

Klimawandel – Arbeiten bei Hitze

Arbeiterkammer

17.6.2024

Was ist Klima? Was ist Klimawandel?

Eine Einführung

Was ist „Klima“?



Klima ≠ Wetter



Anpassung an das Klima



Planetare Grenzen

- Klimawandel
- Versauerung der Ozeane
- Stratosphärischer Ozonabbau
- Biogeochemische Kreisläufe (Stickstoff und Phosphor)
- Süßwasserverbrauch
- Bodenverbrauch, Erosion und Landnutzungsänderung
- Biodiversitätsverlust
- Verschmutzung der Umweltmedien (Feinstaub, Chemikalien, usw.)

CO₂!

Treibgase sind Treibhausgase!

Lachgas!

Gesundheitsauswirkungen?

Drei unterschiedliche Wirkpfade

Drei Arten - Bedeutung

- Direkte Wirkungen sind einfach zu beschreiben, aber Extremereignisse sind schwer zu prognostizieren

z.B.: „Hitzewelle“ in Rom oder in Stockholm

- Indirekte Wirkungen: Einflüsse auf die Umwelt lassen sich leichter modellieren. Aber gesundheitliche Effekte sind häufig sehr komplex.

z.B.: Vektoren + Landnutzung + Welthandel + Gesundheitsversorgung

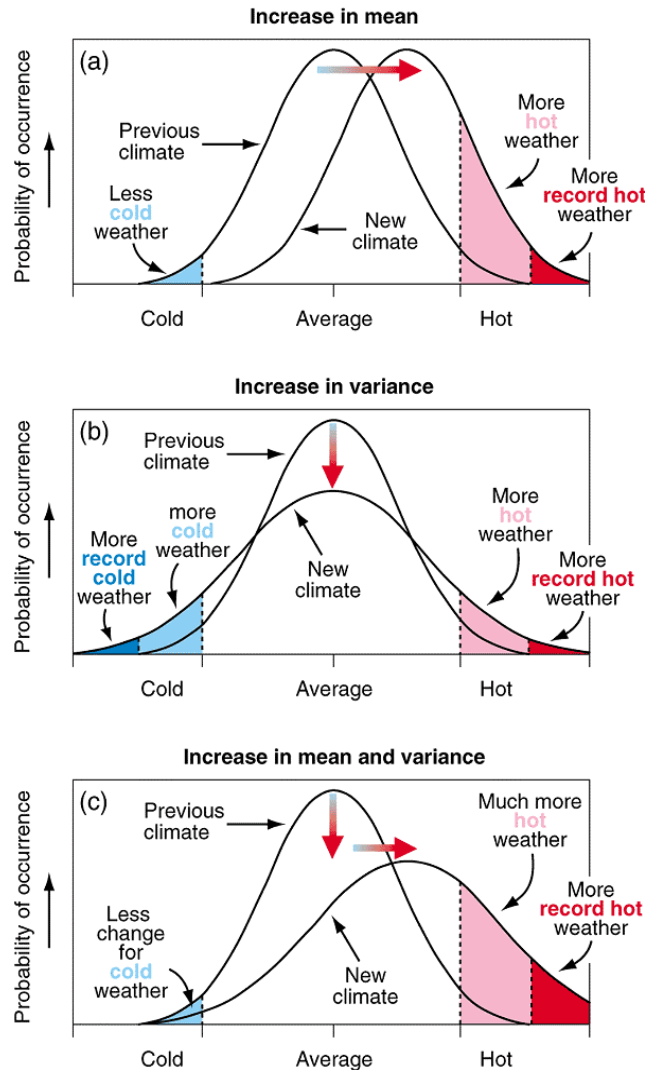
- Klimafolgen in anderen Weltregionen mit Relevanz für Österreich: Wahrscheinlich am bedeutendsten. Maßnahmen kommen zu spät.

z.B.: Handel – Aflatoxine in Lebensmittel; Tourismus – Tropenkrankheiten; Politik - Migrationsströme

Drei Arten von Klimafolgen

- Direkt: Unmittelbare Schäden durch Extrem-Wetter
 - Hitze, Kälte, Hagel, Flut, Dürre, Sturm
- Indirekt: Klimaänderung ändert unsere Umwelt
 - Krankheitsvektoren (z.B. tropische Stechmücken), allergene Pflanzen und Tiere, tropische Schimmelpilze, Algenblüten, Luftschadstoffe, Wasser- und Lebensmittelversorgung, Schutzfunktionen der Wälder, ...
- Globale Auswirkungen: Schäden in anderen Kontinenten
 - Hungersnöte, Kriege, Flüchtlinge, Handelsbeziehungen

Extremereignisse (Abb. nach IPCC 2001)



- Verschiebung im Mittel (z.B. wärmer), Variation bleibt gleich.

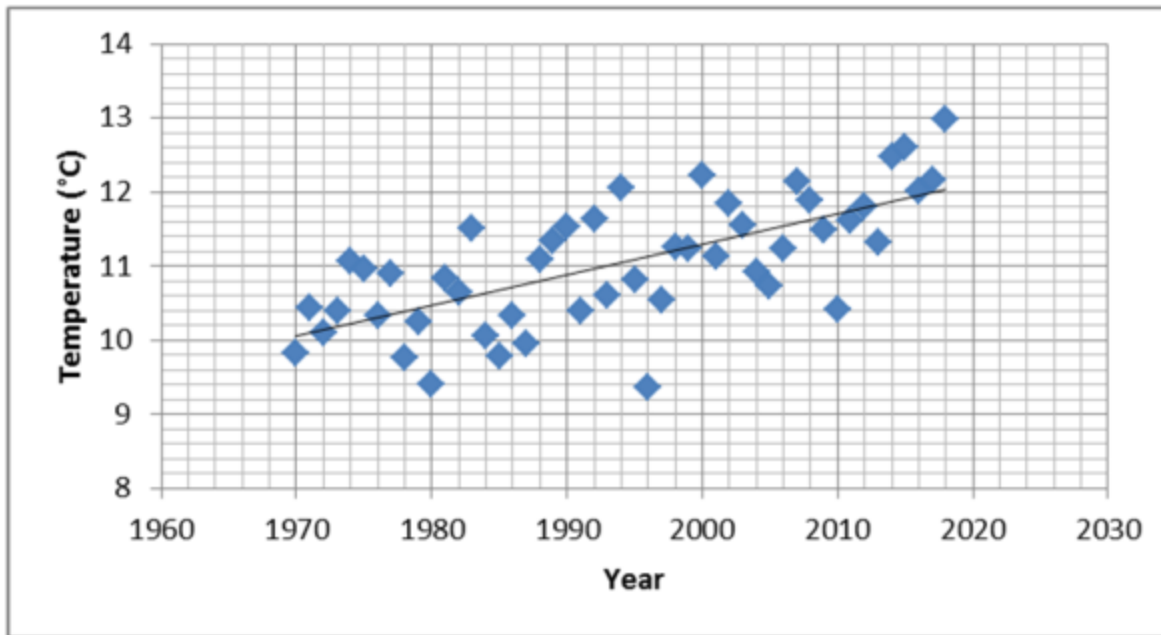
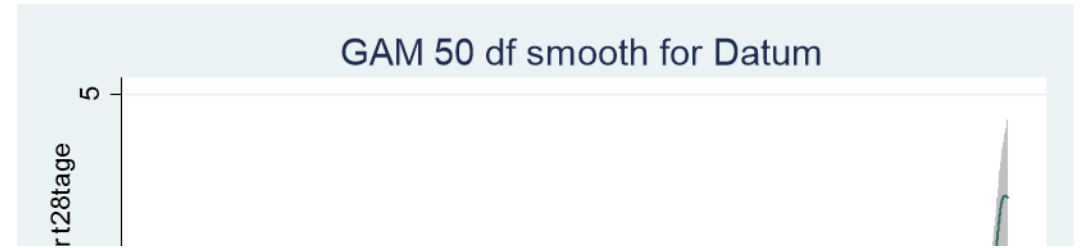
Geschwindigkeit der Änderung und der Anpassung entscheidend

- Zunehmende Variation

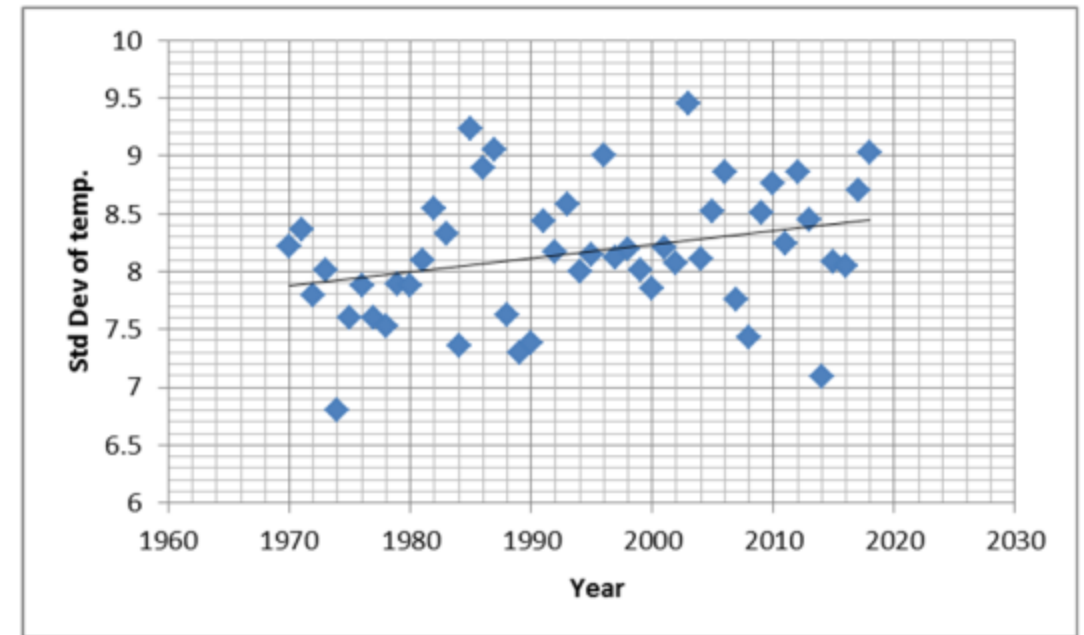
Anpassung jedenfalls erschwert

- Kombination aus beiden

Am Beispiel Wien



(a)



(b)

Figure 3. Time-trends in temperature: (a) annual means; (b) standard deviation.

Nicht-linearer Zusammenhang

- **Tägliche Todesfälle in Wien:**
 - Hohe (heiße) Temperaturen:
 - Starker unmittelbarer Effekt
 - (und Anzeichen von “harvesting”)
- Kalte Temperaturen:
- Schwache Effekte, aber über 14 Tage (und mehr)

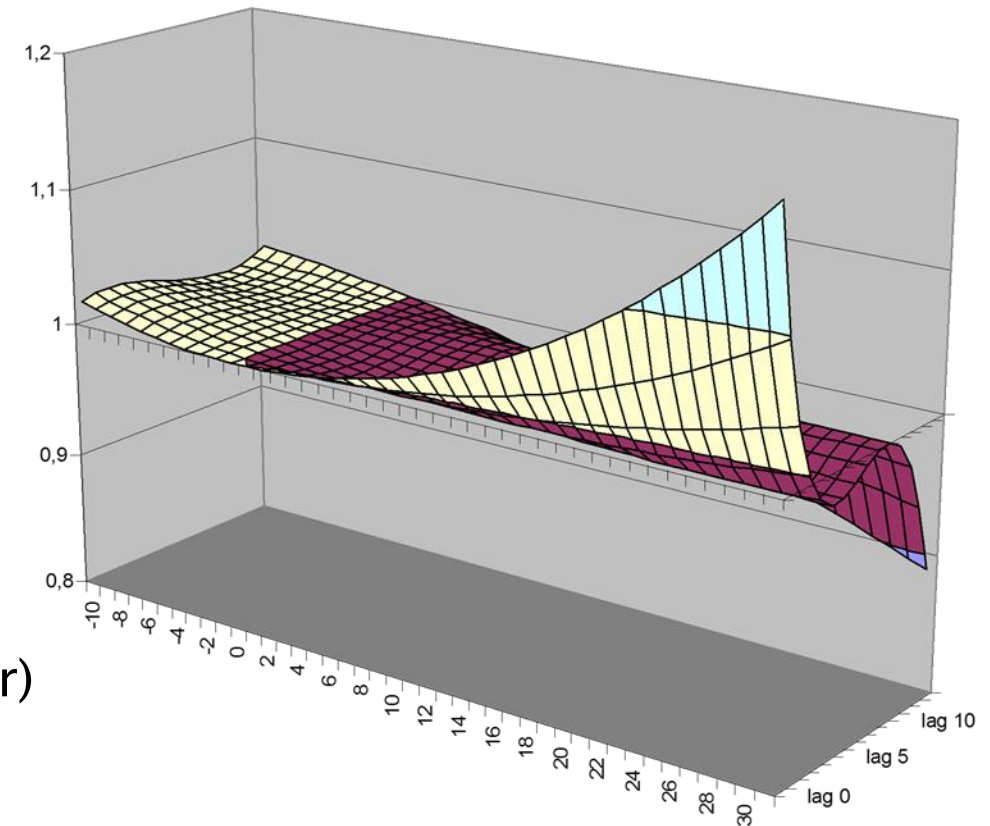
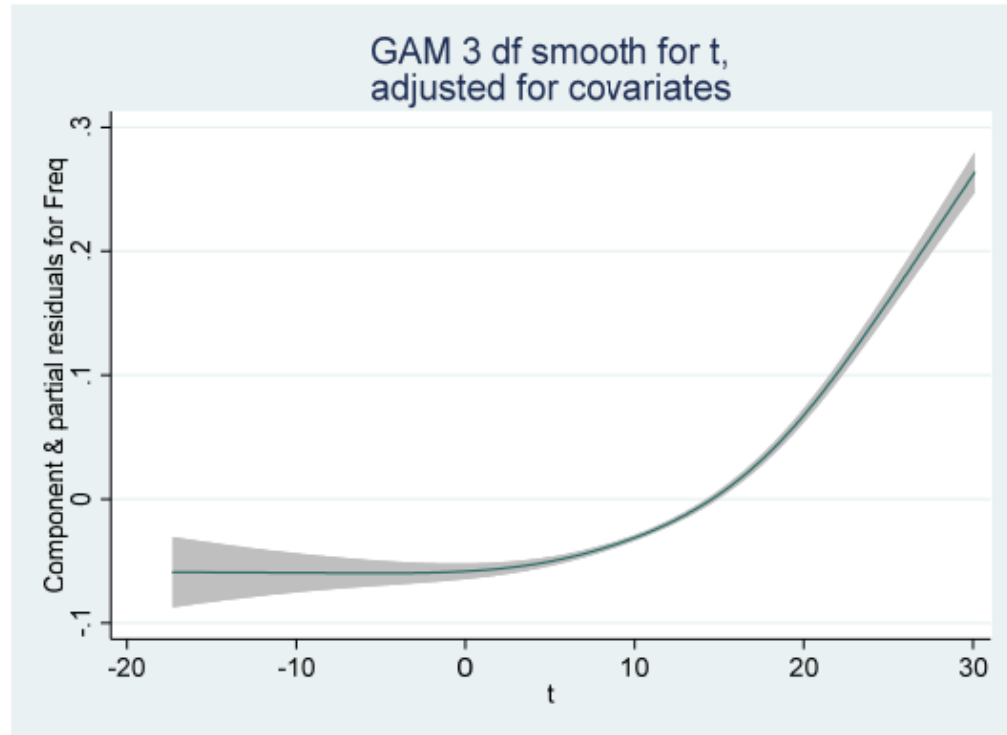


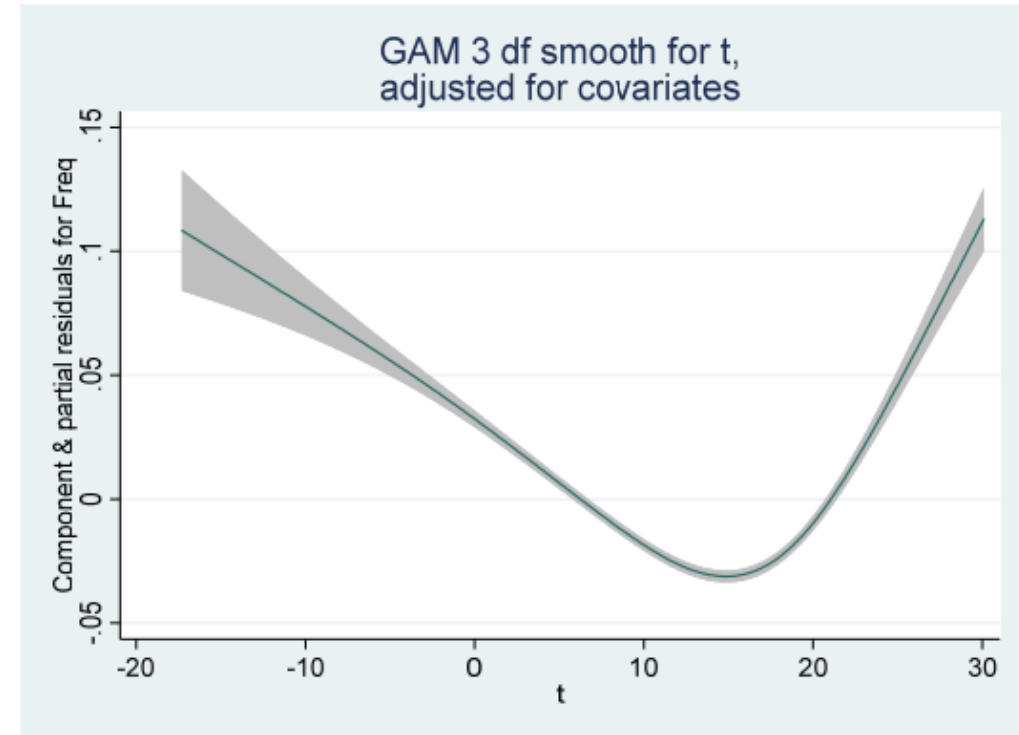
Abbildung durch ein einfaches Modell

- (a): „Linear threshold model“: Kein Effekt bis zu einer Temperaturschwelle, darüber linearer Anstieg der Sterblichkeit. (Chronischer Kälteeffekt extra im Modell!)
Schwellenwert aus der Regressionsanalyse abgeschätzt
- (b): „Quadratic polynomial function“: Todesfallzahlen als Funktion von Temperatur und Temperatur² in (Poisson) Regressionsanalyse geschätzt.
Berechnet das Minimum der Parabel durch Nullsetzung der ersten Ableitung
- Wir haben diese Modelle in gleitenden 5-Jahresintervallen eingesetzt und die Ergebnisse gegen die Zeit aufgetragen.

Am Beispiel Wien: tägliche Todesfälle



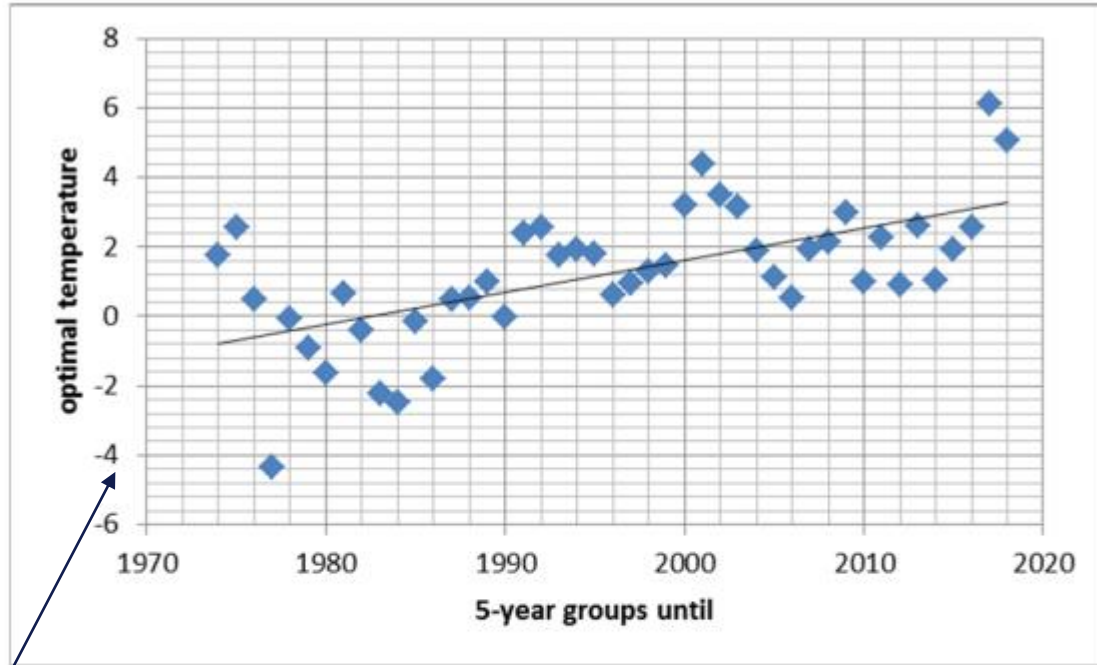
(a)



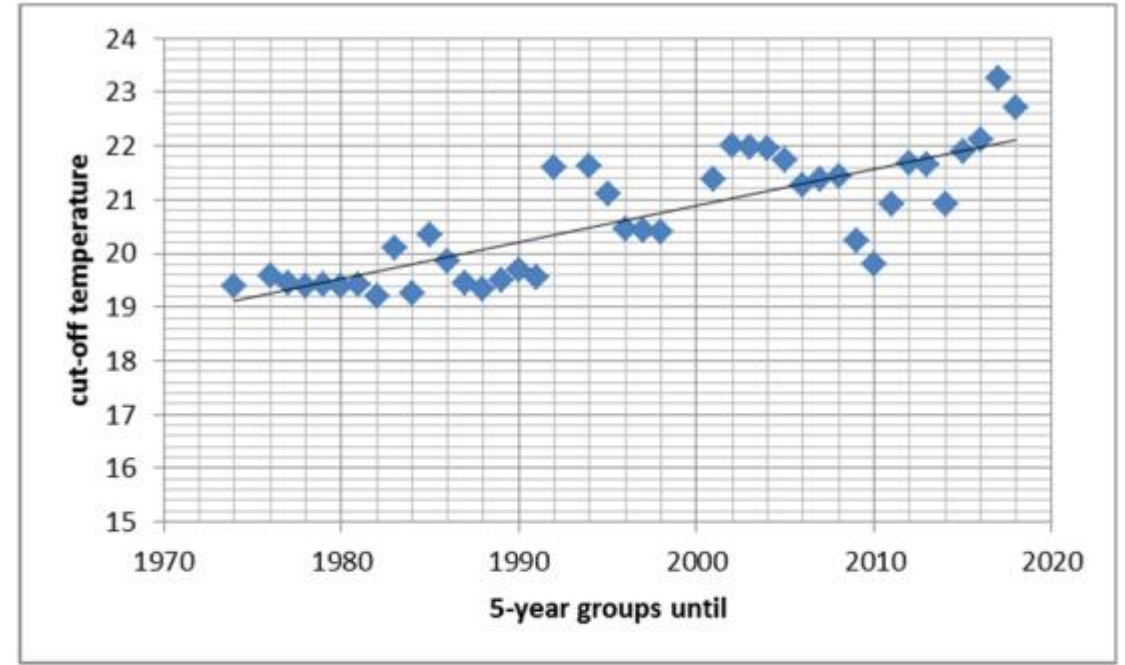
(b)

Figure 4. Shape of the dose-response function (spline with 3 degrees of freedom) between same-day temperatures ($^{\circ}\text{C}$); (a) in a model including average temperature over the previous 28 days, and (b) models not including chronic temperature effects.

Am Beispiel Wien: Hinweis auf Adaptierung?



(a)



(b)

Figure 5. Effect of adaptation to rising temperatures: Increase in optimal temperature (a) and in threshold temperature (b) calculated for 5-year periods.

Adaptierung?

Alles kein Problem?

Verschiedene Zeitskalen

- **Kultur und Infrastruktur**
 - Gebäude-Design, Regeln und Bräuche(z.B. „Siesta“)
- **Technische Lösungen**
 - Beschattungen, aktive und passive Klimatisierung
- **Physiologische Adaptierung**
 - Hautdurchblutung, Schweißproduktion
- **Verhaltensanpassung**
 - Kleidung, körperliche Aktivität, Diät, Flüssigkeitsaufnahme

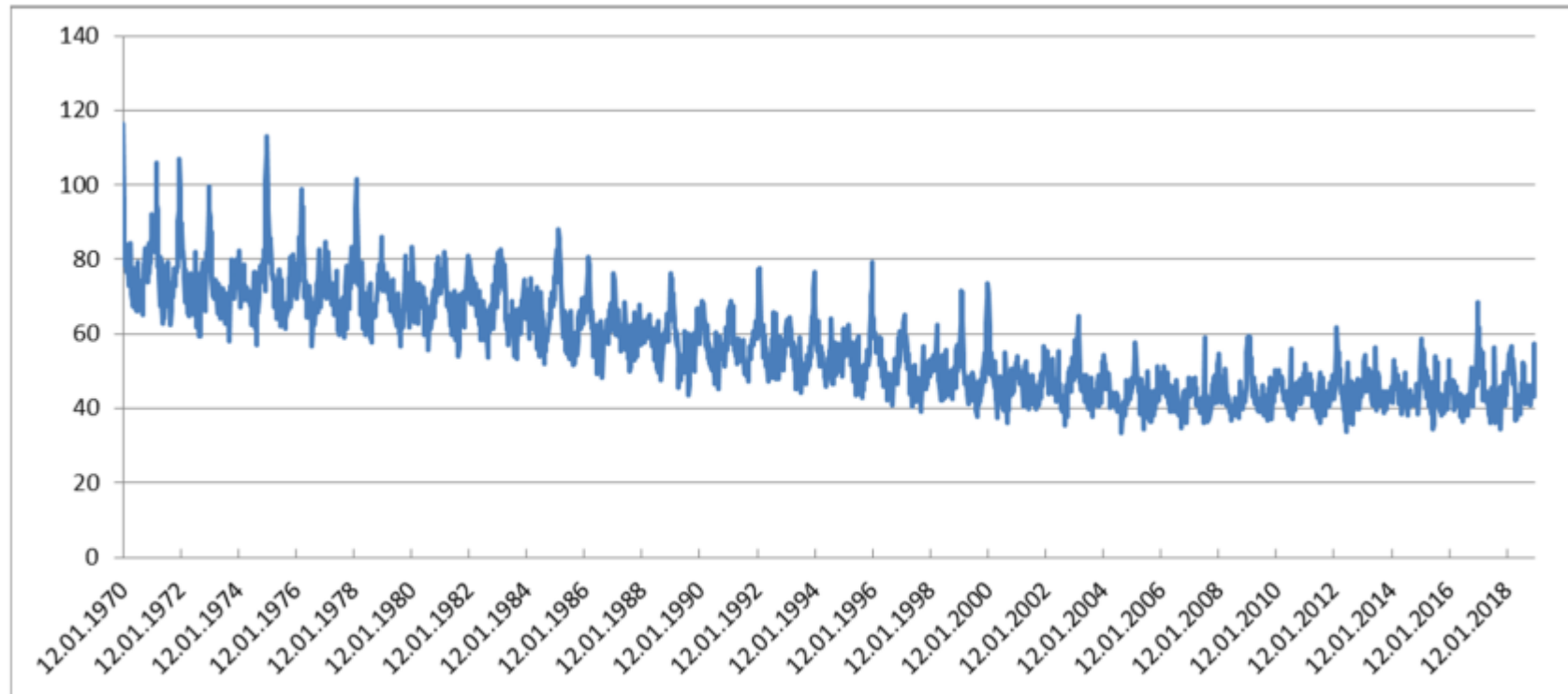
Darwinian selection

Konsequenzen

- Hitzewelle 2003 tötete viel mehr Europäer als vergleichbare folgende
- Eine Hitzewelle früh im Jahr ist gefährlicher als eine gegen Ende des Sommers
- Skandinavier sind besorgter über Hitzewellen als Südeuropäer
- Die saisonale Verteilung der Todesfälle ändert sich
- Gibt es Grenzen der Anpassung?

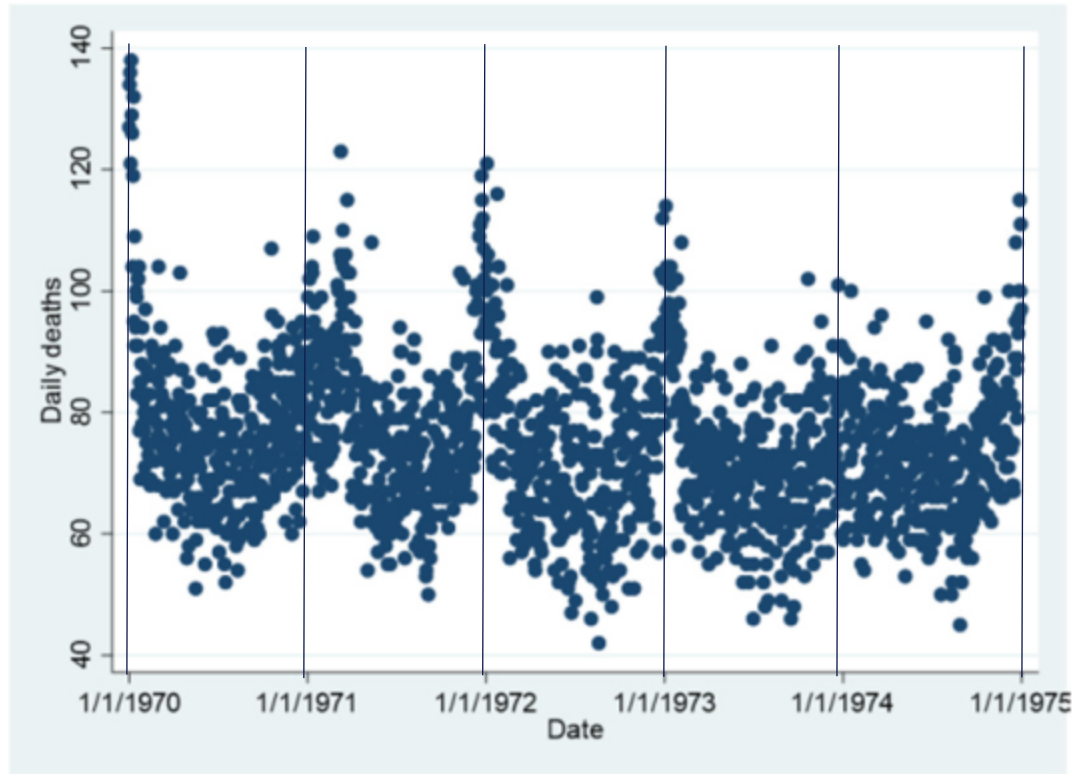
In anderen Weltgegenden bereits erreicht

Saisonale Schwankung der Todesfälle

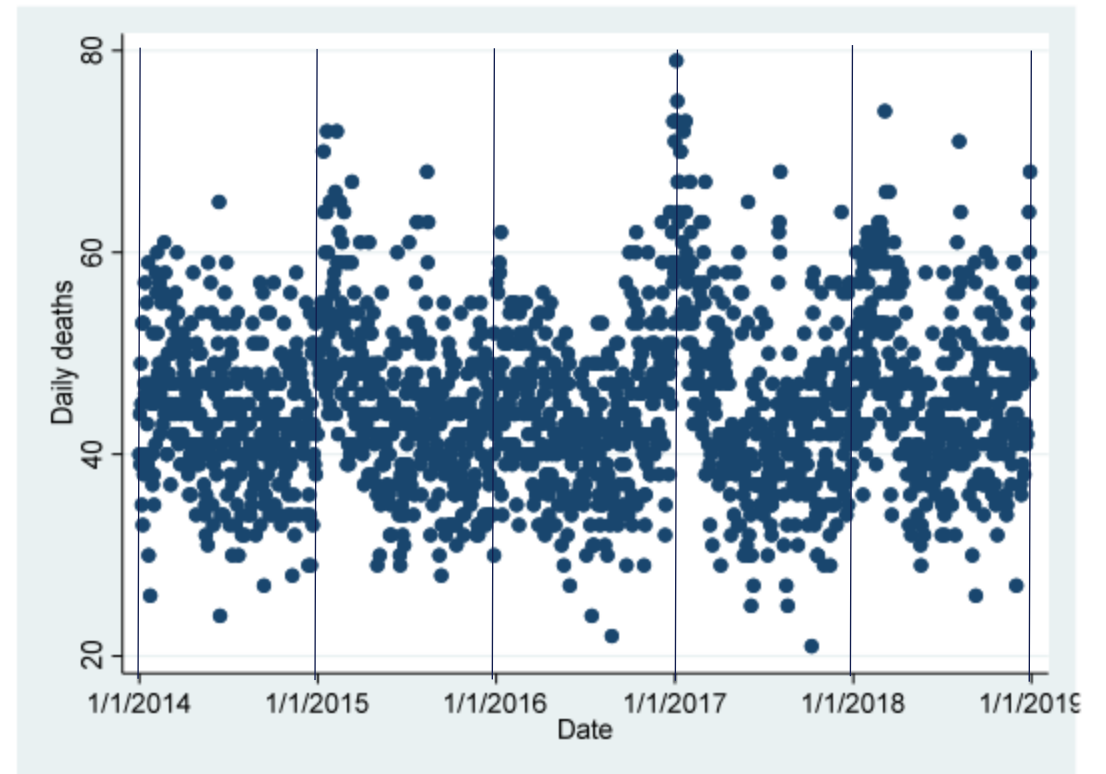


Wöchentliche Mittelwerte der Todesfälle in Wien Stete Abnahme bis nach 2000 und Regelmäßige Spitzen im Winter. In der letzten Dekade zusätzliche Spitzen im Sommer bei insgesamt konstanten Fallzahlen.

Neue Spitzen im Sommer...



(a)



(b)

Physiologie der Temperaturkontrolle

- Körper produziert immer einen Temperaturüberschuss
 - Durch Muskelarbeit, metabolische Aktivität, usw.
- Konstante Temperatur des Körperkerns (Gehirn) ist essentiell
- Konservierung der Wärme in kalter Umwelt:
 - Reduzierte Hautdurchblutung, Haut-fett, Körperbehaarung, (Kleidung, Verhalten)
- Abtransport überschüssiger Energie in warmer/heißer Umgebung:
 - Verstärkte Hautdurchblutung, Schweiß und Verdunstungskälte
 - Kühlung durch Verdunstung funktioniert besser bei niedriger Luftfeuchte

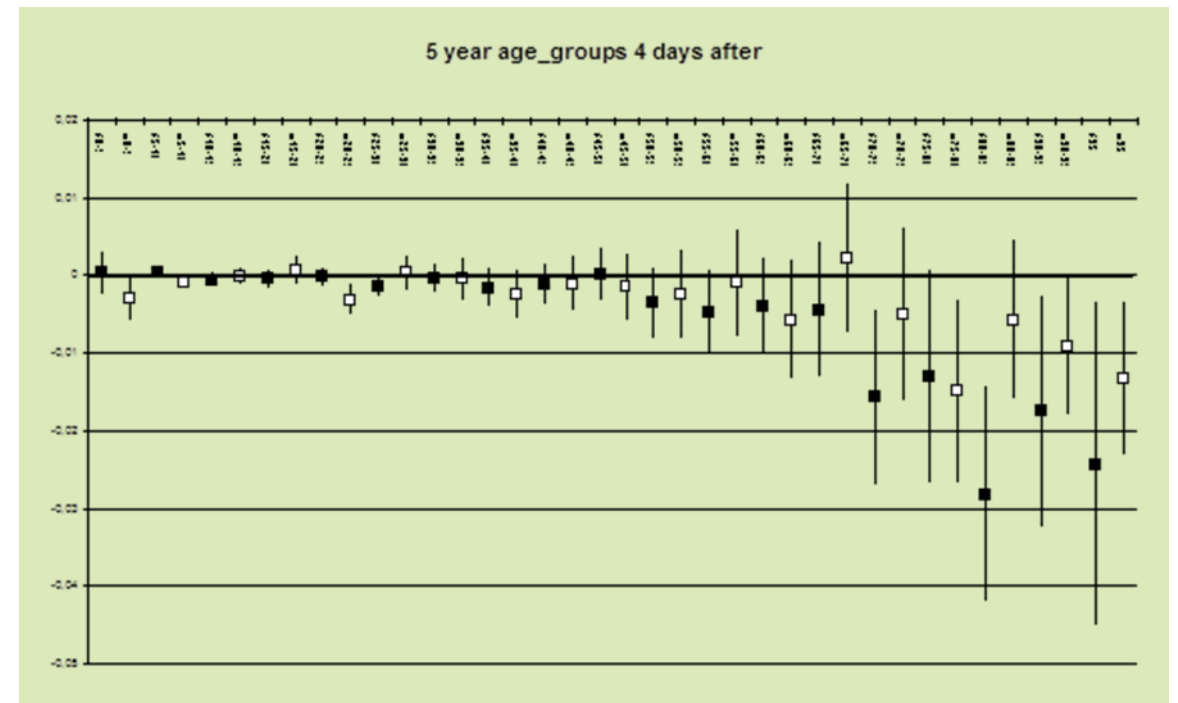
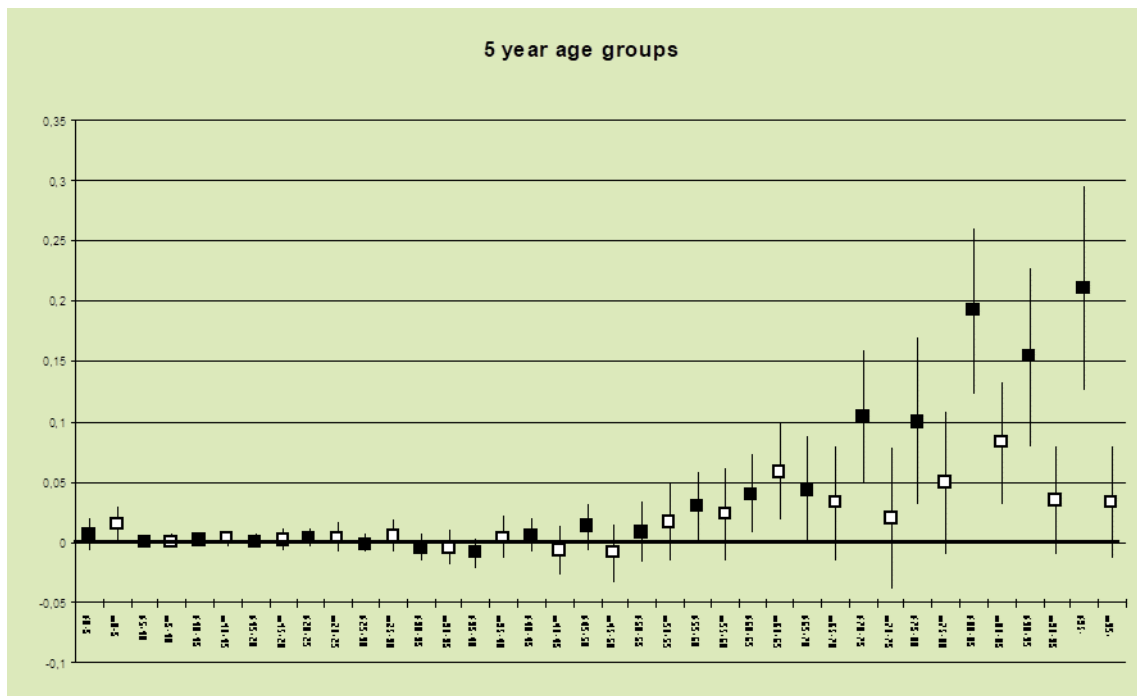
Perceived temperature is always a function of temperature and humidity!

Wer ist bedroht?

Nicht mein Problem?

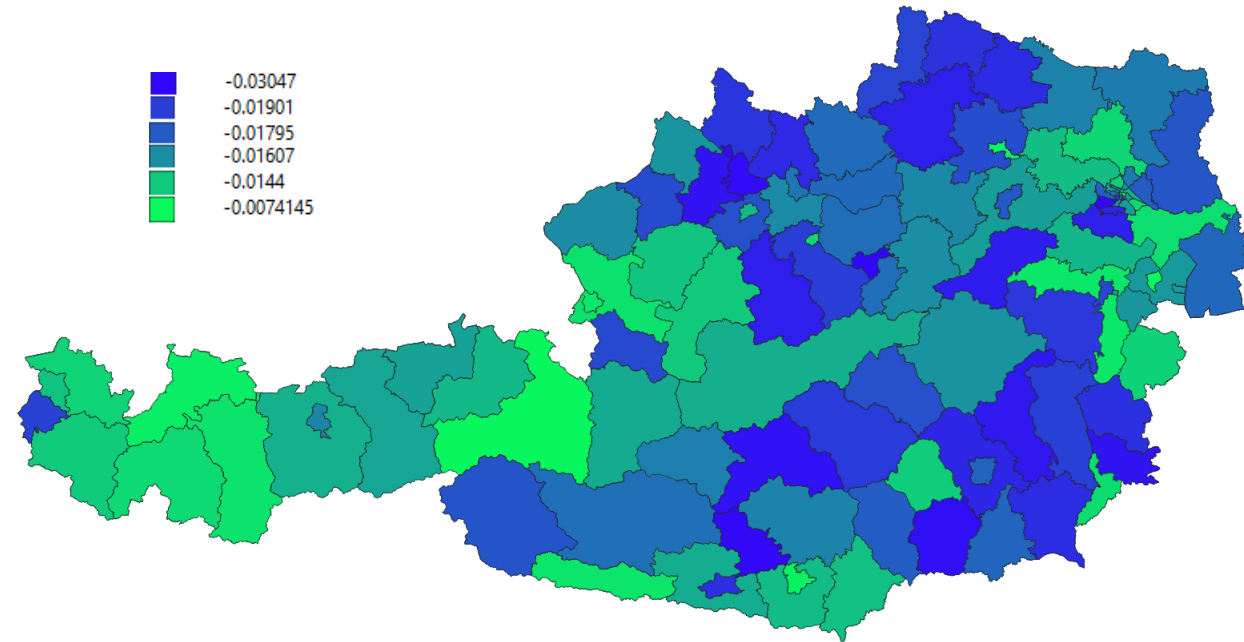
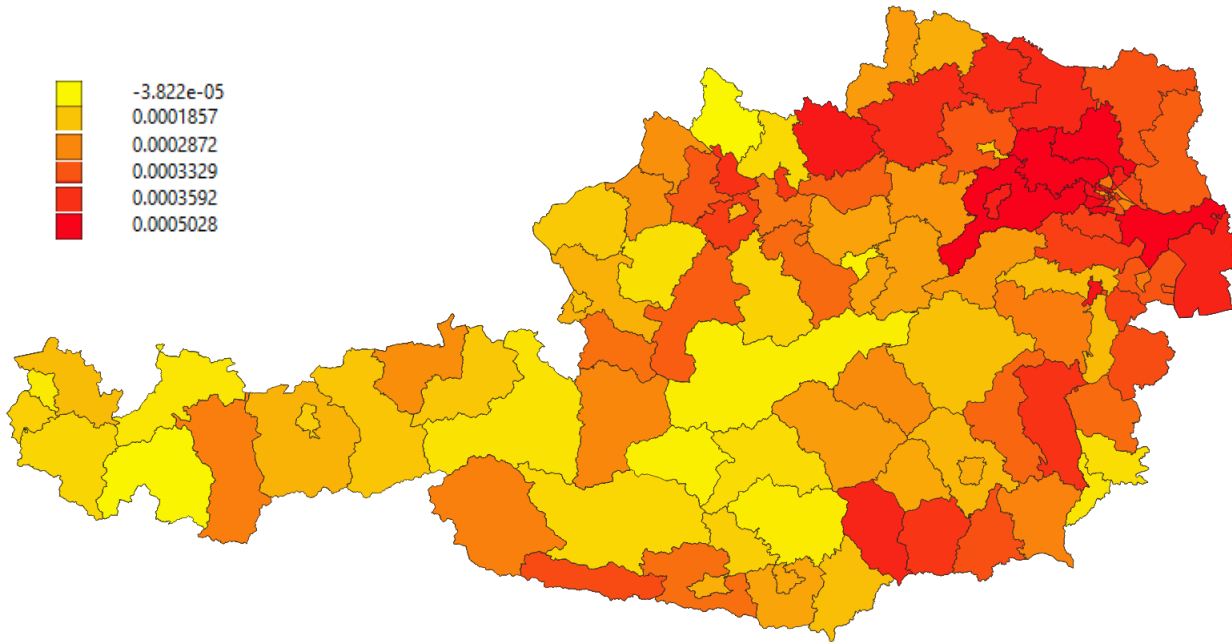
Kälteeffekte– Hitzeeffekte

Increase in daily deaths per 1°C temperature increase above 18°C.
5-year-age groups, males: white, females: black squares.



Decrease in daily deaths per 1°C temperature increase below 18°C.
5-year-age groups, males: white, females: black squares.

Bezirke in Österreich



(Relatives) Sterberisiko bei Hitze und bei Kälte:

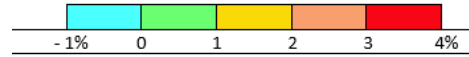
- Metaregression: geringe Einflüsse von durchschnittlicher Ozon-Konzentration je Bezirk
- Metaregression: durchschnittliche Temperatur und sozioökonomische Indikatoren wichtiger
- Interaktion in Zeitreihenstudien: kein Einfluss von zeitgleicher Ozonkonzentration auf Temperatureffekt

Todesursachen

Hitzewelle 2003
In Wien

<i>Untergruppe</i>	<i>Kysely-Episode</i>		<i>Grippe-Tage</i>	
	<i>RR</i>	<i>95% KI</i>	<i>RR</i>	<i>95% KI</i>
Alle Todesfälle	1,078	1,049 - 1,108	1,095	1,078 - 1,112
Erste 3 Tage	1,027	1,008 - 1,047		
Rest der Kysely-Episode	1,021	1,010 - 1,032		
Herz-Kreislauf	1,061	1,022 - 1,101	1,105	1,083 - 1,128
Atemwege	1,243	1,093 - 1,414	1,333	1,242 - 1,432
Alle anderen Ursachen	1,064	1,022 - 1,108	1,05	1,029 - 1,072
Traumatische TU	1,102	0,988 - 1,230	1,037	0,981 - 1,096
Traumat. TU männlich	1,157	1,010 - 1,326	1,031	0,959 - 1,108
Traumat. TU weiblich	1,043	0,889 - 1,223	1,06	0,972 - 1,155
Mädchen bis 5 Jahre	0,731	0,485 - 1,101	1,077	0,870 - 1,335
Knaben bis 5 Jahre	1,175	0,816 - 1,692	1,044	0,855 - 1,273
Frauen ab 65 Jahre	1,081	1,057 - 1,105	1,083	1,069 - 1,096
Männer ab 65	1,013	0,984 - 1,0428	1,049	1,034 - 1,064
Alle Männer	1,099	1,076 - 1,123	1,081	1,067 - 1,095
Ln Ratio dicht/dünn besiedelt	1,029	0,986 - 1,074	1,021	0,997 - 1,046
Ln Ratio Extrembezirke	1,065	0,987 - 1,149	n.s.	-

Noch nicht so schlimm!?



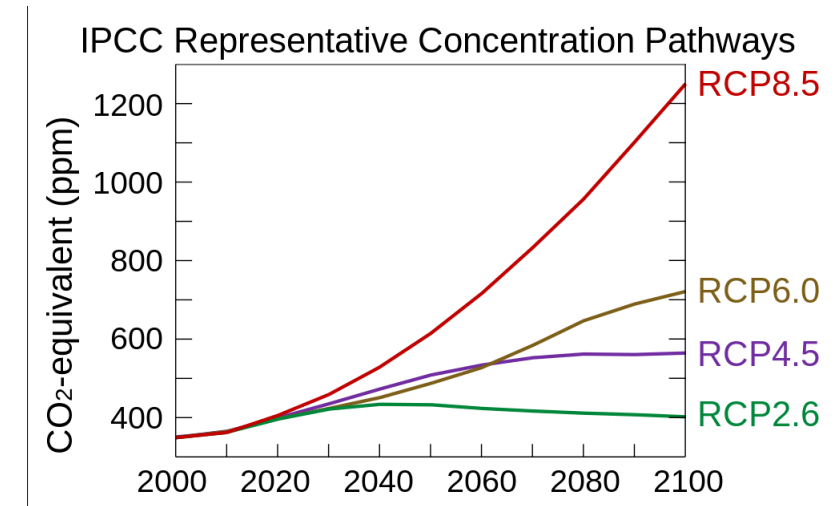
Scenario	2035–2064	2070–2099
RCP 2.6		
RCP 6.0		
RCP 8.5		

Attributable fraction (in %) of total temperature (cold and heat) associated mortality in Austria according to Martínez-Solanas et al. (2021).

Derzeit überwiegen „bei uns“ noch die Vorteile milderer Winter. Das wird sich bis Mitte / Ende des JH ändern!

In anderen Weltgegenden sind bereits die Grenzen der Anpassungsfähigkeit erreicht bzw. überschritten!

Representative Concentration Pathway (RCP):
(radiative forcing in W/m^2)



Und die arbeitende Bevölkerung in Österreich?

- Nicht jeder arbeitet in einem klimatisierten Büro!
- Körperlich belastende Arbeit
 - Betrifft beispielsweise auch den Gesundheitssektor
- Outdoor Arbeit
 - Am Bau
 - In der Landwirtschaft
- Zusätzliche Hitzequellen an Industriearbeitsplätzen
- Oder auch durch Büro-Infrastruktur (IT)



kleine, aber relevante Bereiche

Klimawandel und der Gesundheitssektor

Mehrfache Betroffenheit des Gesundheitssektors:

- Betroffen von Auswirkungen des Klimawandels
 - Patient:innen
 - Gesundheitspersonal
 - Gefährdung der Versorgungssicherheit (siehe z.B. bei Hochwasser)
- Mitverursacher des Klimawandels
- → Maßnahmen zum Umgang damit erforderlich!

Selbst wenn es uns nicht umbringt ...

- Verringerte Arbeitsleistung
- Höhere Fehleranfälligkeit
 - Schlechte Schlafqualität in heißen Nächten
 - Flüssigkeits- und Elektrolytverlust
- Aggressiveres Verhalten
- Maladaptatierung, z.B. riskanteres Verhalten
 - (z.B. „Fenster runter und Gas geben“)

...es kann immer noch tödlich sein!
(für uns und für Andere: medizinische Berufe!)

Neue Berufsgruppen im Fokus

- Hitzearbeit (Hochofen, ...) immer schon: technischer AN-Schutz
- Büros, Schulen, **Pflege- und Gesundheitsberufe**: Doppelte Belastung
 - Schlecht erholt nach heißer Nacht
 - Mehr und schwerere Fälle (Notfälle)
- Anstieg von Aggressionen, Müdigkeit, Fehlern
- Wärmequellen im Gebäude

- Outdoor-Arbeitsplätze: Umstellung bei Arbeitszeiten?

Biologische
Gesundheit

Behaglichkeit
Wohlbefinden
Leistung

Eigene
Reihentests
an Schülern

Bau
Land & Forst

Danke für Ihr Interesse!

Abteilung Umwelthygiene & Umweltmedizin

hanns.moshhammer@meduniwien.ac.at