

## Volkswirtschaftliche Effekte der Hitze

**Die Sommertemperaturen nehmen mit fortschreitendem Klimawandel zu. Dies führt auch zu einer höheren Hitzebelastung der Zürcher Bevölkerung. Welche Auswirkungen hat dies für die Gesundheit, die Arbeitsproduktivität und damit die volkswirtschaftlichen Kosten?**

Autorin:  
Valentina Nesa, Praktikantin  
Abteilung Luft, Klima und Strahlung  
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft  
valentina.nesa@hotmail.com

Auskunft:  
Niels Holthausen  
Abteilung Luft, Klima und Strahlung  
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft  
Telefon 043 259 43 20  
niels.holthausen@bd.zh.ch  
www.zh.ch/klima



Grosse Hitze senkt die Arbeitsproduktivität und erfordert besondere Aufmerksamkeit, um Gesundheitsschäden zu verhindern. Das gilt besonders für körperliche Arbeit hoher Intensität.  
*Quelle: V. Nesa*

### Themenschwerpunkt: Aktivitäten zum Klimawandel

Der Klimawandel ist eine der grössten Herausforderungen unserer Zeit. Von Seite 5 bis 46 widmet sich diese Ausgabe daher den aktuellen Aktivitäten von Kanton und Gemeinden im Klimaschutz und bei der Anpassung an den Klimawandel.

Hitze ist schon heute ein ernsthaftes Gesundheitsproblem. Hohe Temperaturen können verschiedene Symptome auslösen (Zusatzinfo rechts) und bis zum Hitzschlag mit Todesfolge führen. Zudem können sie die Arbeitsproduktivität erheblich beeinträchtigen.

#### Immer grössere Hitzebelastung

Durch den Klimawandel werden die Temperaturen weiter zunehmen. Damit wird es künftig mehr und heissere Hitzetage geben (Grafik Seite 24). Wegen des Wärmeinseleffekts wird die Temperaturzunahme in Städten besonders ausgeprägt sein.

In einer neuen Studie wurden die Folgen von Hitzebelastung für die Gesundheit (Anzahl hitzebedingter Todesfälle) und die Arbeitsproduktivität (volkswirtschaftliche Kosten) im Kanton Zürich untersucht und bewertet – eine Zusammenarbeit der Professur Wetter- und

#### Symptome bei Hitzestress

- Hohe Körpertemperatur
- Erhöhter Puls
- Schwäche, Müdigkeit
- Kopfschmerzen
- Muskelkrämpfe
- Trockener Mund
- Verwirrtheit, Schwindel, Bewusstseinsstörungen
- Übelkeit, Erbrechen, Durchfall

Wer diese Symptome bei sich wahrnimmt, sollte sich an einen möglichst kühlen, schattigen Ort begeben, hinlegen, etwas trinken und sich mit kaltefeuchten Tüchern kühlen. Tritt keine Besserung auf, sollte ein Arzt konsultiert werden.

Weitere Informationen in Kürze unter:  
[www.zh.ch/gesundheit](http://www.zh.ch/gesundheit)

Klimarisiken der ETHZ, dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) und unter Einbezug des Swiss Tropical and Public Health Institute (Swiss TPH).

### Was die Folgen von Hitze bestimmt

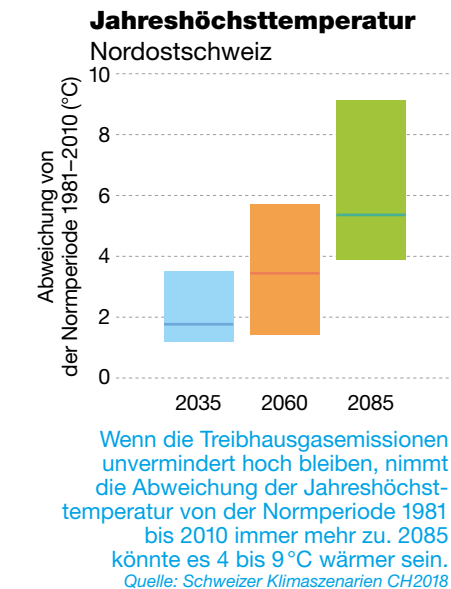
Das Ausmass der Hitzefolgen hängt von Häufigkeit und Intensität von Hitzetagen ab (Gefahr) sowie von der Exposition und Verletzlichkeit der Bevölkerung (Abbildung unten). Anhand dieser Faktoren wurden die hitzebedingten Todesfälle und die Kosten durch Produktivitätsverlust je für ein Szenario mit und ohne umfassenden weltweiten Klimaschutz berechnet.

### Gefahr: Wie heiss es wird und wie oft

Die Gefahr wird durch die Anzahl und Intensität von Hitzetagen mit Temperaturmaxima über 30°C repräsentiert. Die Wärmebelastungs- beziehungsweise Temperaturverteilung während solcher Tage wurde mit den Klimakarten des Kantons Zürich ermittelt (Zusatzinfo unten). Die künftige Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hitzetagen wurde den Schweizer Klimaszenarien CH2018 entnommen.

### Exposition: Wer und wie viele der Hitze ausgesetzt sind

Für die Ermittlung der Arbeitsproduktivitätsverluste wurde die Anzahl und räumliche Verteilung der arbeitenden Personen auf Basis von Beschäftigungszahlen des Bundesamts für Statistik (Statistik der Unternehmensstruktur – STATNET) bestimmt. Demnach führen im Kanton Zürich 58 Prozent der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer haupt-



### Sterblichkeit und Hitzebelastung

Eine wesentliche Komponente, die den Berechnungen zugrunde liegt, sind sogenannte «Relative Sterberisiko-Funktionen», die vom Swiss TPH zur Verfügung gestellt wurden. Diese zeigen die Exposition-Wirkungs-Beziehung zwischen Temperatur und Sterblichkeit und wurden im Rahmen von medizinischen Studien entwickelt. Da ältere Menschen besonders hitzeempfindlich sind, wurden im vorgestellten Projekt unterschiedliche Funktionen für die Altersklasse unter 75 und ab 75 Jahre verwendet.

sächlich kognitive Aufgaben durch, 32 Prozent körperliche Arbeiten mittlerer Intensität und 10 Prozent körperliche Arbeiten hoher Intensität. Für die Bestimmung der hitzebedingten Todesfälle wurde die Anzahl und räumliche Verteilung der exponierten Personen der Bevölkerungsstatistik des Bundesamts für Statistik (Statistik der Bevölkerung und der Haushalte – STATPOP) entnommen.

Die Zukunftsszenarien stammen aus den Bevölkerungsprognosen des Statistischen Amtes des Kantons Zürich (Prognosemodell BP2019) bis 2040 und wurden bis 2050 extrapoliert. Darin berücksichtigt sind sowohl die erwartete Bevölkerungszunahme (vor allem in städtischen Gebieten) sowie die Änderung der Altersverteilung. Die derzeit 1.5 Millionen Zürcher Einwohnerinnen und Einwohner werden bis 2035 auf 1.8 Millionen

und bis zur Mitte des Jahrhunderts auf knapp über 2 Millionen ansteigen. Der Anteil der über 75-Jährigen wird bis 2050 von acht Prozent auf 13 Prozent steigen.

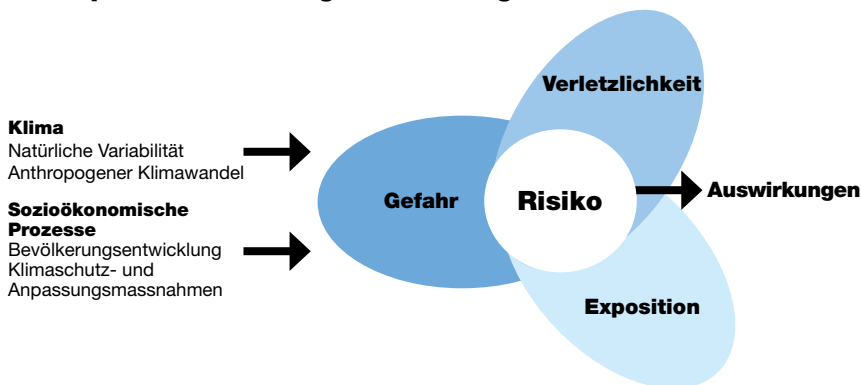
### Verletzlichkeit: Wer wie anfällig ist

Die Verletzlichkeit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer wird durch die körperliche Intensität der ausgeführten Tätigkeiten beeinflusst. So wurden die Berufe in drei Kategorien eingeteilt, und für jede von ihnen wurde bestimmt, wie stark sich die Arbeitsproduktivität bei zunehmender Wärmebelastung verringert. Für die hitzebedingten Todesfälle wurde auf medizinische Studien zur Sterblichkeit bei Hitze zurückgegriffen (Zusatzinfo oben).

### Klimakarten des Kantons Zürich

Als Grundlage für die Analyse der volkswirtschaftlichen Kosten und der hitzebedingten Todesfälle wurden Temperaturmessungen sowie Klimakarten des Kantons Zürich verwendet. Diese zeigen flächendeckend und in einer hohen räumlichen Auflösung die Klimabedingungen im Kanton. Speziell für dieses Projekt wurden Karten verwendet, die die Verteilung der Temperatur und der Wärmebelastung während eines Hitzetages zeigen. Die Klimakarten stehen im kantonalen GIS-Browser als Open-Data zur Verfügung und sind unter [www.zh.ch/klima](http://www.zh.ch/klima) (→ Klimakarten) beschrieben und verlinkt.

### Konzept zur Berechnung der Hitzefolgen



Konzept zur Berechnung der volkswirtschaftlichen und gesundheitlichen Auswirkungen der Hitze. Veränderungen sowohl des Klimasystems als auch der sozioökonomischen Prozesse wirken auf das Risiko und beeinflussen damit die Auswirkungen.

Quelle: Vereinfacht nach IPCC

### Kosten der reduzierten Arbeitsproduktivität

Die volkswirtschaftlichen Kosten einer Hitzeperiode hängen wesentlich davon ab, wie stark die Produktivität durch die Hitze sinkt. Als Referenz wird ein mittlerer aktueller Sommer verwendet. Für diesen belaufen sich die jährlichen Auswirkungen der Hitze auf die Arbeitsproduktivität für den Kanton Zürich gemäss Berechnungen auf rund 155 Mio. Franken (Grafik rechts).

Betroffen sind vor allem Berufsgruppen mit intensiver körperlicher Tätigkeit. Zum Vergleich: Die jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten der Grippe durch Ausfallzeiten liegen im Kanton Zürich bei rund 40 Mio. Franken.

Bis ins Jahr 2035 werden sich die Auswirkungen in einem mittleren Sommer infolge der zunehmenden Hitze und der Bevölkerungsentwicklung auf 225 bis 245 Mio. Franken erhöhen.

Wesentliche Unterschiede zwischen Szenarien mit und ohne engagiertem, weltweitem Klimaschutz werden erst Mitte des Jahrhunderts deutlich: Mit Klimaschutz würden die Kosten der reduzierten Produktivität im Vergleich zu 2035 nur leicht ansteigen. Im Szenario ohne Klimaschutz dagegen nehmen die Auswirkungen der Hitze erheblich zu und weisen 2050 schon Produktivitätsverluste von knapp 400 Mio. Franken auf.

### Mehr hitzebedingte Todesfälle

Auch die hitzebedingten Todesfälle werden in den nächsten Jahrzehnten zunehmen. Die Berechnung ergibt, dass in einem mittleren Sommer im Kanton Zürich aktuell jährlich etwa 25 Todesfälle durch Hitze verursacht werden. Drei Viertel davon betreffen ältere Menschen (Grafik rechts) – die am meisten gefährdete Bevölkerungsgruppe.

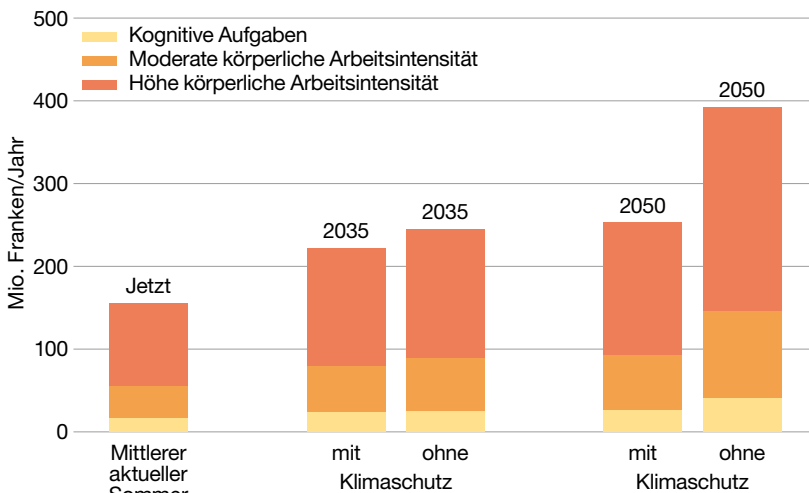
Wie bei den Auswirkungen auf die Arbeitsproduktivität wird bis ins Jahr 2035 erwartet, dass die Zahl der hitzebedingten Todesfälle im Kanton Zürich aufgrund des Klimawandels und der Bevölkerungsentwicklung zunehmen wird (auf 35 bis 40 Todesfälle in einem mittleren Sommer).

Bis Mitte des Jahrhunderts steigt diese Zahl mit Klimaschutzmassnahmen auf knapp über 40. Ohne Klimaschutz nehmen die hitzebedingten Todesfälle jedoch deutlich auf rund 65 zu.

### Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung als Treiber

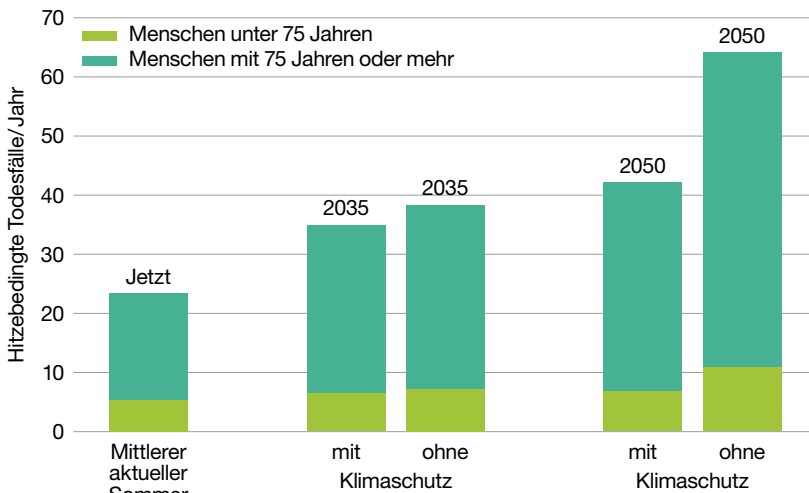
Der Klimawandel trägt im Vergleich mit der Bevölkerungsentwicklung zunächst mehr zur prognostizierten Zunahme der

### Produktivitätsausfall nach Art der Arbeit



Erwartete Entwicklung der jährlichen Kosten für Produktivitätsausfälle im Kanton Zürich. 2050 sieht man den erheblichen Unterschied zwischen den Szenarien mit und ohne Klimaschutz. Quelle: AWEL

### Hitzebedingte Todesfälle nach Altersklasse



Erwartete Entwicklung der jährlichen hitzebedingten Todesfälle im Kanton Zürich. 2050 sieht man den erheblichen Unterschied zwischen den Szenarien mit und ohne Klimaschutz. Quelle: AWEL

Auswirkungen durch Hitze bei (Grafiken Seite 26). Besonders ausgeprägt ist dies in den Szenarien ohne Klimaschutz, in denen er im Jahr 2050 für 68 Prozent des Anstiegs der Produktivitätsverluste und für 65 Prozent der Zunahme der hitzebedingten Todesfälle verantwortlich ist. Nur beim engagierten, weltweiten Klimaschutz wird ab Mitte des Jahrhunderts der Einfluss der Bevölkerungsentwicklung eine dem Klimawandel gleichwertige oder grössere Rolle spielen, nämlich 50 Prozent bei den Arbeitsproduktivitätsverlusten beziehungsweise 59 Prozent bei der Gesundheitsbelastung.

### Extremereignisse verursachen die meisten Auswirkungen

Die bisher vorgestellten Ergebnisse geben einen Hinweis auf die volkswirtschaftlichen und gesundheitlichen Auswirkungen eines mittleren Sommers. Aber bereits heute treten Extremereignisse auf. Der ausserordentlich trockene Sommer 2018 (Themenheft zum Trockensommer, ZUP 94, Juli 2019) und die Hitzewellen des vergangenen Jahrs sind Beispiele dafür.

Anhand von Temperaturmessungen des Kantons Zürich (Artikel «Der Hitzebelastung auf der Spur», Seite 21) wurden exemplarisch die Auswirkungen für die Hitzewelle vom 24. Juni bis 1. Juli 2019 berechnet. Diese Hitzewelle war vergleichsweise früh im Jahr und mit



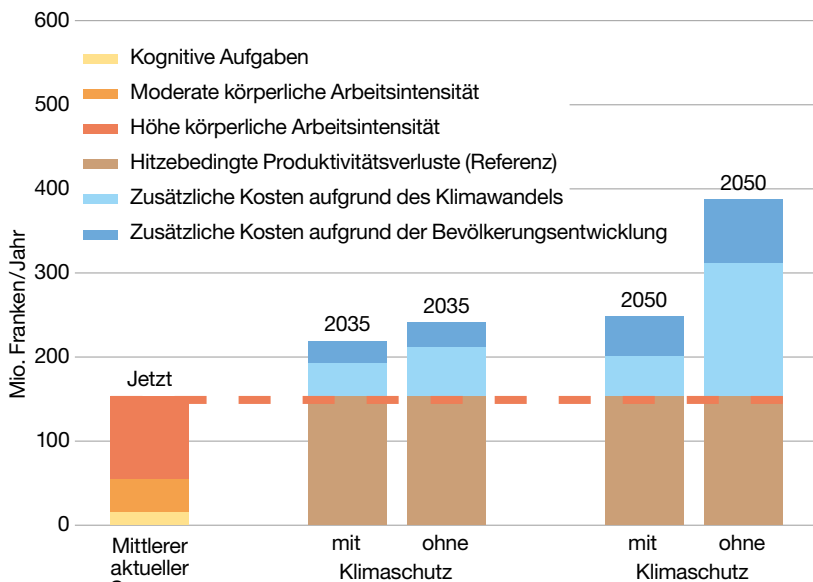
acht aufeinanderfolgenden Hitzetagen besonders lang und heiss. Die Tagesmaximumtemperatur lag an vielen Orten und mehreren dieser Tage über 35°C. Die berechneten Hitzefolgen entsprechen etwa den für einen gesamten mittleren Sommer im Jahr 2035 prognostizierten Werten: 215 Mio. Franken Produktivitätsverluste und 37 hitzebedingte Todesfälle. Vom 22. bis zum 27. Juli folgte eine weitere, kürzere, aber ebenso intensive Hitzeperiode.

Berücksichtigt man alle Hitzetage des vergangenen Sommers – die Hitzewellen in Juni und Juli als auch alle anderen Hitzetage –, erhält man rechnerisch für das Jahr Produktivitätsverluste von rund 500 Mio. Franken und 84 hitzebedingte Todesfälle (Tabelle unten). Der Grossteil der Hitzefolgen wird auch künftig in diesen überdurchschnittlich heissen Sommern auftreten. Aufgrund des Klimawandels werden solche Extremereignisse noch häufiger und intensiver. Die Hitzeeffekte der Grafiken Seite 25, die sich auf einen mittleren künftigen Sommer beziehen, stellen daher eine vorsichtige Schätzung der zu erwartenden volkswirtschaftlichen Auswirkungen dar.

**Geeignete Massnahmen sofort ergreifen**

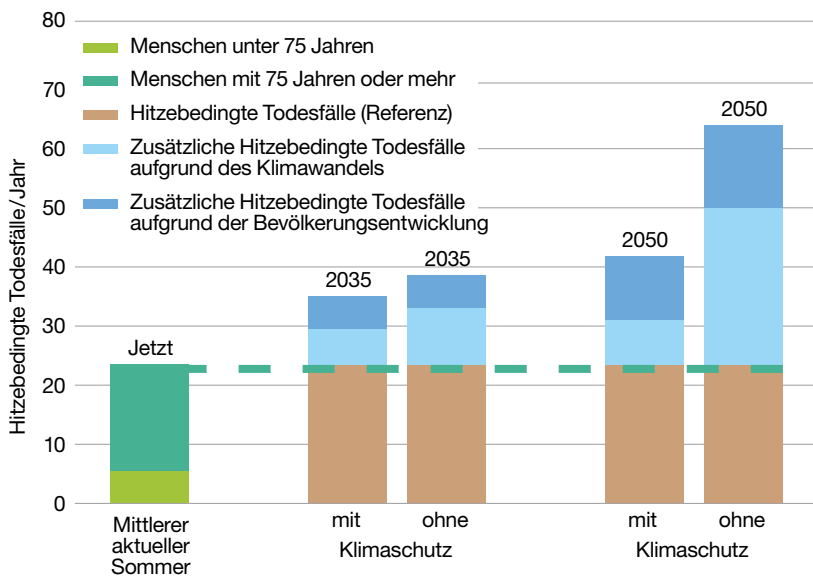
Die Ergebnisse zeigen, welche Bedeutung die Hitzebelastung für die Zürcher Bevölkerung hat. Zusätzlich zur deutlichen Erhöhung hitzebedingter Todesfälle führt der Klimawandel zu erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten durch verringerte Arbeitsproduktivität. Geeignete Massnahmen können jedoch die sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen von Hitze begrenzen und eine deutliche Zunahme der Schäden verhindern. So kann durch die Berücksichtigung des Lokalklimas in der Stadtentwicklung der Wärmeinseleffekt begrenzt werden und durch eine gute Warnung und durch Verhaltensempfehlungen vor und während einer Hitzeperiode können die akuten Auswirkungen reduziert werden. Einige Beispiele von Massnahmen sind in verschiedenen Artikeln dieser ZUP-Ausgabe zu finden.

**Was die Kosten für Produktionsausfälle beeinflusst**



Einfluss des Klimawandels und der Bevölkerungsentwicklung auf die Zunahme der jährlichen Kosten für Produktivitätsausfälle im Kanton Zürich. Im Szenario ohne Klimaschutz überwiegt der Einfluss des Klimawandels deutlich. Quelle: AWEL

**Was die hitzebedingten Todesfälle beeinflusst**



Einfluss des Klimawandels und der Bevölkerungsentwicklung auf die Zunahme der jährlichen hitzebedingten Todesfälle im Kanton Zürich. Im Szenario ohne Klimaschutz überwiegt der Einfluss des Klimawandels eindeutig. Quelle: AWEL

	Mittlerer aktueller Sommer	Sommer 2019	Mittlerer Sommer 2035
<b>Arbeitsproduktivitätsverluste</b>	155 Mio. Fr.	ca. 500 Mio. Fr.	ca. 225-245 Mio. Fr.
<b>Hitzebedingte Todesfälle</b>	24	84	35-39

Vergleich der Modellergebnisse für die Auswirkungen eines mittleren aktuellen Sommers mit den berechneten Werten für den Sommer 2019 sowie denen eines mittleren Sommers im Jahr 2035. Quelle: AWEL