikofen	BER
Nordwestschweiz	Basel-Binningen	BAS
Genfersee-Region	Genève-Cointrin	GVE
Zentralschweiz	Luzern	LUZ
Ostschweiz	Aadorf / Tänikon	TAE
Tessin	Locarno Monti	OTL
Zürich	Zürich-Fluntern	SMA

A2. Modellierung Expositions-Wirkungsbeziehung

Die Modellierung der Expositions-Wirkungskurve für die Schätzung der hitzebedingten Todesfälle erfolgt wie in Ragettli et al. [22] anhand eines Quasi-Poisson-Modells mit sogenannten *Distributed Lag Non-Linear Models (DLNM)* [23]. Dabei wird ein Ansatz gewählt, der gleichzeitig die Nicht-Linearität zwischen Temperatur und Gesundheitseffekt sowie bis zu sieben Tage verzögerte Temperatur-Effekte nach einem Hitzetag berücksichtigt. Die Modellparameter sind in **Tabelle A2** beschrieben.

Tabelle A2: Modell-Parameter für die Modellierung der Expositions-Wirkungsbeziehung zwischen Tagesmitteltemperatur (Tmean) und Sterblichkeit. Die Temperatur wurde im statistischen Modell als sogenannte Crossbasis-Funktion eingefügt. Diese beschreibt den nicht-linearen und verzögerten Effekt der Temperatur auf die Sterblichkeit. Dieser Ansatz folgt der Methode der sogenannten Distributed Lag Non-Linear Models (DLNM) [16]. Die Auswahl der Modellparameter basiert auf früheren Studien (z.B. [24, 25]).

Zeitreihe	Referenztemperatur	Crossbasis Funktion	
		Temperatur	Lags
Tmean und Anzahl täglicher Todesfälle von Mai bis September für sieben Grossregionen/ Stationen	Optimale Temperatur oberhalb Median der Temperaturverteilung zwischen Mai und September.	Tmean; Quadratischer B-Spline mit einem internen Knoten platziert am 75. Perzentil	Lag Periode: 7 Tage; natürlicher kubischer Spline mit zwei internen Knoten platziert mit gleichem Abstand in der Log-Scala.

A3. Schätzung der hitzebedingten Todesfälle

Die Schätzung der hitzebedingten Todesfälle mittels attributabler Fallberechnung erfolgt folgendermassen: Als erstes wird der attributable Anteil (AF_d) für jeden Tag d zwischen Mai und September mit einer Temperatur T oberhalb der optimalen Temperatur (T_0) anhand des temperatur-bedingten relativen Sterberisiko (RR_T) abgeschätzt. AF_d entspricht dem Anteil der

Todesfälle, die auf die Temperatur zurückzuführen ist. Das RR_T wird dabei mithilfe der Expositions-Wirkungsbeziehung β bestimmt und beschreibt die Erhöhung des Sterberisikos relativ zur T_0 .

$$AF_d = \frac{RR_T - 1}{RR_T} = 1 - \exp^{-\beta(T-T_0)}$$

Die Anzahl attributable Todesfälle am Tag d (AD_d) ergibt sich aus der Multiplikation der attributablen Fraktion am Tag d (AF_d) mit der Anzahl an diesem Tag beobachteten Todesfälle (D). Die Berechnung erfolgte separat nach Grossregion.

$$AD_d = D_d \cdot AF_d$$

Die Gesamtzahl der attributablen (hitzebedingten) Todesfälle ergibt sich dann aus der Summe der Beiträge aller Tage innerhalb eines Sommers (hier definiert als warme Jahreszeit Mai bis September). Ihr Verhältnis zur Gesamtzahl der Todesfälle im Sommer ergibt die attributable Fraktion für den gesamten Sommer (AF_S).

$$AF_S = \frac{\sum AD_d}{\sum D_d}$$

Ausserdem wurden die attributablen Todesfälle separat für moderat heisse (Optimaltemperatur bis $<25^\circ\text{C}$), heisse (25°C bis $<27^\circ\text{C}$) und sehr heisse (ab 27°C) Tagesmitteltemperaturen ausgewiesen. Die Temperaturbereiche ab 25°C entsprechen den Temperaturschwellen für Hitzewarnungen von MeteoSchweiz [14].

Die **statistische Unsicherheit** der Anzahl hitzebedingten Todesfälle werden mittels Monte Carlo Simulationen ausgewiesen. Dafür werden 1000 zusätzliche Kurven innerhalb des Unsicherheitsbereichs der Expositions-Wirkungsbeziehungen modelliert, welche einer Normalverteilung folgen [10, 11]. Aus der Gesamtheit der mit jeder Kurve berechneten hitzebedingten Todesfälle, wird das 95%-Konfidenzintervall berechnet (entspricht dem Bereich zwischen den 2.5% tiefsten und höchsten berechneten Fällen).

A4. Hitzebedingte Todesfälle 2005-2022

Tabelle A3: Anzahl hitzebedingte Todesfälle in der Schweiz und Anteil der hitzebedingten Todesfälle an der Gesamtsterblichkeit während der warmen Jahreszeit (Mai bis September) 2000 bis 2022 mit Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervall). Die Anzahl hitzebedingte Todesfälle werden für drei Temperaturbereiche ausgewiesen (moderat: Tagesmitteltemperaturen ab optimaler Temperatur und kleiner 25°C; heiss: ab 25°C und kleiner 27°C; sehr heiss: ab 27°C).

Jahr	Gesamtsterblichkeit (Anzahl Todesfälle aller Ursachen zwischen Mai und September)	Optimale Tagesmittel- temperatur (°C)	Anzahl hitzebedingte Todesfälle (mit 95% KI)*	Anteil an Gesamtsterblichkeit	Anzahl hitzebedingte Todesfälle nach Temperaturbereich (Tagesmitteltemperatur)		
					moderat	heiss	sehr heiss
2000	23707	17.0	302 (167 - 435)	1.3% (0.7% - 1.8%)	288	15	0
2001	24326	17.0	378 (244 - 507)	1.6% (1.0% - 2.1%)	368	10	0
2002	24117	16.9	389 (279 - 499)	1.6% (1.2% - 2.1%)	269	110	10
2003	24904	17.2	1402 (1157 - 1658)	5.6% (4.6% - 6.7%)	666	389	347
2004	23006	17.1	244 (129 - 350)	1.1% (0.6% - 1.5%)	232	11	0
2005	22960	17.2	421 (303 - 541)	1.8% (1.3% - 2.4%)	302	110	9
2006	24007	17.4	565 (420 - 712)	2.4% (1.8% - 3.0%)	374	164	27
2007	23371	17.4	213 (127 - 307)	0.9% (0.5% - 1.3%)	182	31	0
2008	23550	17.4	242 (138 - 344)	1.0% (0.6% - 1.5%)	213	29	0
2009	23443	17.4	337 (219 - 463)	1.4% (0.9% - 2.0%)	310	21	7
2010	24452	17.3	391 (282 - 496)	1.6% (1.2% - 2.0%)	307	83	2
2011	24385	17.4	290 (181 - 390)	1.2% (0.7% - 1.6%)	229	54	6
2012	24471	17.5	321 (206 - 434)	1.3% (0.8% - 1.8%)	255	61	6
2013	24916	17.3	332 (209 - 459)	1.3% (0.8% - 1.8%)	234	81	18
2014	24826	17.2	165 (81 - 256)	0.7% (0.3% - 1.0%)	144	21	0
2015	25610	17.3	747 (544 - 935)	2.9% (2.1% - 3.6%)	326	186	235
2016	25091	17.3	291 (141 - 439)	1.2% (0.6% - 1.7%)	247	44	0
2017	25204	17.4	399 (229 - 572)	1.6% (0.9% - 2.3%)	215	140	43
2018	25499	17.6	391 (198 - 579)	1.5% (0.8% - 2.3%)	231	139	20
2019	26353	18.0	336 (196 - 477)	1.3% (0.7% - 1.8%)	118	123	94
2020	25794	17.9	214 (72 - 355)	0.8% (0.3% - 1.4%)	123	65	26
2021	26669	18.2	87 (-1 - 164)	0.3% (0.0% - 0.6%)	71	16	0
2022	28536	18.0	474 (271 - 674)	1.7% (1.0% - 2.4%)	186	170	117

*KI: Konfidenzintervall

Tabelle A4: Anzahl hitzebedingte Todesfälle in den sieben Grossregionen in der Schweiz während der warmen Jahreszeit (Mai bis September) 2000 bis 2022 mit Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervall).

Jahr	Nordwestschweiz	Espace Mittelland	Genfersee-Region	Zürich	Tessin	Zentralschweiz	Ostschweiz
	Anzahl Fälle	Anzahl Fälle	Anzahl Fälle	Anzahl Fälle	Anzahl Fälle	Anzahl Fälle	Anzahl Fälle
2000	54 (32 - 75)	47 (19 - 74)	94 (62 - 126)	41 (21 - 61)	27 (16 - 37)	20 (9 - 31)	20 (7 - 32)
2001	63 (44 - 83)	71 (38 - 100)	89 (59 - 118)	57 (35 - 77)	42 (31 - 53)	30 (19 - 40)	26 (12 - 38)
2002	56 (39 - 73)	72 (51 - 93)	105 (77 - 132)	61 (44 - 78)	35 (25 - 45)	31 (22 - 40)	30 (20 - 40)
2003	256 (216 - 299)	214 (163 - 266)	395 (336 - 457)	212 (170 - 253)	126 (108 - 146)	96 (76 - 116)	103 (75 - 131)
2004	50 (33 - 67)	29 (8 - 48)	69 (42 - 96)	32 (14 - 49)	31 (21 - 40)	18 (7 - 27)	15 (4 - 24)
2005	69 (51 - 87)	67 (42 - 91)	124 (96 - 154)	55 (38 - 71)	44 (34 - 55)	29 (20 - 39)	32 (20 - 44)
2006	98 (75 - 120)	90 (57 - 122)	141 (111 - 174)	83 (60 - 105)	57 (47 - 69)	43 (32 - 54)	53 (35 - 71)
2007	36 (22 - 52)	26 (11 - 43)	52 (33 - 73)	31 (19 - 44)	31 (22 - 41)	17 (10 - 24)	19 (10 - 29)
2008	40 (23 - 56)	32 (11 - 51)	73 (51 - 95)	33 (17 - 49)	29 (20 - 38)	17 (8 - 25)	19 (8 - 29)
2009	60 (42 - 79)	56 (32 - 82)	91 (66 - 117)	44 (26 - 63)	40 (29 - 51)	23 (13 - 33)	24 (11 - 39)
2010	74 (57 - 90)	64 (40 - 85)	95 (73 - 117)	53 (36 - 68)	47 (37 - 56)	29 (20 - 38)	30 (18 - 41)
2011	56 (40 - 72)	55 (32 - 76)	60 (37 - 81)	41 (26 - 56)	33 (22 - 44)	22 (13 - 30)	22 (10 - 32)
2012	58 (40 - 76)	53 (32 - 74)	75 (49 - 100)	42 (24 - 58)	43 (32 - 54)	27 (16 - 38)	22 (10 - 34)
2013	59 (40 - 79)	64 (38 - 90)	65 (40 - 90)	54 (35 - 74)	34 (22 - 46)	28 (18 - 39)	28 (14 - 42)
2014	37 (23 - 53)	23 (7 - 40)	34 (14 - 55)	24 (13 - 36)	19 (11 - 27)	14 (6 - 23)	14 (7 - 22)
2015	133 (97 - 166)	139 (98 - 176)	172 (126 - 215)	113 (83 - 142)	69 (51 - 86)	60 (43 - 76)	61 (42 - 79)
2016	58 (34 - 83)	50 (19 - 80)	66 (34 - 98)	41 (18 - 64)	32 (21 - 45)	23 (11 - 36)	20 (5 - 34)
2017	74 (47 - 102)	58 (21 - 95)	111 (74 - 151)	54 (27 - 80)	44 (30 - 58)	25 (11 - 39)	33 (13 - 52)
2018	77 (44 - 109)	56 (18 - 92)	85 (44 - 126)	63 (33 - 93)	41 (26 - 56)	38 (20 - 55)	31 (11 - 51)
2019	65 (42 - 90)	60 (31 - 89)	70 (40 - 101)	48 (27 - 69)	37 (24 - 51)	30 (19 - 43)	24 (9 - 39)
2020	47 (21 - 71)	25 (-1 - 51)	66 (32 - 100)	26 (4 - 47)	28 (15 - 41)	10 (-2 - 21)	12 (-2 - 25)
2021	15 (2 - 27)	13 (-4 - 28)	15 (-5 - 34)	13 (0 - 23)	17 (8 - 26)	7 (0 - 13)	6 (-1 - 13)
2022	83 (48 - 117)	59 (20 - 97)	156 (108 - 205)	58 (28 - 87)	59 (43 - 77)	27 (10 - 44)	31 (11 - 51)

Tabelle A5: Anteil der hitzebedingten Todesfälle an Gesamtsterblichkeit (attributabler Anteil) in den sieben Grossregionen in der Schweiz während der warmen Jahreszeit (Mai bis September) 2000 bis 2022 mit Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervall). Der attributable Anteil bezieht sich auf die Gesamtsterblichkeit innerhalb der Grossregion.

Jahr	Nordwestschweiz	Espace Mittelland	Genfersee-Region	Zürich	Tessin	Zentralschweiz	Ostschweiz
	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %
2000	1.6% (1.0% - 2.3%)	0.8% (0.3% - 1.3%)	2.3% (1.5% - 3.1%)	1.0% (0.5% - 1.5%)	2.6% (1.5% - 3.6%)	1.0% (0.4% - 1.5%)	0.6% (0.2% - 0.9%)
2001	2.0% (1.4% - 2.6%)	1.2% (0.6% - 1.6%)	2.1% (1.4% - 2.8%)	1.3% (0.8% - 1.8%)	3.7% (2.7% - 4.6%)	1.4% (0.9% - 1.9%)	0.8% (0.3% - 1.1%)
2002	1.7% (1.2% - 2.3%)	1.2% (0.8% - 1.5%)	2.5% (1.8% - 3.2%)	1.5% (1.1% - 1.9%)	3.2% (2.3% - 4.1%)	1.5% (1.1% - 2.0%)	0.8% (0.6% - 1.1%)
2003	7.4% (6.2% - 8.6%)	3.5% (2.7% - 4.3%)	9.0% (7.7% - 10.4%)	5.0% (4.1% - 6.0%)	11.5% (9.9% - 13.3%)	4.7% (3.7% - 5.7%)	2.9% (2.1% - 3.6%)
2004	1.6% (1.1% - 2.2%)	0.5% (0.1% - 0.8%)	1.8% (1.1% - 2.4%)	0.8% (0.3% - 1.2%)	3.0% (2.1% - 3.9%)	0.9% (0.4% - 1.3%)	0.4% (0.1% - 0.7%)
2005	2.2% (1.6% - 2.7%)	1.2% (0.8% - 1.6%)	3.1% (2.4% - 3.9%)	1.4% (1.0% - 1.8%)	4.5% (3.4% - 5.5%)	1.5% (1.0% - 2.0%)	1.0% (0.6% - 1.3%)
2006	3.0% (2.3% - 3.7%)	1.5% (0.9% - 2.0%)	3.3% (2.6% - 4.1%)	2.1% (1.5% - 2.7%)	5.2% (4.3% - 6.3%)	2.2% (1.6% - 2.8%)	1.5% (1.0% - 2.1%)
2007	1.2% (0.7% - 1.7%)	0.5% (0.2% - 0.7%)	1.3% (0.8% - 1.8%)	0.8% (0.5% - 1.1%)	3.0% (2.1% - 3.8%)	0.8% (0.5% - 1.2%)	0.6% (0.3% - 0.9%)
2008	1.2% (0.7% - 1.7%)	0.5% (0.2% - 0.9%)	1.8% (1.3% - 2.3%)	0.8% (0.4% - 1.2%)	2.7% (1.8% - 3.5%)	0.8% (0.4% - 1.3%)	0.6% (0.2% - 0.9%)
2009	1.9% (1.3% - 2.5%)	1.0% (0.6% - 1.4%)	2.2% (1.6% - 2.9%)	1.1% (0.7% - 1.6%)	3.7% (2.7% - 4.8%)	1.1% (0.6% - 1.6%)	0.7% (0.3% - 1.1%)
2010	2.2% (1.7% - 2.7%)	1.1% (0.7% - 1.4%)	2.2% (1.7% - 2.7%)	1.3% (0.9% - 1.7%)	4.0% (3.2% - 4.9%)	1.4% (0.9% - 1.8%)	0.9% (0.5% - 1.2%)
2011	1.7% (1.2% - 2.2%)	0.9% (0.5% - 1.3%)	1.4% (0.9% - 1.9%)	1.0% (0.6% - 1.4%)	2.9% (2.0% - 3.8%)	1.0% (0.6% - 1.4%)	0.6% (0.3% - 0.9%)
2012	1.7% (1.2% - 2.2%)	0.9% (0.5% - 1.2%)	1.8% (1.2% - 2.4%)	1.0% (0.6% - 1.4%)	4.1% (3.0% - 5.1%)	1.2% (0.7% - 1.8%)	0.6% (0.3% - 0.9%)
2013	1.7% (1.1% - 2.3%)	1.0% (0.6% - 1.5%)	1.5% (0.9% - 2.1%)	1.3% (0.8% - 1.8%)	2.9% (1.9% - 3.9%)	1.3% (0.8% - 1.8%)	0.8% (0.4% - 1.2%)
2014	1.1% (0.6% - 1.5%)	0.4% (0.1% - 0.7%)	0.8% (0.3% - 1.3%)	0.6% (0.3% - 0.9%)	1.7% (1.0% - 2.4%)	0.7% (0.3% - 1.1%)	0.4% (0.2% - 0.6%)
2015	3.5% (2.6% - 4.4%)	2.2% (1.6% - 2.8%)	3.9% (2.8% - 4.8%)	2.7% (1.9% - 3.4%)	5.6% (4.1% - 7.0%)	2.7% (1.9% - 3.4%)	1.8% (1.2% - 2.3%)
2016	1.6% (0.9% - 2.3%)	0.8% (0.3% - 1.3%)	1.5% (0.8% - 2.3%)	1.0% (0.4% - 1.6%)	2.9% (1.8% - 4.0%)	1.0% (0.5% - 1.6%)	0.5% (0.1% - 0.9%)
2017	2.1% (1.3% - 2.9%)	0.9% (0.3% - 1.5%)	2.5% (1.7% - 3.4%)	1.3% (0.6% - 1.9%)	3.6% (2.4% - 4.8%)	1.1% (0.5% - 1.8%)	0.9% (0.4% - 1.5%)
2018	2.1% (1.2% - 3.1%)	0.9% (0.3% - 1.5%)	1.9% (1.0% - 2.7%)	1.5% (0.8% - 2.2%)	3.5% (2.3% - 4.9%)	1.7% (0.9% - 2.4%)	0.9% (0.3% - 1.4%)
2019	1.7% (1.1% - 2.4%)	0.9% (0.5% - 1.4%)	1.6% (0.9% - 2.2%)	1.1% (0.6% - 1.6%)	3.0% (2.0% - 4.1%)	1.3% (0.8% - 1.9%)	0.7% (0.3% - 1.0%)
2020	1.3% (0.6% - 1.9%)	0.4% (0.0% - 0.8%)	1.5% (0.7% - 2.2%)	0.6% (0.1% - 1.1%)	2.3% (1.3% - 3.4%)	0.4% (-0.1% - 0.9%)	0.3% (-0.1% - 0.7%)
2021	0.4% (0.0% - 0.7%)	0.2% (-0.1% - 0.4%)	0.3% (-0.1% - 0.8%)	0.3% (0.0% - 0.5%)	1.5% (0.7% - 2.3%)	0.3% (0.0% - 0.5%)	0.2% (0.0% - 0.3%)
2022	2.0% (1.2% - 2.9%)	0.9% (0.3% - 1.4%)	3.1% (2.1% - 4.0%)	1.3% (0.6% - 1.9%)	4.4% (3.2% - 5.8%)	1.1% (0.4% - 1.7%)	0.8% (0.3% - 1.3%)

Tabelle A6: Mittlere Tagesmitteltemperatur (T in °C) und Häufigkeit der Tage nach Temperaturbereich (in %) in den sieben Grossregionen während der warmen Jahreszeit von Mai bis September 2000 bis 2022. Als moderat heisse (mod.) Temperaturen gelten Tagesmitteltemperaturen oberhalb der optimalen Temperatur bis <25°C, heisse Temperaturen sind Tagesmitteltemperaturen ab 25°C bis <27°C und sehr heisse Temperaturen entsprechen Tagesmitteltemperaturen ab 27°C.

Jahr	Nordwestschweiz				Espace Mittelland				Genfersee-Region				Zürich				Tessin				Zentralschweiz				Ostschweiz			
	T	Mod.	Heiss	Sehr heiss	T	Mod.	Heiss	Sehr heiss	T	Mod.	Heiss	Sehr heiss	T	Mod.	Heiss	Sehr heiss	T	Mod.	Heiss	Sehr heiss	T	Mod.	Heiss	Sehr heiss	T	Mod.	Heiss	Sehr heiss
2000	17.9	62	1	0	16.7	46	0	0	18.5	64	1	0	16.7	48	0	0	19.5	83	0	0	16.9	49	0	0	15.9	38	0	0
2001	17.0	50	1	0	16.3	44	0	0	17.4	54	0	0	16.1	41	0	0	19.0	65	3	0	16.5	46	0	0	15.4	39	0	0
2002	16.8	51	2	0	15.7	37	2	0	17.5	58	3	1	16.2	44	2	0	18.6	69	3	1	16.5	47	3	0	15.3	35	1	0
2003	19.9	57	5	7	18.4	57	5	0	20.5	53	8	10	18.9	54	10	1	22.0	58	16	13	19.0	57	8	0	17.8	57	1	0
2004	17.3	54	0	0	15.8	38	0	0	17.9	59	1	0	16.0	42	0	0	19.4	71	5	0	16.5	50	0	0	15.4	34	0	0
2005	17.4	50	3	0	16.4	42	1	0	18.4	56	6	1	16.4	41	1	0	19.9	71	6	0	16.9	48	1	0	16.0	39	0	0
2006	18.2	50	6	1	16.8	42	1	0	18.5	52	5	1	17.0	41	3	0	20.3	67	11	0	17.5	47	3	0	16.7	40	1	0
2007	17.0	42	2	0	15.5	33	0	0	17.2	52	1	0	15.9	36	1	0	19.2	72	3	0	16.4	42	1	0	15.5	33	0	0
2008	17.3	53	1	0	15.8	37	0	0	17.5	48	1	0	16.2	42	1	0	18.9	63	2	0	16.7	46	0	0	15.7	37	0	0
2009	18.4	59	1	0	17.0	41	0	0	18.7	57	1	1	17.2	43	1	0	20.4	84	2	0	17.6	49	0	0	16.6	38	0	0
2010	16.9	40	4	0	15.9	35	1	0	17.2	44	3	0	15.8	33	1	0	19.4	65	7	1	16.3	37	0	0	15.4	33	0	0
2011	17.9	52	3	1	16.9	44	0	0	17.9	54	1	0	16.8	43	2	0	20.0	78	5	0	17.2	49	1	0	16.2	37	0	0
2012	17.8	52	3	0	16.4	44	0	0	18.0	58	3	0	16.7	44	0	0	20.1	67	6	3	17.3	49	1	0	16.3	39	0	0
2013	17.3	45	4	1	16.0	39	1	0	17.2	47	3	0	16.2	37	3	1	19.6	64	5	2	16.7	41	2	1	15.6	35	1	0
2014	17.2	50	3	0	15.6	35	0	0	17.1	51	0	0	16.0	35	1	0	18.9	75	2	0	16.5	45	0	0	15.4	29	0	0
2015	18.5	41	6	5	17.2	39	5	1	19.0	52	4	7	17.5	39	5	3	20.6	58	10	8	17.9	44	5	3	16.9	38	3	1
2016	18.1	53	4	0	16.6	43	1	0	18.1	56	1	0	16.9	48	0	0	20.0	74	4	0	17.3	50	1	0	16.3	44	1	0
2017	18.5	53	6	1	16.9	52	3	0	18.5	50	7	2	17.3	47	4	0	20.3	63	8	3	17.5	50	3	1	16.8	45	2	1
2018	19.5	65	6	1	17.9	58	2	0	19.4	65	6	1	18.5	61	5	0	21.2	71	9	3	18.8	63	5	1	17.7	55	2	0
2019	18.1	41	3	4	16.8	41	3	1	18.6	47	8	1	17.0	38	3	2	20.4	61	6	5	17.5	41	3	4	16.4	35	4	0
2020	18.4	53	5	1	16.8	41	1	0	18.9	56	4	2	17.2	50	1	0	20.5	65	7	1	17.5	54	1	0	16.5	36	1	0
2021	17.2	43	2	0	16.1	29	0	0	17.5	47	0	0	16.1	31	0	0	19.6	64	6	0	16.5	33	0	0	15.8	25	0	0
2022	19.4	61	4	3	18.0	58	3	0	20.1	60	8	5	18.3	54	3	1	21.4	63	10	7	18.5	60	3	1	17.6	47	3	0

Tabelle A7: Tagesmitteltemperatur an sieben Messstationen und Häufigkeit der Tage nach Temperaturbereich während der warmen Jahreszeit von Mai bis September 2000 bis 2022. Als moderat heisse Temperaturen gelten Tagesmitteltemperaturen oberhalb der optimalen Temperatur bis <25°C, heisse Temperaturen sind Tagesmitteltemperaturen ab 25°C bis <27°C und sehr heisse Temperaturen entsprechen Tagesmitteltemperaturen ab 27°C. Für übrige Tage (Tagesmitteltemperatur ≤ optimale Temperatur) wurden keine temperaturbedingten Todesfälle geschätzt.

Jahr	Tagesmitteltemperatur (°C)				Häufigkeit Tage gemäss Temperaturbereich (in %)			
	Min	Max	Mittelwert	Median	moderat	heiss	sehr heiss	übrige
2000	9.6	26.4	17.4	17.5	55.6	0.3	0.0	44.1
2001	6.8	25.6	16.8	16.9	48.6	0.5	0.0	51.0
2002	3.6	27.3	16.7	16.9	48.7	2.2	0.2	48.8
2003	6.7	30.4	19.5	20.1	56.1	7.6	4.4	31.9
2004	4.8	26.0	16.9	17.1	49.8	0.7	0.0	49.5
2005	7.4	27.9	17.3	17.4	49.6	2.5	0.1	47.8
2006	5.8	27.4	17.9	17.8	48.3	4.3	0.3	47.2
2007	7.0	26.1	16.7	16.9	44.4	1.0	0.0	54.6
2008	6.3	26.3	16.9	17.1	46.4	0.7	0.0	52.8
2009	8.3	27.5	18.0	17.6	53.0	0.6	0.1	46.3
2010	6.9	27.0	16.7	16.5	41.1	2.1	0.1	56.7
2011	6.9	27.4	17.6	17.6	51.2	1.6	0.1	47.2
2012	5.9	27.2	17.5	17.8	50.4	1.9	0.4	47.3
2013	4.2	28.8	16.9	16.9	44.0	2.9	0.6	52.6
2014	6.5	26.8	16.7	16.8	45.7	0.8	0.0	53.5
2015	6.5	29.5	18.2	17.7	44.4	5.3	3.9	46.4
2016	4.7	26.1	17.6	17.7	52.6	1.6	0.0	45.8
2017	5.8	28.9	18.0	18.5	51.4	4.6	0.9	43.0
2018	8.5	28.1	19.0	19.2	62.7	4.9	0.7	31.7
2019	2.5	29.6	17.8	18.0	43.5	4.4	2.4	49.7
2020	6	27.8	18.0	18.3	50.8	2.8	0.6	45.8
2021	5.5	26.9	17.0	17.4	39.1	1.1	0.0	59.8
2022	8.3	28.8	19.1	19.5	57.7	5.1	2.2	34.9

Tabelle A8: Anzahl hitzebedingte Todesfälle nach Alter (unter 75 Jahre und ab 75 Jahre) und Geschlecht zwischen (Mai bis September) 2000 bis 2022 mit Unsicherheitsbereich (95%-Konfidenzintervall).

Jahr	Anzahl hitzebedingte Todesfälle zwischen Mai und September (mit 95%-Konfidenzintervall)				
	Total	Altersklasse		Geschlecht	
		Unter 75 Jahre	Ab 75 Jahre	Frauen	Männer
2000	302 (167 - 435)	99 (26 - 177)	204 (94 - 310)	136 (39 - 226)	167 (73 - 258)
2001	378 (244 - 507)	130 (50 - 209)	248 (138 - 353)	183 (81 - 284)	195 (98 - 290)
2002	389 (279 - 499)	119 (56 - 182)	270 (182 - 354)	232 (153 - 308)	157 (81 - 231)
2003	1402 (1157 - 1658)	420 (275 - 547)	983 (782 - 1196)	838 (653 - 1009)	564 (391 - 743)
2004	244 (129 - 350)	83 (19 - 144)	161 (69 - 251)	157 (75 - 240)	87 (8 - 167)
2005	421 (303 - 541)	126 (60 - 193)	295 (197 - 393)	284 (200 - 369)	137 (53 - 217)
2006	565 (420 - 712)	148 (71 - 222)	417 (296 - 538)	398 (294 - 501)	167 (63 - 271)
2007	213 (127 - 307)	71 (22 - 123)	143 (67 - 215)	166 (99 - 225)	47 (-20 - 111)
2008	242 (138 - 344)	69 (13 - 122)	173 (90 - 250)	169 (98 - 235)	73 (2 - 139)
2009	337 (219 - 463)	81 (9 - 150)	256 (156 - 350)	237 (149 - 318)	101 (10 - 188)
2010	391 (282 - 496)	94 (33 - 155)	297 (206 - 384)	280 (204 - 359)	111 (31 - 191)
2011	290 (181 - 390)	70 (13 - 122)	220 (128 - 310)	218 (140 - 293)	72 (-6 - 143)
2012	321 (206 - 434)	83 (18 - 148)	238 (142 - 331)	228 (142 - 312)	94 (9 - 178)
2013	332 (209 - 459)	72 (6 - 132)	260 (160 - 357)	203 (119 - 284)	129 (41 - 220)
2014	165 (81 - 256)	49 (3 - 96)	116 (40 - 190)	108 (44 - 169)	57 (-7 - 118)
2015	747 (544 - 935)	111 (-8 - 228)	637 (480 - 804)	426 (284 - 555)	322 (175 - 455)
2016	291 (141 - 439)	37 (-37 - 114)	254 (130 - 376)	163 (56 - 261)	128 (21 - 233)
2017	399 (229 - 572)	28 (-64 - 116)	370 (230 - 512)	239 (118 - 361)	160 (40 - 277)
2018	391 (198 - 579)	9 (-33 - 53)	381 (228 - 528)	267 (135 - 394)	124 (27 - 218)
2019	336 (196 - 477)	10 (-32 - 50)	326 (213 - 441)	195 (98 - 293)	141 (72 - 214)
2020	214 (72 - 355)	3 (-19 - 24)	210 (101 - 326)	137 (38 - 235)	76 (14 - 138)
2021	87 (-1 - 164)	0 (-7 - 8)	86 (25 - 150)	61 (3 - 115)	26 (0 - 51)
2022	474 (271 - 674)	0 (0 - 0)	474 (311 - 635)	274 (131 - 416)	199 (56 - 339)