



Hitzeschutzplan Steiermark

Landessanitätsdirektion
A8 | FA Gesundheit und Pflegemanagement

3. Auflage Mai 2016

Herausgeber: Hofrat Dr. Odo Feenstra

Mag. Christian Pollhammer



Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	6
Allgemeiner Teil & Rahmenbedingungen	7
1. Szenario	7
1.1 Klimawandel in der Steiermark	9
2. Thermische Belastung & Mortalität	11
2.1 Zeitlicher Verlauf	13
2.2 Alters- und geschlechterspezifische Gefährdung.....	16
2.3 Geographische Unterschiede	18
3. Umweltbedingungen.....	21
3.1 Städtische Agglomeration & Urban Heat	21
3.2 Luftschadstoffe – Sommersmog.....	24
3.2.1 Ozon	25
3.2.2 Stickoxide NO _x	28
3.2.3 Feinstaub PM ₁₀	29
3.2.4 Feinstaub PM _{2,5}	30
3.2.5 Grenzwerte – Kritik.....	32
3.2.6 Gesundheitliche Auswirkungen.....	33
3.2.7 Volkswirtschaftliche Kosten von Luftverschmutzung	35
3.2.8 Multifaktorielle Belastung während Hitzewellen.....	36
3.3 Luftbelastungsindex LBI.....	37
3.3.1 Kurzzeit Luftbelastungsindex KLBI.....	37
3.3.2 Europäische Richtlinien und Luftbelastungsindizes	38
3.3.3 Verhaltensempfehlungen zum LBI	39
3.3.4 Langfristiger Luftbelastungsindex	40



3.4 Auswirkungen von UV-Exposition	41
3.4.1 UV-Index	42
3.4.2 Schutzmaßnahmen	43
4. Hitzebelastung in Arbeitsstätten und bei Arbeit im Freien	45
4.1 Arbeitsräume	45
4.1.1 Luftqualität in Räumen	46
4.2 Arbeit im Freien	47
4.2.1 Hitze	47
4.2.2 UV-Strahlung	47
4.2.3 Luftqualität	48
4.2.4 Schlechtwetterregelung - Hitze	48
4.3 Hitzestress bei Arbeit im Freien – Einschätzung der Gefährdung	49
4.3.1 Beurteilungstabelle	50
4.3.2 Zusatzkriterien	51
4.3.3 Anpassungsmaßnahmen	52
Steirischer Hitzeschutzplan – Aktionsplan	53
5. Grundlagen	53
5.1 Definition Hitzewelle	53
5.2 Allgemeine medizinische Grundlagen	55
5.3 Symptome und Klinik der Hyperthermie-Stadien	56
5.3.1 Hitzeerschöpfung und Dehydrierung	57
5.3.2 Hitzekollaps	58
5.3.3 Hitzeschock bzw. Hitzeschlag	58
5.3.4 Hitzetod	59
5.3.5 Sonnenbrand und Hitzeausschlag	60
5.3.6 Flüssigkeitsverlust und Leistungsfähigkeit	60



5.4 Risikogruppen.....	61
5.4.1 Babys und Kleinkinder	61
5.4.2 Ältere Menschen	61
5.4.3 Chronisch Kranke.....	62
5.4.4 Sozial isolierte Personen	62
5.4.5 Schwere körperliche Anstrengung	62
5.4.6 Spezifische Prädispositionen	62
5.4.7 Immobiler Personen	62
5.5 Auswirkungen von Arzneimittel	63
5.5.1 Arzneimittel mit Einfluss auf den Hydratationszustand und den Elektrolythaushalt	63
5.5.2 Arzneimittel, deren Wirkung durch Dehydrierung beeinflusst wird.....	63
5.5.3 Medikamente und Suchtmittel, welche die Hitzebelastung verstärken	64
5.5.4 Arzneimittel mit Einfluss auf den Wärmehaushalt	64
6. Hitzeschutzplan – Rahmenbedingungen.....	65
6.1 Preparedness & Vorwarnstufe	67
6.2 Warnstufe.....	68
6.3 Organisation und Partnerschaft	69
6.3.1 Hitzewarnsystem (HWS).....	69
6.3.2 Betroffene & Stakeholder außerhalb des HWS.....	73
7. Informationen & Empfehlungen	75
7.1 Allgemeine Informationsinhalte.....	75
7.2 Empfehlungen für Angehörige und Betreuung zu Hause.....	75
7.3 Inhalte – Stationäre Einrichtungen, Pflegeheime, Spitäler... ..	76
7.4 Mobile Dienste und Freiwilligen-Organisationen.....	76
7.5 Notrufnummern und Anlaufstellen.....	77



8. Ökonomische Effekte von Hitzewarnsystemen	78
8.1 Kosten durch gesundheitlichen Folgeschäden	78
8.2 Nutzen von Hitzewarnsystemen	80
9. Schlussbetrachtungen & Ausblick	81
Anhang	83
Abkürzungsverzeichnis	83
Abbildungsverzeichnis	84
Tabellenverzeichnis	86
Quellenverzeichnis	87
Weblink:	90

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung, wie z.B. Teilnehmer/Innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.



Einleitung

Hitzewellen kommen naturgemäß in regelmäßigen Abständen in unseren Breitengraden vor. Zudem ist auf Grund der Klimaerwärmung mit einem gehäuften Auftreten von anhaltenden intensiven Hitzeperioden zu rechnen. Ein hohes Gefährdungspotential entsteht dann, wenn andauernde Tages- und Nachttemperaturwerte erreicht werden, die eine massive Belastung der Gesundheit von Personen und Risikogruppen mit sich bringen. Die Definition von Hitzestress und die Einstufung der Schwellenwerte für Belastungsklassen sind in den einzelnen Ländern unterschiedlich, je nachdem welche klimatischen Grundvoraussetzungen und evolutionären Anpassungen der dort lebenden Menschen gegeben sind.

Vergangene Hitzeperioden wie jene im Sommer 2003 in Europa, 2006 in Westeuropa, 2008 in Nordeuropa, 2010 in Russland und zuletzt 2013 in Europa bzw. Österreich haben deutlich gezeigt, welche Auswirkungen lang anhaltende extreme Hitzeperioden auf Teile der Bevölkerung wie Kinder, Kranke und alte Menschen haben können. 2015 war das zweitwärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen mit ungewöhnlich vielen heißen Tagen.

Das Zusammenwirken von mehreren Faktoren wie Überalterung der Gesellschaft, fortschreitende Urbanisierung, der allgemeine gesundheitliche Zustand der Bevölkerung (Herz-Kreislaufkrankheiten (HK) – Todesursache Nummer eins¹ in Österreich, respiratorische Erkrankungen...) wird in Zukunft als multi-faktorielle Belastung das Gefährdungspotential von Hitzewellen erhöhen. Weltweit sind bis zu 95 % der Todesopfer aus Naturkatastrophen auf Hitzewellen zurückzuführen.

Die WHO² empfiehlt die Entwicklung von Strategien, Plänen und Maßnahmenbündel zum Zweck der bestmöglichen Einstellung der Bevölkerung auf Hitzebelastungstage und zum effektiven Handling von Aufgaben und Maßnahmen des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (ÖGD) im Verlauf von Hitzewellenereignissen. Aus diesen Gründen wurde 2011 der **Hitzeschutzplan Steiermark** (HSPL) vorgestellt und nunmehr 2015 aktualisiert³.

¹ Gesundheit Österreich GmbH, Herz-Kreislauf-Gesundheit, www.goeg.at

² WHO, Heat-Health-Action Plans, www.euro.who.int

³ A8 – FAGP Land Steiermark, Steirischer Hitzeschutzplan, www.verwaltung.steiermark.at



Allgemeiner Teil & Rahmenbedingungen

Im allgemeinen Teil werden maßgebliche Themen zum aktuellen Stand der Wissenschaft hinsichtlich der Entwicklung des Klimawandels und die dadurch verursachten Folgen für die Gesundheit behandelt.

1. Szenario

Der fünfte Sachstandsbericht⁴ des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2014 geht von einem weiteren Anstieg der Durchschnittstemperaturen abhängig vom Konzentrationspfad (RCP – Representative Concentration Pathways) aus. Diese vier Konzentrationspfade RCP 8.5, RCP 6.0, RCP 4.5 und RCP 2.6 beschreiben den möglichen Zustand des Klimas in der Zukunft bis zum Jahr 2100. Die Trends sind Entwicklungskorridore, innerhalb welcher sich das Ausmaß des Temperaturanstiegs wahrscheinlich manifestieren wird. Die wichtigsten Einflussgrößen wie Treibhausgasemissionen (CO₂-Ausstoß), Strahlungsantrieb und sonstige sozio-ökonomische Faktoren wie Bevölkerungszunahme, Energieverbrauch etc. sind anthropogen verursacht.

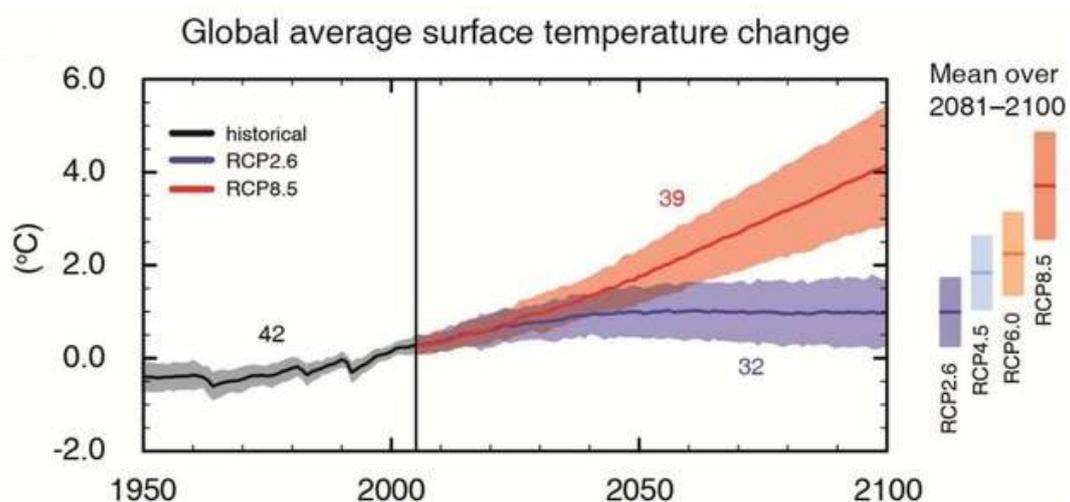


Abb. 1: RCP-Szenarien und Temperaturänderungen, IPCC 2013

Das Szenario RCP 8.5 beispielsweise geht von einem Anstieg der Weltbevölkerung auf 12 Milliarden Menschen und einem damit einhergehenden Anstieg des Verbrauchs von fossilen Energieträgern und CO₂-Ausstoß aus. In diesem Worst-Case-Szenario werden kaum Umweltschutzmaßnahmen umgesetzt und das Wirtschaftswachstum basiert wie bisher auf fossilen Energieträgern.

⁴ IPCC, Climate Change 2014 – Fünfter Sachstandsbericht, www.ipcc.ch



Das optimistische Szenario RCP 2.6 hingegen basiert auf der Annahme eines Anstiegs der Weltbevölkerung auf nur etwa 9 Milliarden Menschen und der Durchsetzung eines umweltfreundlichen Energiemix – getrieben durch technologische Innovation. Dieser Emissionspfad wäre faktisch nur durch eine Reduktion der Emission von Treibhausgasen (THG) auf nahezu Null zu erreichen.

Da sich die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines bestimmten Szenarios schwer vorhersagen lässt, kann man letztlich nur die aktuelle Entwicklung der THG-Emissionen interpretieren und diese deutet eher auf ein Hochemissionsszenario wie RCP 8.5 hin⁵. Hinzu kommt die aktuelle Situation der weltweiten Schuldenkrise – innert solcher Rahmenbedingungen wird die Bereitstellung einer entsprechenden monetären Basis für Maßnahmen zum Klimaschutz bzw. Anpassung zum Klimawandel tendenziell nachrangig behandelt, insofern nicht der Klimaschutz selbst als neues Markttaggregat etabliert werden kann.

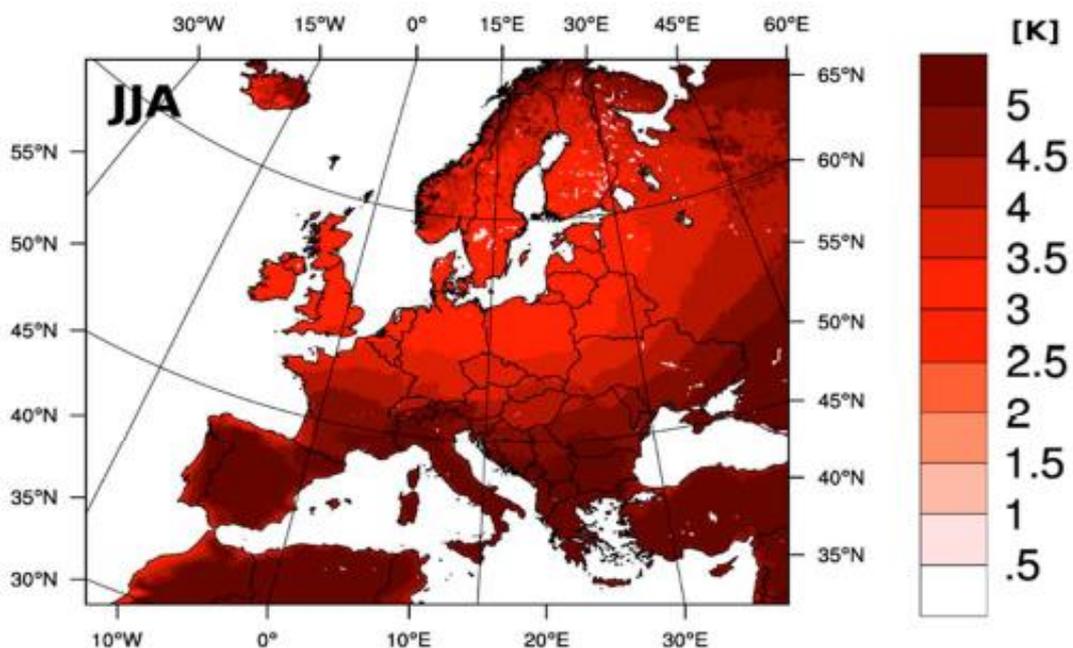


Abb. 2: Temperaturanstieg für den Zeitraum 2071 – 2100⁶,
Vergleichszeitraum 1971 – 2000 (RCP 8.5 Szenario für Juli, Juni und August (JJA))

Der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur bis 2100 wird für das moderate Szenario RCP 2.6 im Bereich von 1 bis 2°C Grad liegen bzw. für das Szenario RCP 8.5 bis zu 6°C betragen können. Diese globalen Mittelwerte sagen jedoch relativ wenig über regionale Temperaturwerte aus. Beispielsweise wird die Temperatur über den Ozeanen relativ zu den Kontinenten kaum ansteigen – über einzelnen Landmassen dafür umso mehr.

⁵ Umweltbundesamt Österreich (UBA), RCP-Szenarien, www.umweltbundesamt.at

⁶ IPCC, 5. Sachstandsbericht – Kapitel 23, www.bmlfuw.gv.at



1.1 Klimawandel in der Steiermark

Eine Studie des Wegener Zentrums für Klima und Globalen Wandel, in Auftrag gegeben vom Land Steiermark⁷, kommt zu dem Ergebnis, dass eine weitere Temperaturzunahme in der Steiermark mit hoher Wahrscheinlichkeit eintreten wird. Die Obersteiermark ist bei Hitzewellen aufgrund der Alpen deutlich weniger betroffen als die Südoststeiermark und das Grazer Becken. Die Abbildung zeigt die bisherige Häufigkeit von Tropentagen in der Steiermark. **Tropentage** sind solche, die eine Höchsttemperatur von mindestens 30°C aufweisen.

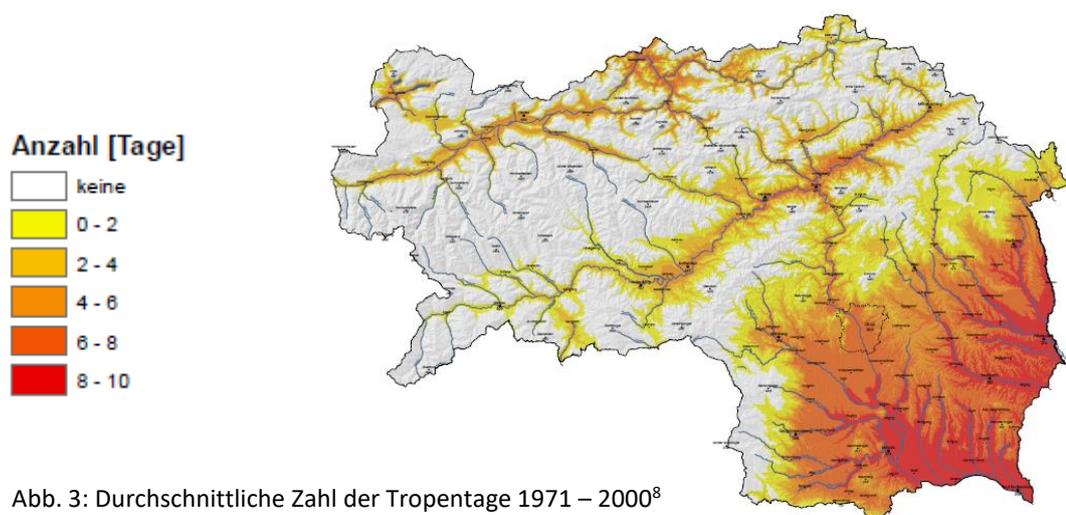


Abb. 3: Durchschnittliche Zahl der Tropentage 1971 – 2000⁸

Wie in der obigen Abbildung zu sehen sind im Süd-Osten der Steiermark sowie im Grazer Becken wesentlich mehr Tropentage als in der restlichen Steiermark aufgetreten.

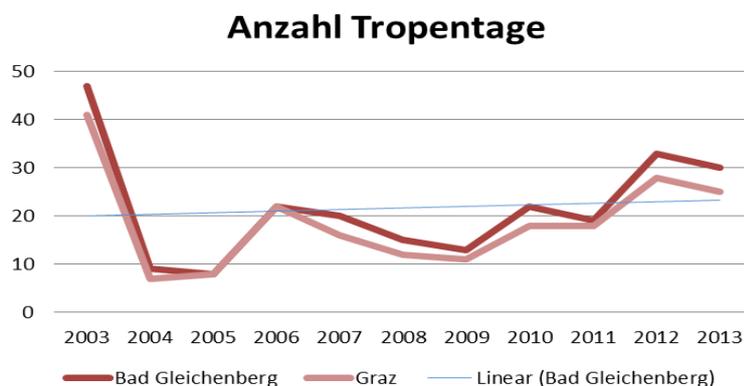


Abb. 4: Anzahl der Tropentage Graz und Bad Gleichenberg⁹

In den letzten zehn Jahren ist seither die Anzahl der Tage mit tropischen Temperaturen im Trend ebenfalls gestiegen. Die Abbildung zeigt exemplarisch die Werte der Messstationen Graz Universität und Bad Gleichenberg (Ausnahmesommer 2003).

⁷ A15 Land Steiermark, Klimaszenarien für die Steiermark bis 2050, www.umwelt.steiermark.at

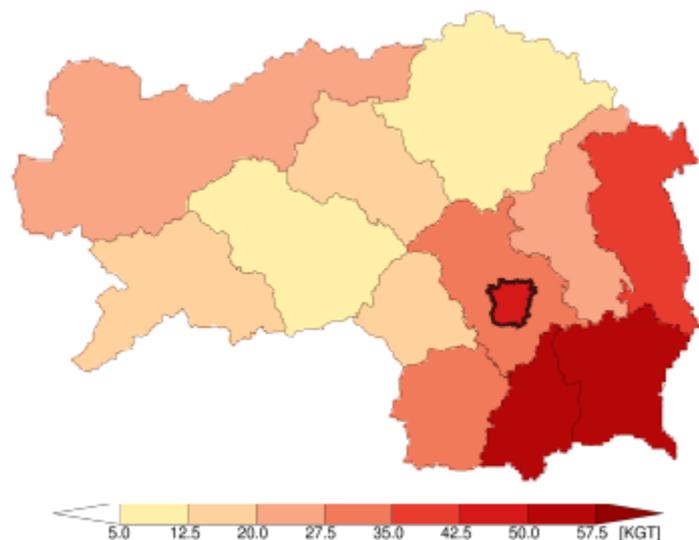
⁸ A15 Land Steiermark, Klimaatlas Steiermark, www.umwelt.steiermark.at

⁹ A7 Landesstatistik, Klimadaten, www.statistik.steiermark.at



Ein weiterer Maßstab für die Zunahme der Temperaturen ist die Anzahl der **Kühlgradtage** (KGT) mit Kühlbedarf für Tage mit einem Temperaturmittel höher als 18,3°C. Dem Modell zur Erstellung der Grafik liegt das Treibhausgasemissionsszenario A1B (moderater Anstieg der THG-Emissionen um 60 % bezogen auf das Jahr 2000) zugrunde – welches vor Einführung der RCP-Szenarien verwendet wurde und etwa dem heutigen RCP6 entspricht¹⁰. Das Veränderungspotential bis zum Jahr 2050 ist auf den Vergleichszeitraum 1971 – 2000 bezogen.

Abb. 5: Kühlgradtage Steiermark
Jahresmittel der erwarteten
Klimaänderung in den einzelnen
Bezirken (Einheit: KGT/Jahr)



Wie ersichtlich sind die Stadt Graz und die südöstlichen Bezirke Leibnitz, Südoststeiermark und Hartberg-Fürstenfeld besonders betroffen. Folgende Szenarien¹¹ sind wahrscheinlich:

- Zunahme der Kühlgradtage in **Graz** um 98,4 pro Jahr (Schwankungsbreite über das gesamte Jahr: 30,8 bis 157,5 KGT)
- Im Bezirk **Leibnitz** ist eine Zunahme um 106,8 KGT wahrscheinlich (Schwankungsbreite über das gesamte Jahr: 34,9 bis 170,5 KGT)
- Für den Bezirk **Südoststeiermark** wurde eine Zunahme um 107,4 KGT (Schwankungsbreite über das gesamte Jahr: 34,9 bis 171,1 KGT) errechnet
- Die Zunahme in Graz und diesen Bezirken liegt damit im Vergleich weit über dem Landesdurchschnitt von 58,4

Generell zeigt sich, dass die Temperaturen und somit der Kühlbedarf in der Stadt Graz und der Südoststeiermark erheblich stärker als in der restlichen Steiermark zunehmen werden. Speziell für die Stadt Graz mit einer topographisch ungünstigen Beckenlage und Zunahme seiner Bevölkerung entsteht dadurch ein entsprechender Handlungsbedarf.

¹⁰ Deutscher Wetterdienst, RCP-Szenarien, www.dwd.de

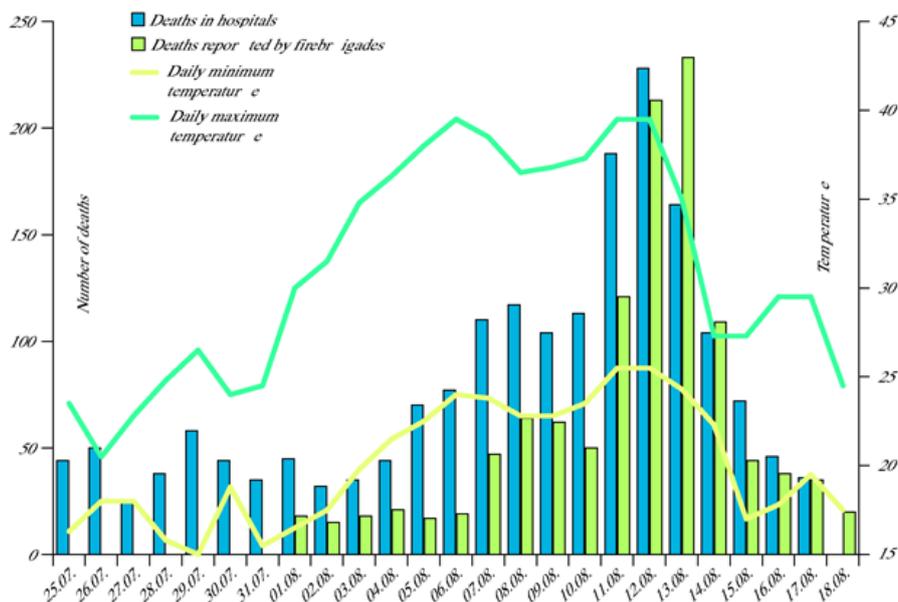
¹¹ A15 Land Steiermark, Klimaszenarien für die Steiermark bis 2050, www.umwelt.steiermark.at



2. Thermische Belastung & Mortalität

Den Untersuchungsergebnissen des EU Canicule-Projektes 2007 zufolge belief sich die Zahl der Hitze assoziierten Todesfälle des Sommers 2003 in Europa auf etwa 70.000¹². So stieg in Frankfurt die tägliche Sterberate von 14 Personen pro Tag im Juni/Juli auf 27,6 Personen pro Tag in der ersten Augushälfte. Den Höchstwert erreichte diese mit 51 Verstorbenen am 13. August 2003 - zehn Tage nach Beginn der Hitzeperiode mit Tagesmitteltemperaturen von 30°C Grad.

Abb. 6: Korrelation zwischen hohen Temperaturen und Todesfällen¹³



Wie in der Abbildung zu sehen, gibt es einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Mortalität und Temperatur.

Der Anstieg der Mortalität ist insbesondere vom Lebensalter abhängig. Bei den über 60-Jährigen steigt die Mortalitätsrate stärker an. Verglichen mit der Mortalität im Juni/Juli 2003 nahm die Mortalität in der ersten Augushälfte bei den 60-70jährigen um 66 % zu, bei den 70 bis 80-Jährigen um 100 % und bei den über 90-Jährigen sogar um 146 %¹⁴.

Zusätzlich zur gemessenen Temperatur werden Einflussfaktoren wie Windgeschwindigkeit, Dampfdruck etc. bei der Berechnung der physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) für eine Durchschnittsperson berücksichtigt.

PET	Empfinden	Thermophysiologische Belastungsstufe
18°C	behaglich	keine thermische Belastung
23°C	leicht warm	schwache Wärmebelastung
29°C	warm	mäßige Wärmebelastung
35°C	heiß	starke Wärmebelastung
41°C	sehr heiß	extreme Wärmebelastung

Tab. 1: Zuordnung von PET Bereichen¹⁵

¹² Robine JM. et al., Report on excess mortality in Europe during summer 2003, ec.europa.eu

¹³ EEA-Report, Impacts of Europe's changing climate, S. 73, www.eea.europa.eu

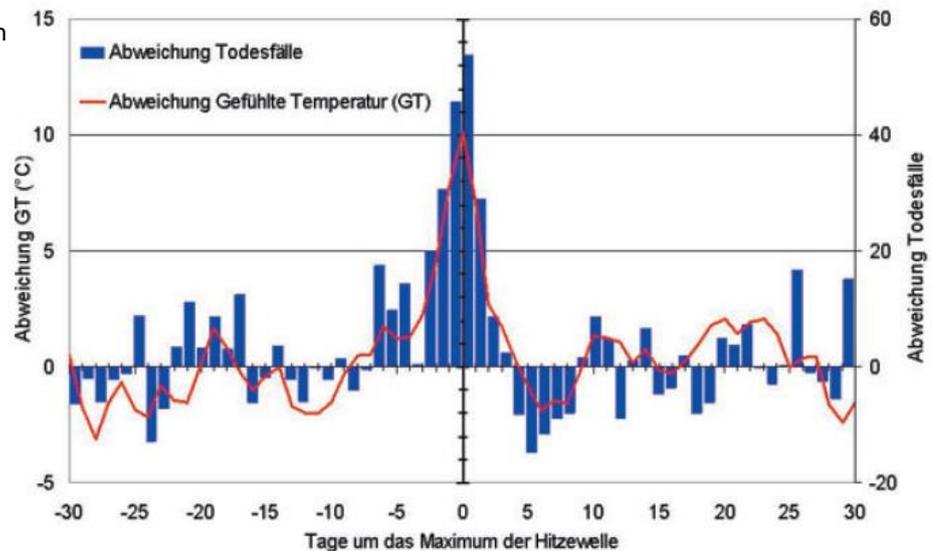
¹⁴ Heudorf U. et al., Gesundheitliche Auswirkungen extremer Hitze in Deutschland, www.thieme-connect.com

¹⁵ Österreichische Ärztezeitung, Klima beeinflusst Mortalität, ÖAZ 10, www.aerztezeitung.at



Die gefühlte Temperatur (**PET**) ist die Grundlage für die Klassifizierung der thermophysiologischen Belastungsstufen, welche die tatsächliche Belastung für den menschlichen Organismus abzubilden vermögen, was folgende Grafik deutlich zeigt.

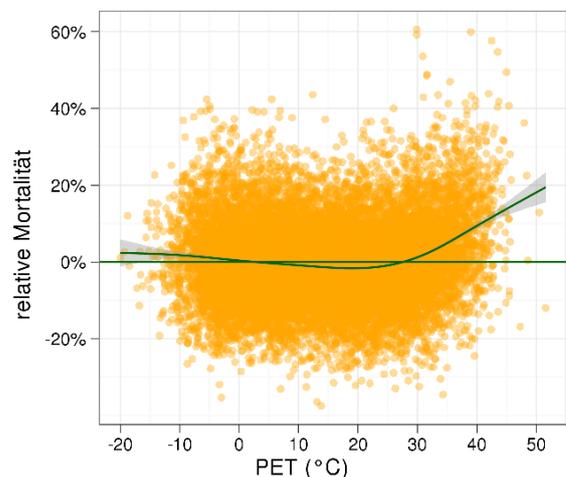
Abb. 7: Zusammenhang von gefühlter Temperatur und Todesfällen¹⁶



Für den Anstieg der Mortalitätsrate während des Verlaufs von Hitzewellen sind neben anderen Einflussgrößen insbesondere **Nachttemperaturen** außerhalb des Komfortbereichs¹⁷ während sogenannter **Tropischer Nächte** verantwortlich.

Der **Temperaturkomfortbereich** (Temperaturzone mit der niedrigsten Sterblichkeitsrate) ist regional unterschiedlich. Bspw. liegt dieser in Oslo bei rund 10°C, in Athen bei 23 – 26°C und in Österreich bei rund 20°C PET¹⁸.

Abb. 8: Komforttemperaturbereich **Steiermark**¹⁹



Der Komforttemperaturbereich ist auch ein Indikator für das regional unterschiedliche Adaptionsvermögen der Bevölkerung bei Hitzebelastung. Hitzewellen-Extremereignisse in nördlichen Breitengraden können daher also eine wesentlich stärkere Gefährdung der Bevölkerung bewirken.

¹⁶ Koppe Ch. et al., Auswirkungen der Hitzewelle 2003 auf die Gesundheit, DWD Klimastatusbericht 2003, S. 160

¹⁷ Start-Clim 2005, Klimawandel und Gesundheit, www.austroclim.at

¹⁸ Robert Koch Institut, Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit, Berlin 2010, Kap. 4 S. 110 ff

¹⁹ Muthers S., Bioklima und Mortalität in Österreich, Universität Freiburg 2010, S. 137



2.1 Zeitlicher Verlauf

Die Auswirkungen von thermischen Belastungen auf die Gesundheit vulnerabler Personen und Gruppen zeigen sich mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung. Diese zeitliche Verzögerung ist bei Kältestress recht lang, bei **Hitzestress** jedoch **sehr kurz**. Generell wurden die stärksten Zusammenhänge zwischen hohen Temperaturen und der Gesamtmortalität innerhalb der ersten Tage beobachtet²⁰.

Im Rahmen einer interdisziplinären Studie²¹ für Österreich (Untersuchungszeitraum 1970 – 2007) wurden bioklimatische Daten mit Mortalitätsraten in Beziehung gesetzt. Die einzelnen Bundesländer wurden getrennt untersucht, wobei der Fokus auf Wien lag. Die Resultate zeigen in der Regel einen sofortigen Anstieg der relativen Mortalitätsrate vom ersten Tag an. Im Allgemeinen stellt sich der Höhepunkt der Mortalitätsrate bei „normalen“ Verläufen von Hitzewellen innerhalb der ersten paar Tage ein und tendiert nach etwa einer Woche bis zehn Tagen zum normalen Sterblichkeitsniveau zurück – natürlich abhängig von der Intensität, Andauer und Charakteristik der Hitzewelle und sonstigen Umweltfaktoren.

Einzelne Hitzetage haben geringere Auswirkungen als durchgehende Hitzeperioden. Der Verlauf der relativen Mortalitätsrate mit Fortschreiten der Hitzewelle ist grundlegend von der **PET-Belastungsklasse** (starke Wärmebelastung, extreme Wärmebelastung...) abhängig.

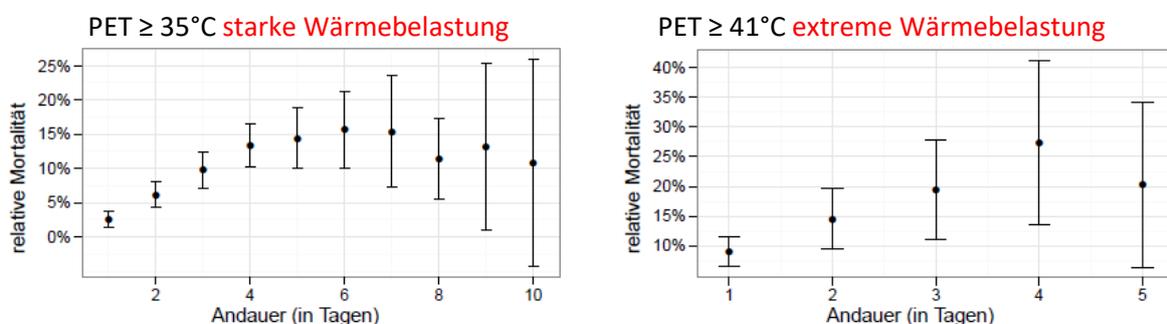


Abb. 9: Verlauf der Mortalitätsrate für Hitzewellen nach **PET-Klassen** (mehrtägige aufeinanderfolgende intensive Hitzeepisoden in Wien)

Die Sterblichkeit in Wien stieg während intensiver Hitzewellen mit aufeinanderfolgenden Tagen bei starker Wärmebelastung (PET von über 35°C) gleich von Beginn an um 2,6 % und erreichte in den folgenden Tagen mit etwa 15,6 % ihren Höhepunkt. In Hitzeperioden mit extremer Wärmebelastung (PET >41°C) steigt die Mortalitätsrate mit zunehmender Dauer von 8.9 % auf bis zu 27,4 Prozent um den vierten Tag herum an.

²⁰ Robert Koch Institut, Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit, Berlin 2010, Kap. 4 S. 114ff

²¹ Muthers S., Bioklima und Mortalität in Österreich, Universität Freiburg 2010, S. 67



Die Belastungssituation für die Bevölkerung wird je nach lokalen Einflussfaktoren und topographischen Gegebenheiten unterschiedlich ausfallen, dennoch ist der Verlauf der Kurven von Mortalitätsraten typischerweise durch einen starken Anstieg zu Beginn der Hitzewelle charakterisiert. Auch in der Steiermark zeigt die Mortalitätsrate basierend auf den Untersuchungszeitraum (1970 - 2007) ein ähnliches Bild.

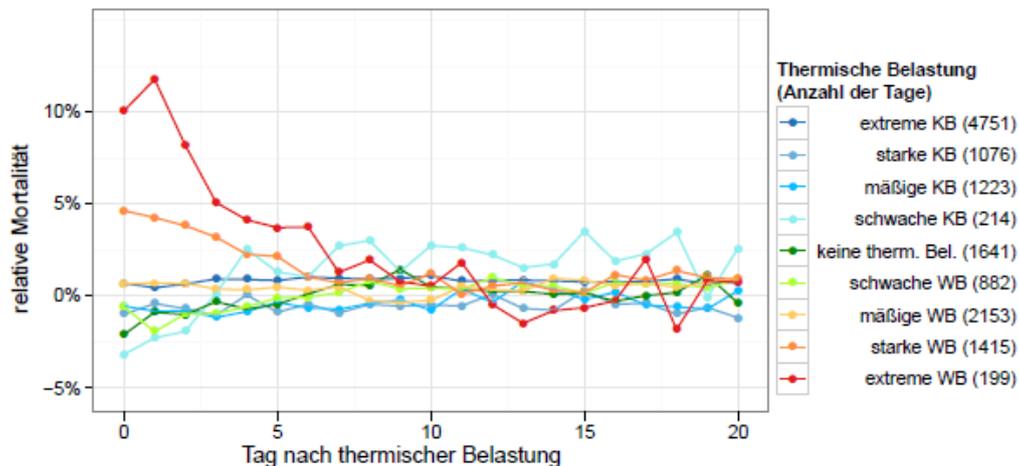


Abb. 10: Allgemeiner zeitlicher Verlauf der relativen Mortalitätsraten für die Steiermark (Anzahl der Tage je Belastungskategorie zwischen 1970 und 2007 in Klammer)²².

Nach einem sofortigen Anstieg der Sterblichkeit geht mit der Fortdauer der Hitzewelle die Mortalitätsrate aufgrund von Anpassungsreaktionen zurück. Diese kurzfristige Akklimatisation bildet sich innerhalb weniger Tage heran, wird jedoch nach etwa einem Monat wieder vollständig zurückgebildet.

Hinsichtlich des Zeitpunktes des Auftretens der Hitzewelle im Jahresverlauf gibt es Hinweise, dass die vorangegangene meteorologische Situation Einfluss auf das Akklimatisationsvermögen des Organismus hat – wodurch früh auftretende Hitzewellen im Jahresverlauf relativ höhere Mortalitätsraten zur Folge haben können. Einerseits ist die Anpassungsherausforderung größer, andererseits sterben in Relation zu den ersten frühen Hitzewellen bei späteren weniger Personen, da ein Teil der für Hitzestress anfälligen Personen bereits während der früheren Hitzewelle verstorben ist²³.

Der sogenannte **Harvesting-Effekt** – das Absinken der Mortalitätsrate unter den zu erwartenden Durchschnittswert (Untersterblichkeit) – beschreibt die Vorverlegung von Todeszeitpunkten bei anfälligen Risikopersonen²⁴. Dieser Effekt ist in der obigen Grafik für die Steiermark zu erkennen, wo die relative Mortalität ab den 10. Tag sich teilweise im negativen Bereich bewegt.

²² Muthers S., Bioklima und Mortalität in Österreich, Universität Freiburg 2010, S. 139

²³ Koppe Ch., Gesundheitsrelevante Bewertung thermischer Belastung, Universität Freiburg 2005, S. 56ff

²⁴ ebenda S. 119



Insgesamt hat in den letzten Jahren bereits eine allgemeine Anpassungsreaktion der Bevölkerung stattgefunden. Die Reaktion der durchschnittlichen Mortalitätsraten auf Hitzebelastung hat in den verschiedenen Belastungsklassen tendenziell abgenommen bzw. ist bei extremer Wärmebelastung relativ gleichgeblieben.

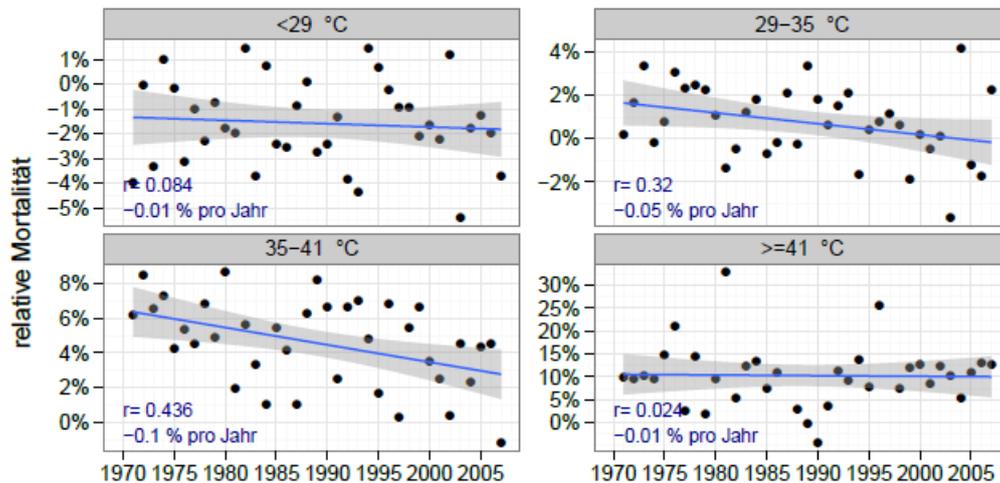


Abb. 11: Sensitivitätstrends in PET-Belastungsklassen – Steiermark²⁵

Wesentlich für das Belastungsszenario während einer Hitzewelle sind Begleitumstände - hier insbesondere die Luftqualität bzw. die Belastung mit Luftschadstoffen wie NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5} und Ozon. Umweltfaktoren wie Topographie, Frischluftzufuhr, Demographie, Städtebauliche Verdichtung etc. können die Reaktionen von bereits vorbelasteten Personen bei Hitzestress noch zusätzlich verstärken. Bei stark belasteter Atemluft reagieren Personen mit Herz-Kreislauferkrankungen (**HK**) recht schnell innerhalb der ersten drei Tage auf Hitzestress, wohingegen Personen mit Atemwegserkrankungen (ohne HK-Problematik) eine verlängerte Reaktionszeit (3 – 12 Tage) zeigen²⁶.

²⁵ Muthers S., Bioklima und Mortalität in Österreich, Universität Freiburg 2010, S. 139

²⁶ Grass D. et al., Effects of weather and air pollution on cardiovascular and respiratory mortality, Int. Journal of Climatology S. 1120, onlinelibrary.wiley.com



2.2 Alters- und geschlechterspezifische Gefährdung

Die Überalterung der Gesellschaft wird eine entsprechend große Herausforderung für die Gesellschaft in allen Bereichen des privaten und öffentlichen Lebens mit sich bringen. Bezüglich der Sensitivität der Altersgruppe der über 75-Jährigen zeigen Ergebnisse einer Studie für Baden-Württemberg ein deutliches Bild.

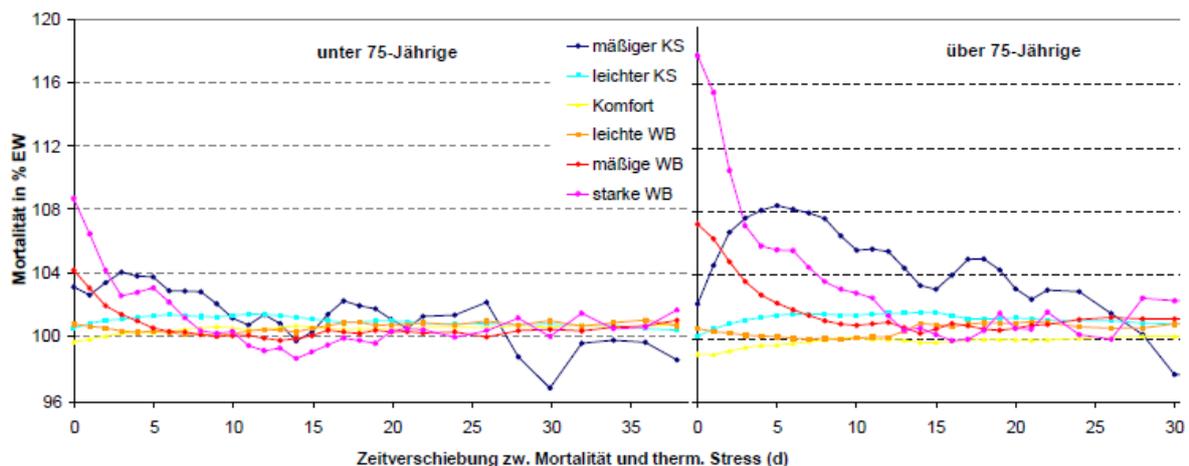


Abb. 12: Relative Mortalität nach Altersgruppen²⁷

Personen aus der Gruppe der über 75-Jährigen reagieren auf thermischen Stress in allen Belastungsklassen deutlich sensitiver als Menschen jüngeren Alters – insbesondere bei längeren Hitzeperioden. Bei extremer Wärmebelastung (WB) steigt die Mortalitätsrate bei über 75-Jährigen zu Beginn stärker an als bei den Jüngeren.

Neben dem allgemein gesundheitlich schlechteren Zustand von älteren Menschen mag eine zusätzliche Ursache für die höhere Sterblichkeit möglicherweise deren Immobilität sein. Bei länger andauernden Hitzeperioden sind immobile Personen insbesondere bei tropischen Nächten starker andauernder Innenraumüberhitzung ausgesetzt, was das Gefährdungspotential erhöht. Problematische Wohnverhältnisse, inadäquate Bausubstanz, fehlende Kühlmöglichkeiten und lokale Gegebenheiten wie urbane Hitzeinseln und Luftqualität verschärfen die Situation insgesamt.

Ältere Menschen über 75 Jahre reagieren besonders sensitiv auf Ozon- bzw. PM₁₀-Belastung. Die Sterblichkeit während Hitzewellentagen mit hoher Ozonbelastung ist in dieser Altersgruppe um 54 % höher als an Tagen mit normaler oder niedriger Ozonbelastung – ähnlich ist die Situation bei hoher PM₁₀ Belastung mit einem Anstieg von 36 bis 106 %²⁸.

²⁷ Koppe Ch., Gesundheitsrelevante Bewertung thermischer Belastung, Universität Freiburg 2005, S. 113ff

²⁸ Ippoliti D. et al., Effects of heatwaves on mortality, PubMed 2014, [ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/)



Frauen reagieren im Allgemeinen sensitiver als Männer auf Hitzestress. Auch die Reaktion auf das Andauern von Hitzewellen ist bei Frauen etwas stärker ausgeprägt²⁹.

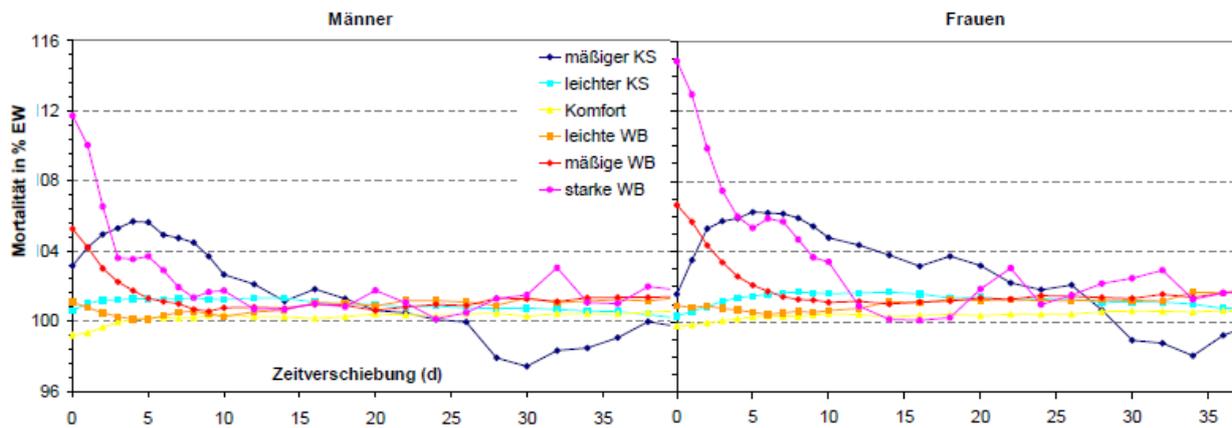


Abb. 13: Relative Mortalität von Männern und Frauen bei thermischer Belastung

Die stärkere Vulnerabilität von Frauen bei Hitzestress wurde auch in einer Zeitreihenstudie für Österreich resp. Wien festgestellt.

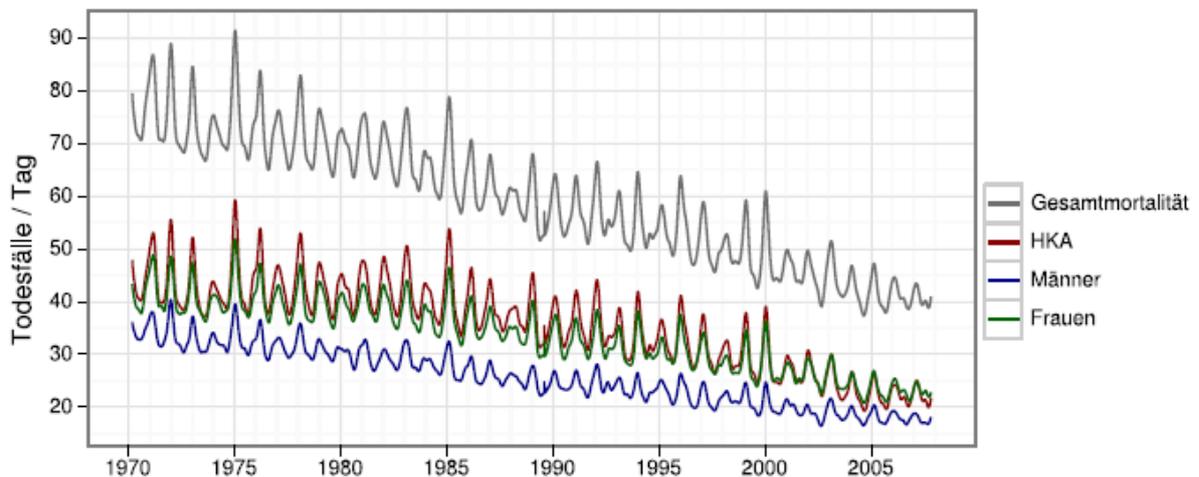


Abb. 14: Geglätteter Verlauf der Gesamtmortalität in Wien³⁰
(Herz-, Kreislauf- und Atemwegserkrankungen (HKA), bei Männern und Frauen)

Inwieweit medizinisch biologische Gründe bzw. kulturelle, soziologische und sonstige Faktoren die höhere Empfindlichkeit von Frauen verursachen, ist aktuell noch nicht hinreichend geklärt.

²⁹ Koppe Ch., Gesundheitsrelevante Bewertung thermischer Belastung, Universität Freiburg 2005, S. 118

³⁰ Muthers S., Bioklima und Mortalität in Österreich, Universität Freiburg 2010, S. 65



2.3 Geographische Unterschiede

Menschen in unterschiedlichen Klimazonen sind je nachdem besser oder schlechter an Hitzestress angepasst. Untersuchungen von Hitzewellen im Rahmen des EuroHEAT-Projekt³¹ in neun europäischen Städten haben unterschiedliche Resultate gezeigt, ein Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Mortalitätsraten und dem Anstieg der Temperaturen ist jedoch überall vorhanden.

Mediterrane Städte weisen insgesamt über die Zeit tendenziell höhere Mortalitätsraten auf, da dort in der Regel die Hitzebelastung häufiger und intensiver ist. Die Ergebnisse zeigen, dass die Dauer von Hitzewellen und deren Intensität (sehr hohe Temperaturen...) die Sterblichkeit erhöhen.

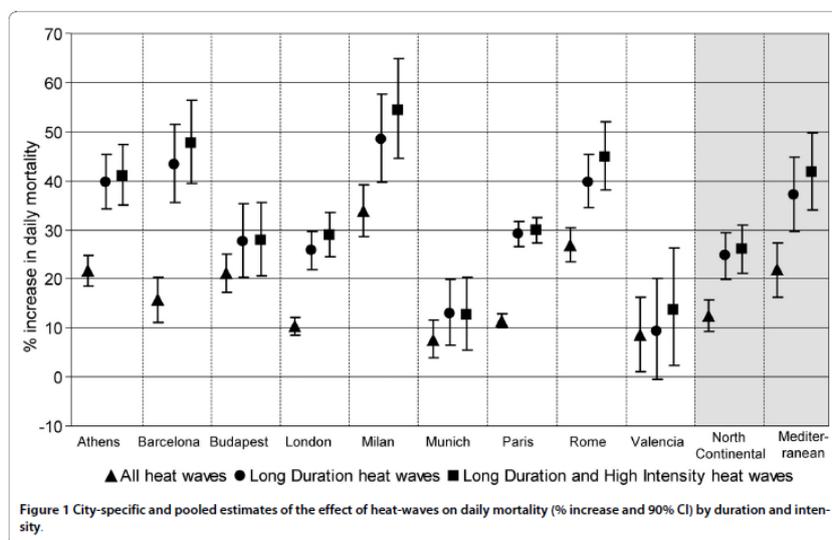


Abb. 15: Mortalitätsraten einzelner Städte von 1990 – 2004 (ohne 2003)

Bei intensiven Hitzewellen wie im Jahr 2003 jedoch sind Personen in nördlicher gelegenen Städten – wo Hitzewellen seltener vorkommen – aufgrund des geringeren Adaptionsvermögens tendenziell benachteiligt, was sich in einem stärkeren Anstieg der Sterblichkeit in nördlicheren Städten wie London oder Paris auswirkt.

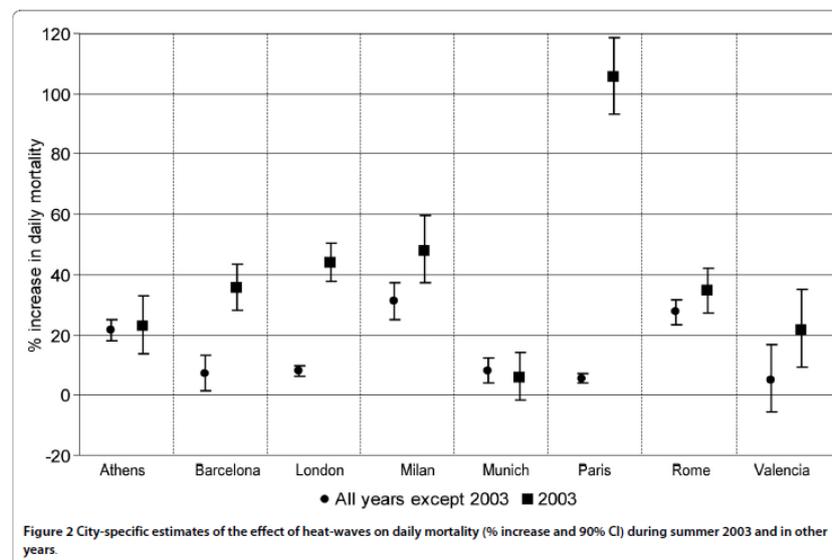


Abb. 16: Mortalitätsraten einzelner Städte inklusive 2003

³¹ D'ippoliti D. et al., The Impact of heatwaves on mortality in 9 European cities, Environmental Health 2010, www.ehjournal.net



In den meisten untersuchten Städten hatte Hitzebelastung eine stärkere Auswirkung auf die Anzahl respiratorisch bedingter als auf kardiovaskulär bedingter Todesfälle³². Die unterschiedliche Sensibilität der Bevölkerung bei thermischer Belastung kommt im Verlauf der Mortalitätsraten zum Ausdruck.

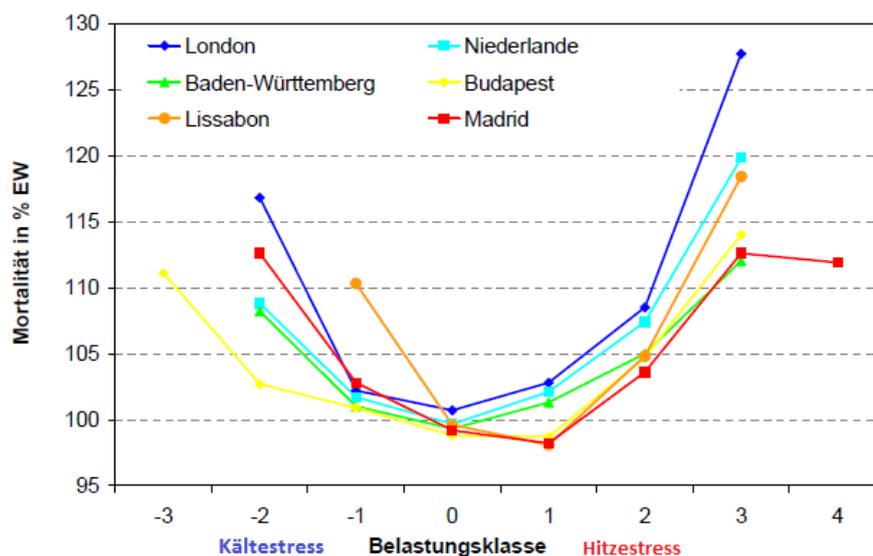


Abb. 17: Mittlere relative Mortalität für unterschiedliche Belastungsklassen³³

Die Abbildung oben zeigt den Verlauf der relativen Mortalitätsraten in den einzelnen Städten. Auf der horizontalen Achse sind die Belastungsklassen abgebildet. Die Klasse „0“ stellt den Komfortbereich mit den durchschnittlich niedrigsten zusätzlichen Mortalitätsraten dar. Links davon sind die Belastungsklassen bei Kältestress (KS) und rechts davon bei Hitzestress (HS) eingezeichnet.

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| -3: starker Kältestress | 4: extreme Wärmebelastung |
| -2: mäßiger Kältestress | 3: starke Wärmebelastung |
| -1: leichter Kältestress | 2: mäßige Wärmebelastung |
| 0: Komfortzone | 1: leichte Wärmebelastung |

In Österreich verlaufen die Mortalitätsraten der einzelnen Bundesländer, bedingt durch den Einfluss der alpinen Topographie und der Bevölkerungsdichte, unterschiedlich. Bei Wärmebelastung lässt sich ein leichtes Ost-West-Gefälle erkennen, was sich jedoch hauptsächlich auf demografische Altersstrukturen bzw. die Konzentration der Altersdichte der über 65-Jährigen auf die großen Städte zurückführen lässt³⁴.

³² D'ippoliti D. et al., The Impact of Heatwaves on Mortality in 9 European Cities, Results from the EuroHeat Project, Environmental Health 2010, www.ehjournal.net

³³ Koppe Ch., Gesundheitsrelevante Bewertung thermischer Belastung, Universität Freiburg 2005, S. 121

³⁴ Muthers S., Bioklima und Mortalität in Österreich, Universität Freiburg 2010, S. 75



Maßgeblich für die Sterblichkeit in der Bevölkerung bei thermischer Belastung ist neben den oben genannten demografischen Kriterien und sonstigen Einflussfaktoren die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Belastungsklassen.

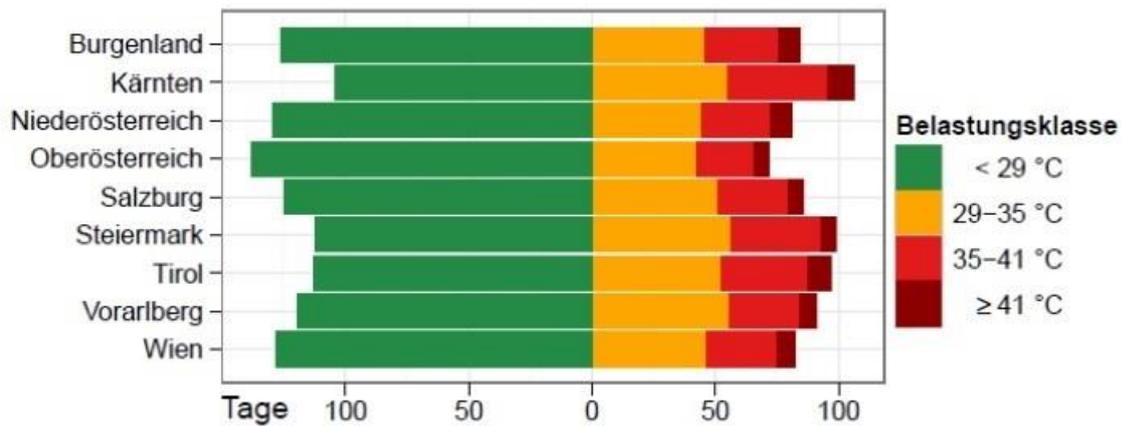


Abb. 18: Durchschnittliche Anzahl der Tage je Belastungsklasse³⁵

In der Steiermark ist aktuell der Anteil den Wärmebelastungsklassen recht hoch. Dieser wird sich aufgrund des Klimawandels wahrscheinlich noch entsprechend erhöhen.

³⁵ Muthers S., Bioklima und Mortalität in Österreich, Universität Freiburg 2010, S. 75



3. Umweltbedingungen

Der Wärmehaushalt des Menschen reagiert auf wichtige Umweltparameter wie Windgeschwindigkeit, Sonnenstrahlung, Luftfeuchtigkeit, Luftqualität... entsprechend. Die Umweltfaktoren sind also für die Lebensbedingungen der Menschen während Hitzewellen äußerst wichtig.

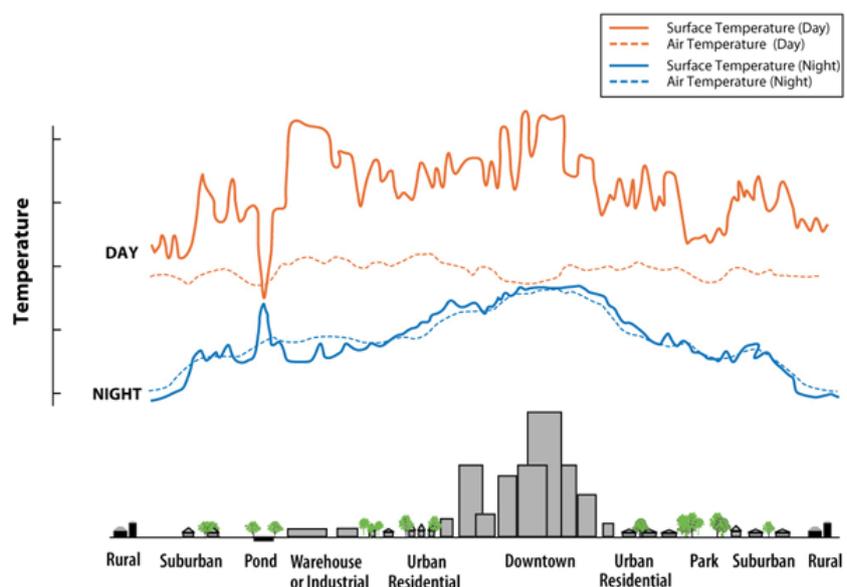
3.1 Städtische Agglomeration & Urban Heat

Durch den Klimawandel in besonders hohem Maße betroffen sind Städte bzw. urbane Regionen. Diese zeichnen sich generell durch eine hohe Bevölkerungsdichte, starke Oberflächenversiegelung und Luftverschmutzung aus. Ballungszentren unterliegen in Hitzeperioden einer zusätzlichen Erwärmung – dem sogenannten städtischen Wärmeinseleffekt.

Die Entstehung von Wärmeinseln lässt sich auf mehrere Faktoren wie klimatisch ungünstige Lagen (Kessel und Täler), Städteplanung, Bebauungsdichte, Bevölkerungsdichte, Oberflächenversiegelung, Verdrängung von verdunstungs-aktiven Flächen (Parks, Grünflächen...), zusätzliche Strahlungswärme durch Industrie, Haushalte und Verkehr zurückführen. Während Hitzeperioden mit sehr starker thermischer Belastung hat der Grad der **Versiegelung** großen Einfluss auf das Mortalitätsrisiko bei älteren Personen (über 65-Jährige)³⁶, da aufgrund des höheren Temperaturspeichervermögens in der Nacht verstärkt Wärme abgestrahlt und die Nachttemperatur erhöht wird.

Während dieser sogenannten **tropischen Nächten** (Temperaturen außerhalb des Komfortbereichs) wird die Regenerationsfähigkeit des Körpers beeinträchtigt, was sich besonders stark auf den gesundheitlichen Zustand auswirkt.

Abb. 19: Tages- und Nachttemperaturen in urbanen und ländlichen Gegenden³⁷ bzw. bei unterschiedlich stark versiegelten Oberflächen



³⁶ Gabriel K., Gesundheitsrisiken durch Wärmebelastung in Ballungsräumen, Dissertation, edoc.hu-berlin.de

³⁷ US Environmental Protection Agency, Urban Heat Island, www.epa.gov



Bei einem Vergleich von Messstationen in der Stadt Wien und außerhalb lässt sich in der folgenden Grafik der Stadteffekt eindeutig zeigen.

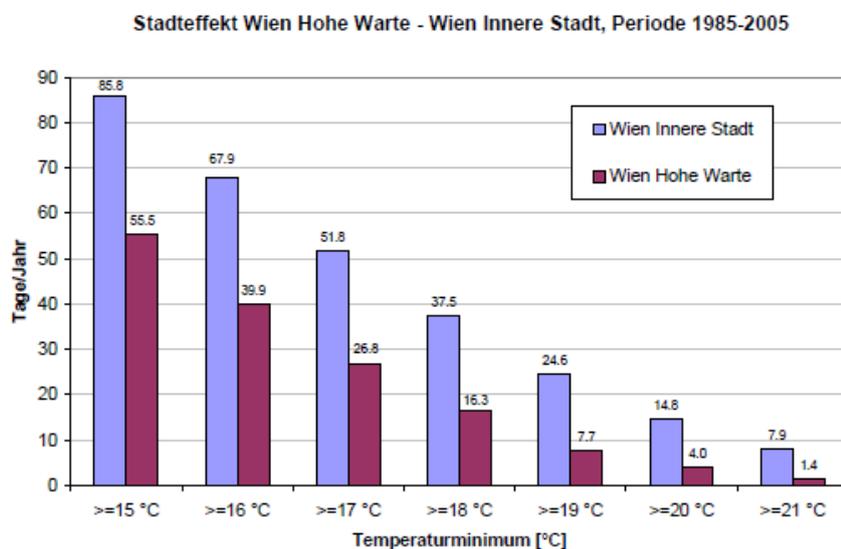
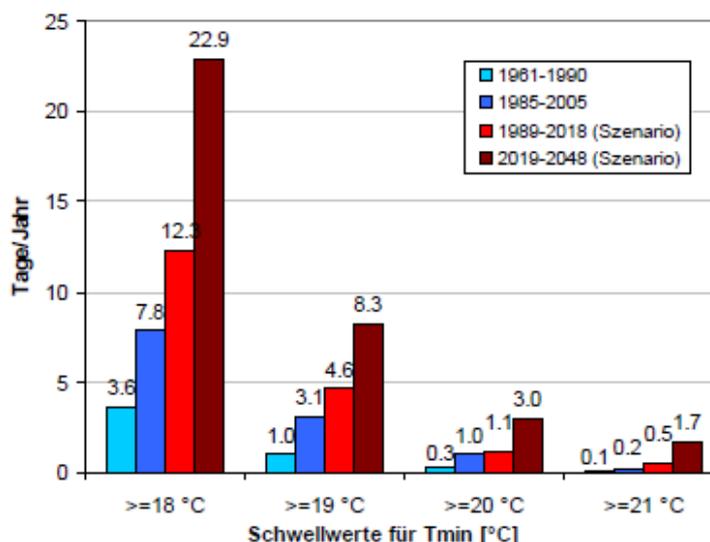


Abb. 20: Häufigkeiten (Tage/Jahr) von **nächtlichen** Minimaltemperaturen³⁸

Innerhalb der Stadt werden deutlich mehr Nächte mit Temperaturen über den jeweiligen Schwellenwerten gemessen. Bei den für den Organismus belastenden nächtlichen Temperaturklassen über 20°C (Verhältnis Stadt zu Land 3,7 : 1) bzw. über 21°C (5,64 : 1) zeigt sich, dass mit steigenden Temperaturen auch der relative Unterschied zwischen Stadt (Urban Heat) und Land größer wird.

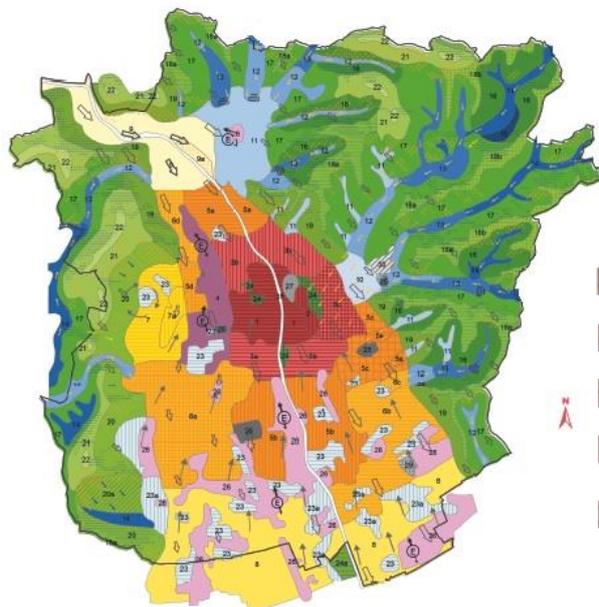
Ähnlich stellt sich die Situation in Graz mit den beiden Messstationen Universität und Flughafen dar. Für die Zukunft wird ein weiterer Anstieg der Häufigkeit von warmen Nächten prognostiziert.

Abb. 21: Historische Entwicklung von nächtlichen Minimaltemperaturen über den jeweiligen Schwellenwerten an der Station Graz-Universität für die Perioden 1961-1990 und 1985-2005, sowie die zu erwartende Entwicklung für die Perioden 1989-2018 und 2019-2048³⁹. Auch hier zeigt sich wieder ein größerer prognostizierter Anstieg bei relativen Häufigkeiten bei den hohen Belastungsklassen ($\geq 20^{\circ}\text{C}$: 2,7 mal so viele Tage und $\geq 21^{\circ}\text{C}$: 3,4 mal so viel).



³⁸ Startclim2005, Klimawandel und Gesundheit, www.austroclim.at

³⁹ ebenda S. 28



Die Grafik zeigt einzelne Temperaturzonen und Luftströmungen für die Stadt Graz. Klar ersichtlich ist die Wärmeinsel im Zentrum der Stadt. Die umliegenden Gebiete im Osten und Westen sind durch bessere Frischluftzubringer teilweise begünstigt.

- 1 Städtische Wärmeinsel (Kernzone ganzjährig)
- 2 Wie 1, jedoch mit Beeinflussung durch Frischluftzubringer aus NE
- 3a Gründerzeitgürtel mit noch starker Überwärmung (Nord)
- 3b Gründerzeitgürtel mit noch starker Überwärmung (Süd)
- 3c Gründerzeitgürtel mit noch starker Überwärmung (mit Frischluftzubringereinfluss aus NE)

Die nördlichen und südlichen Gründerzeitgürtel jedoch neigen ebenso zu starker Überhitzung.

Abb. 22: Klimatopkarte Graz⁴⁰

Das Zusammenspiel mehrerer Faktoren während Hitzewellen kann das Gefährdungspotential für Betroffene und Risikogruppen erhöhen. Bspw. wären alleinstehende ältere Menschen, die innerhalb der Wärmeinsel wohnen, keine technischen Kühlmöglichkeiten haben und zusätzlich noch immobil sind, besonders betroffen. Darüber hinaus sind bei Personen der unteren Einkommensschichten weitere sozioökonomische Faktoren wie ein schlechterer gesundheitlicher Allgemeinzustand, Wohnungssituation (Qualität der Bausubstanz) etc. zu berücksichtigen. Eine Analyse der Situation in Wien hat gezeigt, dass die Mortalitätsrate in den inneren dicht verbauten Bezirken (verminderte Belüftung) und in den „ärmeren“ Bezirken (Bausubstanz) höher ist sonst wo in der Stadt⁴¹.

Zwar können Innenräume mit Klimaanlage wirksam gekühlt werden – dies ist jedoch mit einem erheblichen Mehrverbrauch an Strom und erhöhtem CO₂-Ausstoß verbunden. Die Inbetriebnahme von Klimaanlage verursacht eine **zusätzliche Warmluftabgabe** in die ohnehin schon **erhitzte Stadtatmosphäre**. Diese zusätzliche Abstrahlung von Wärme verstärkt den Hitzeinseleffekt.

Im Sinne des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel wären also Maßnahmen und Adaptionsprozesse nachhaltiger Art zu bevorzugen - bspw. Beschattungskonzepte für öffentliche und private Einrichtungen (Schulen, Kindergärten, Bürogebäude etc.). Insbesondere wären Krankenhäuser, Pflege- und Betreuungseinrichtungen zu adaptieren, da dort besonders vulnerable Personen versorgt werden. Klimarelevante Aspekte sollten in der Stadtplanung und bei der Konzeption von städtebaulichen Maßnahmen verstärkt berücksichtigt werden. Allen voran sind wichtig der Erhalt bzw. Ausbau von innerstädtischen Grünflächen aber auch die Entwicklung und Umsetzung von neueren Konzepten wie Gebäudebegrünung.

⁴⁰ Geoportal Stadt Graz, Digitale Klimatopkarte Graz, www.geoportal.graz.at

⁴¹ StartClim 2008, Anpassung an den Klimawandel in Österreich, www.austroclim.at



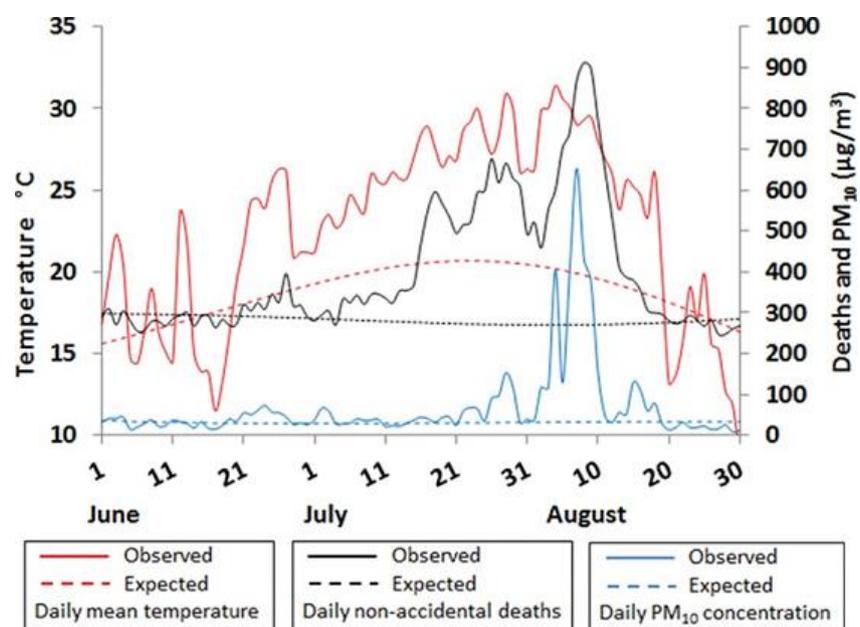
3.2 Luftschadstoffe – Sommersmog

Wie im Österreichischen Sachstandsbericht festgestellt, gibt es mittlerweile ausreichend wissenschaftliche Evidenz zu den nachteiligen Gesundheitseffekten von Luftschadstoffen wie Feinstaub, Ozon etc.⁴² Die Sensibilität der Bevölkerung zur Schadstoffbelastung der Luft ist in den kalten Jahreszeiten aufgrund der Offensichtlichkeit und medialen Verbreitung entsprechend höher als im Sommer. Für Risikogruppen jedoch ist schadstoffbelastete Atemluft während Hitzewellen ein zusätzlicher gesundheitlicher Belastungsfaktor. Schadstoffbelastete Luft wird als **Sommersmog** bezeichnet, wenn bodennahe Luft aufgrund starker Sonneneinstrahlung unter anderem hohe Ozonkonzentrationen aufweist.

Eine Studie zur Hitzewelle 2003 in den Niederlanden kommt zu der Einschätzung, dass bei zusätzlichen 1000 bis 1400 Todesfällen, 400 bis 600 Fälle (>30 %) auf erhöhte Ozon- und Feinstaubbelastung (Sommersmog) zurückzuführen sind⁴³. Auch in Frankreich wurde in Untersuchungen von neun Städten ein Anstieg der Mortalitätsrate um 0,3 bis 1 Prozent je 10 µg/m³ Steigerung des Ozonwertes gefunden⁴⁴. Analysen der Hitzewelle 2010 in Moskau zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und Temperatur.

Die Mortalitätsrate stieg um **0,43 %** (je 10 µg/m³ PM₁₀ - Anstieg der Feinstaubbelastung) bei **unter 18°C** und um bis zu **1,44%**, wenn Temperaturen von **30°C** erreicht werden.⁴⁵

Abb. 23:
Mortalitätsrate,
Temperatur und PM₁₀ -
Level, Hitzewelle
Moskau 2010⁴⁶



⁴² Austrian Panel on Climate Change, Österreichischer Sachstandsbericht zum Klimawandel, www.apcc.ac.at

⁴³ Fischer P. et al., Air pollution related deaths during the Heatwave 2003 - Netherlands, www.sciencedirect.com

⁴⁴ Filleul L. et al., The relation between temperature, ozone, and mortality in nine french cities during the heat wave of 2003, Environ Health Perspectives, www.ncbi.nlm.nih.gov

⁴⁵ Shaposhnikov D. et al., Mortality related to air pollution – Moscow Heat Wave 2010, www.ncbi.nlm.nih.gov

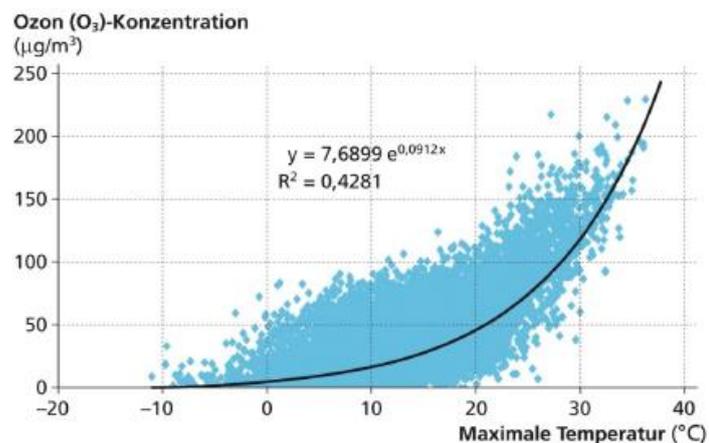
⁴⁶ ebenda



3.2.1 Ozon

Im Verlauf von Hitzetagen können sich insbesondere bei Windstille hohe **Ozonbelastungen** aufbauen. Bei großer Hitze belasten hohe Ozonwerte und Luftschadstoffe den Organismus zusätzlich. Hitze und Ozonbildung treten häufig gemeinsam auf, weil Luftschadstoffe aus Auto- und Industrieabgasen unter dem Einfluss von Sonnenstrahlung zu Ozon umgewandelt werden. Der Anstieg der Belastung mit bodennahem Ozon kann aufgrund von hohen Temperaturen und kräftiger Sonneneinstrahlung stark ausfallen⁴⁷.

Abb. 24: Zusammenhang zwischen Ozonkonzentration und Lufttemperatur⁴⁸



Aufgrund hoher andauernder Ozonbelastungen kann es zur Reizung der Schleimhäute sowie Augenbrennen, Kratzen im Hals, Druck auf der Brust und Schmerzen beim Einatmen, Entzündungen der Atemwege und Lungen, vorübergehender Einschränkung der Lungenfunktion, etc. kommen. Zudem wird die Reaktion auf andere Luftschadstoffe und auf Allergie-Auslöser wie Pollen und Milben verstärkt. Ein Zusammenhang zwischen Ozonbelastung und Herzinfarkten wurde ebenfalls nachgewiesen.⁴⁹

Die **WHO** schätzt, dass in Europa **21.000 vorzeitige Todesfälle** auf langfristige Ozonbelastung über 70 µg/m³ zurückzuführen sind⁵⁰. Bezogen auf die Mortalitätsrate bewirkt Ozon einen Anstieg um 0,3 % je Anstieg von 10 µg/m³ Ozon in der Atemluft⁵¹. Eine weitere Studie kommt auf ähnliche Zahlen (26.000 bis 28.000 Todesfälle) für Europa, der Schwerpunkt liegt hier in den südeuropäischen Ländern⁵².

⁴⁷ Kuttler W., Klimawandel im Urbanen Bereich, Environmental Sciences Europe, www.enveurope.com

⁴⁸ ebenda S. 9

⁴⁹ Ruidavets J. et al., Coronary Heart Disease, American Heart Association, circ.ahajournals.org

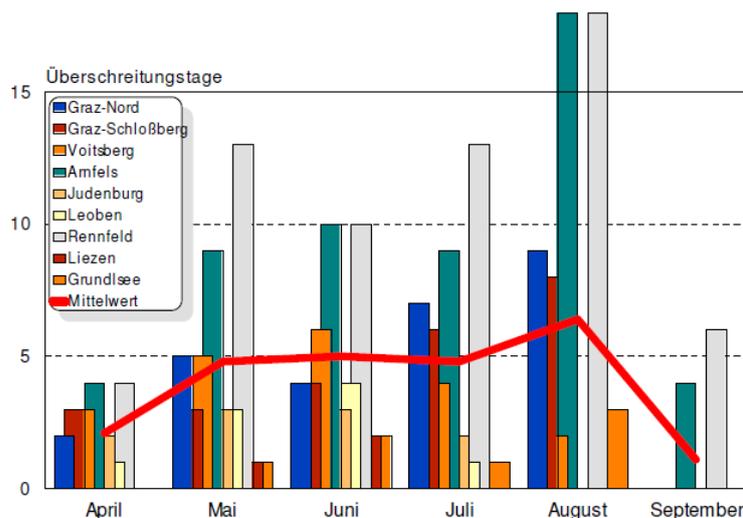
⁵⁰ WHO, Healtrisks of Ozone from long-range transboundary air pollution, www.euro.who.int

⁵¹ WHO, Ambient Air Quality and Health, www.who.int

⁵² Orru H. et al., Impact of climate change on ozone-related mortality in Europe, ERS, erj.ersjournals.com



Abb. 25: Tage mit Überschreitung des Ozonzielwertes 2012⁵³
8-Stunden-Mittelwert von 120 µg/m³



Als **Informationsschwelle** (Information der Bevölkerung über Ozonbelastung) ist ein Wert von 180 µg/m³ und als **Alarmschwelle** ein Wert von 240 µg/m³ gemäß Ozongesetz festgelegt. Der **Zielwert** für die langfristige Betrachtung von 120 µg/m³ darf (über drei Jahre gemittelt) an nicht mehr als 25 Tagen pro Jahr überschritten werden⁵⁴. Die Empfehlungen der WHO für diesen Zielwert liegen bei 100 µg/m³.

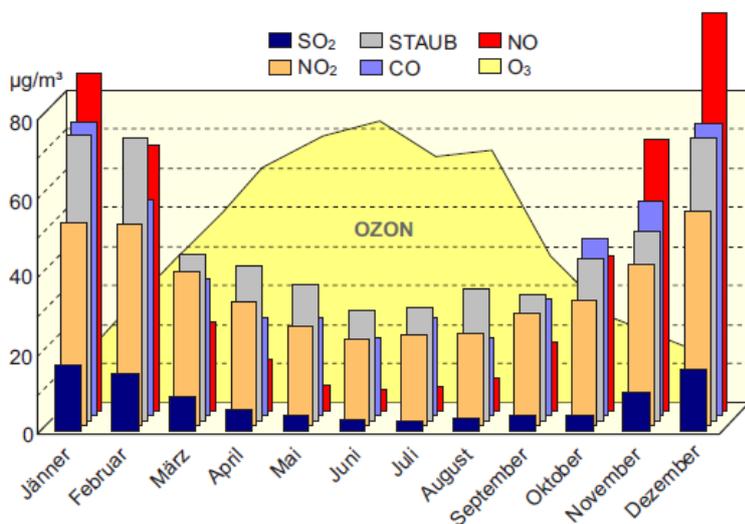


Abb. 26: Jahresgang der Ozonkonzentration Graz von 1998 bis 2001⁵⁵

Die Ozonbelastung ist in den Nachmittagsstunden am größten. Während der Nacht nehmen die Werte wieder ab. Bei länger andauernden sommerlichen Schönwetterperioden werden die Werte tendenziell höher⁵⁶.

Bei sehr hohen Werten (1-Stundenmaxima über 240 µg/m³) oberhalb der Alarmschwelle ist bei starker körperlicher Anstrengung im Freien die Lungenfunktion der Durchschnittsbevölkerung um 15 % vermindert. Bei Personen mit bereits vorhandenen respiratorischen Problemen kann diese um 30 % und mehr vermindert sein⁵⁷.

⁵³ A15 Land Steiermark, LUIS Jahresbericht 2012, www.umwelt.steiermark.at

⁵⁴ A15 Land Steiermark, Ozon Information, www.umwelt.steiermark.at

⁵⁵ Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark, Unser Lebensmittel Luft, www.ubz-stmk.at

⁵⁶ Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Sommersmog und Ozon, www.suva.ch

⁵⁷ Eidgenössische Kommission für Lufthygiene, Sommersmog in der Schweiz, www.ekl.admin.ch



Für Graz und das Alpenvorland zusätzlich problematisch bei ungünstigen Windrichtungen sind Luftmassen mit Ozonvorläufersubstanzen aus den Industriegebieten der Poebene in Italien.

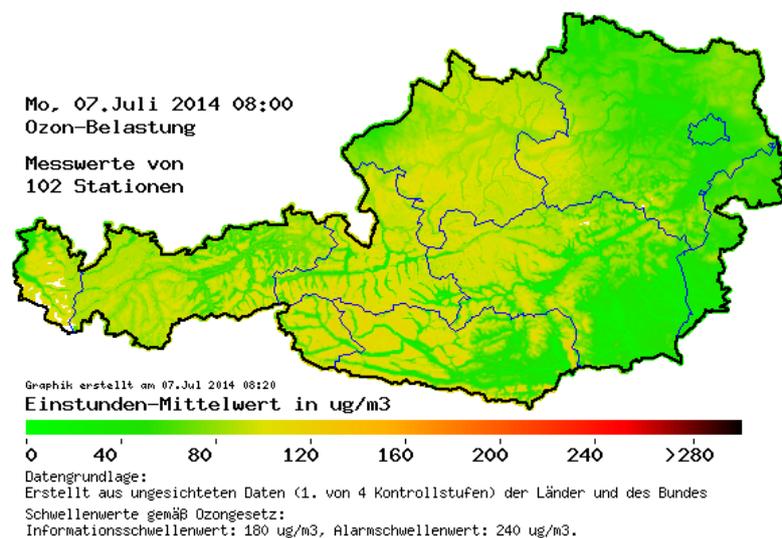
Hitzewellenanalysen zeigen zudem, dass ältere Menschen über 75 Jahren besonders stark auf Ozon-Belastung reagieren. Die Sterblichkeit während Hitzewellentagen mit **hoher Ozonbelastung** ist in dieser Altersgruppe um **54 % höher** als an Tagen mit normaler oder niedriger Ozonbelastung. Ähnlich ist die Situation bei hoher PM₁₀-Belastung mit einem Anstieg der Mortalitätsrate in den einzelnen Städten von 36 bis 106 %⁵⁸.



Besonders ältere Menschen und solche mit Herz-Kreislauferkrankungen und respiratorischen Einschränkungen sollten körperliche Anstrengungen im Freien in den Nachmittagsstunden vermeiden.

www.umweltbundesamt.at

Abb. 27: Ozon-Belastung in Österreich



Genaue tagesaktuelle Ozonwerte für die Steiermark findet man unter umwelt.steiermark.at.



Auch **Kinder** bis zum **fünften Lebensjahr** sollten erhöhten Ozonwerten wie auch schlechter Luftqualität möglichst wenig ausgesetzt werden, da die Lungen noch nicht voll entwickelt und die Atemwege daher weniger widerstandsfähig sind⁵⁹.

Da Ozon eine unbeständige chemische Verbindung ist, zerfällt diese relativ schnell wieder zu normalem Sauerstoff. Die Konzentration in Innenräumen sinkt nach einer Stunde auf 10 % des Ausgangswertes⁶⁰.



Beim Lüften von Aufenthaltsräumen ist auf die Ozonkonzentration zu achten – hierfür sind die frühen Morgenstunden am besten geeignet.

⁵⁸ D'Ippoliti D. et. Al, Effects of heatwaves on mortality, PubMed 2014, ncbi.nlm.nih.gov

⁵⁹ Ozon-Info Schweiz, www.ozon-info.ch

⁶⁰ Allgemeine Unfallversicherungsanstalt – AUVA, Arbeit im Freien, www.aushang.at



3.2.2 Stickoxide NO_x

Stickoxide gelten als besonders gesundheitsschädlich für die Atemwege. Bei langfristigen hohen Konzentrationen gilt diese Schadstoffgruppe mitunter als eine der Ursachen für Herzinfarktanfälligkeit. Epidemiologische Analysen von Daten aus Graz, Linz und Wien belegen akute Auswirkungen auf die Mortalität ab 30 µg/m³. Bspw. gab es in Wien bei einer durchschnittlichen zusätzlichen Belastung von 10 µg/m³ über zwei Wochen um 4,6 % mehr Todesfälle durch Herz-Kreislaufkrankungen; bei Atemwegserkrankungen stieg die Sterblichkeitsrate um 6,7 %⁶¹.

Besonders betroffen sind Kinder und ältere Menschen bzw. Personen, deren Atemwege entsprechend sensitiv bzw. bereits vorbelastet sind. Die Stickstoffdioxid-Belastung in Österreich übersteigt vielerorts den Grenzwert.

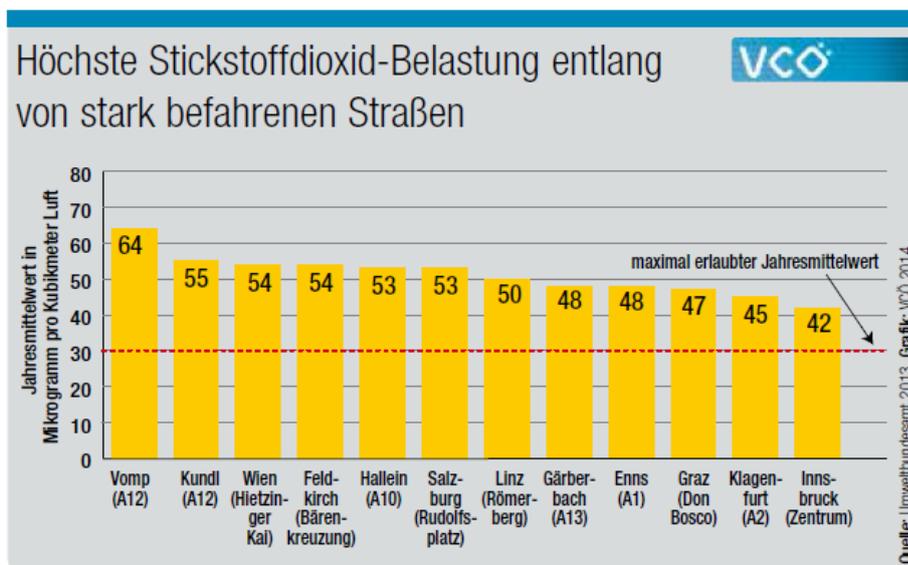


Abb. 28: NO₂-Belastung an verschiedenen Messstationen

Stickstoffoxide sind Mitverursacher von Feinstaub und gelten als **Vorläufersubstanzen**, welche bei starker Sonneneinstrahlung zu bodennahem Ozon umgewandelt werden. Als Hauptverursacher von Stickoxiden gelten Industrie und Verkehr. Eine langfristige Ausrichtung zur flächendeckenden Reduktion der Stickstoffemissionen wird folglich auch zur Reduktion von bodennahem Ozon führen.

Stickstoffoxide und Ozon stehen in Wechselwirkung miteinander, daher kann je nach Vorhandensein der Anteile der Schadstoffe bodennahes Ozon durch Stickstoffmonoxid wieder zu Stickstoffdioxid und Sauerstoff abgebaut werden, weswegen die Ozonbelastung in der Stadt (mehr NO durch erhöhtes Verkehrsaufkommen am Abend) niedriger sein kann als auf dem Land⁶².

⁶¹ VCO, Factsheet Stickoxidbelastung, www.vcoe.at

⁶² ebenda



3.2.3 Feinstaub PM₁₀

Als **Feinstaub PM₁₀** bezeichnet man eine Gruppe von Stäuben in der Luft, von denen etwa 50% der Teilchen einen Durchmesser von 10 µm haben bzw. der Rest auf noch kleinere und in geringerem Maße auf größere Teilchen verteilt ist⁶³. Partikel unter einer Größe von zehn µm können tief in die Lungen eindringen, sind daher besonders gesundheitsschädlich und mit freiem Auge auch nicht erkennbar. Gut sichtbarer Staub von Baustellen etc. wird als Grobstaub bezeichnet und kann vom Körper etwa über Nasenhärchen und Schleimhäute gefiltert werden. Die WHO schätzt die Anzahl der frühzeitigen Sterbefälle verursacht durch Feinstaub weltweit auf 3.7 Mio. Menschen.

Als Hauptursachen von Feinstaub werden Verkehr, Hausbrand und Industrie gesehen, wobei der Verkehr einen hohen Anteil hat, insbesondere durch Verwirbelung (Verkehr diffus + sekundär) von bereits vorhandenem Feinstaub. Das Ausmaß der Verwirbelung ist auch von der Geschwindigkeit abhängig⁶⁴.

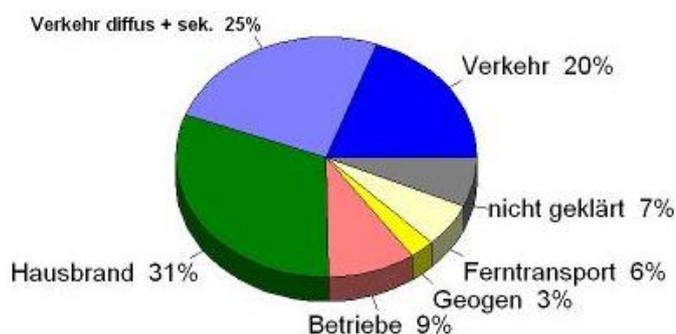
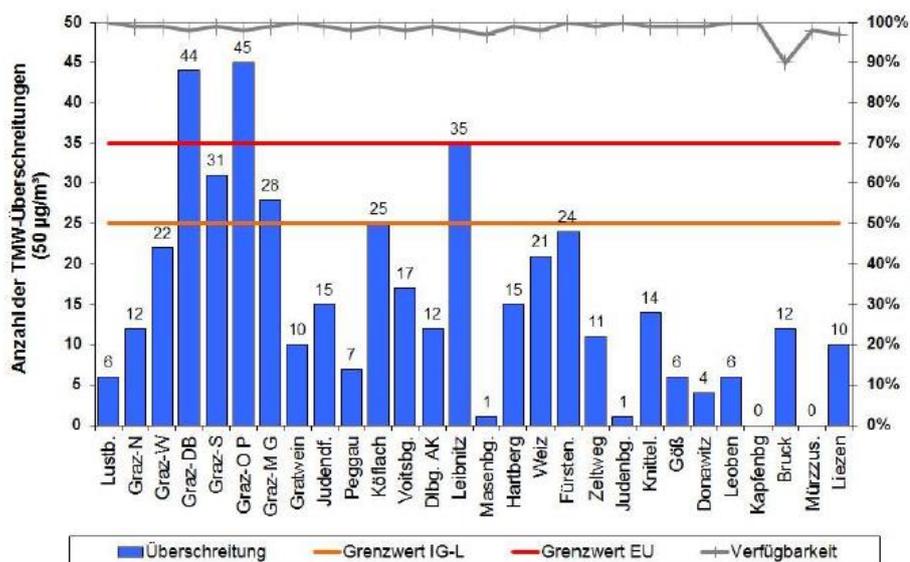


Abb. 29: Verursacher der Feinstaubbelastung Graz Süd⁶⁵

In der Steiermark befinden sich mehr als die Hälfte der Gemeinden in Feinstaub-Sanierungsgebieten. Dies betrifft vor allem den Großraum Graz, nahezu alle Gemeinden südlich des Alpenhauptkammes, die Mur-Mürz-Furche sowie das mittlere Murtal⁶⁶. Folgende Grafik zeigt die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Grenzwertes (Tagesmittelwert – TMW) für PM₁₀.

Abb. 30: Anzahl der Tage mit PM₁₀-Grenzwert-Überschreitung 2013

Bei TMW: 50 µg/m³ - zulässig nach IG-L sind 25 Überschreitungstage pro Jahr⁶⁷



⁶³ UBA, Feinstaubinformation PM₁₀, www.umweltbundesamt.at

⁶⁴ UBZ, Unser Lebensmittel Luft, www.ubz-stmk.at

⁶⁵ A15, LUIS - Aquella Steiermark, www.umwelt.steiermark.at

⁶⁶ A15, Feinstaubinformation, www.umwelt.steiermark.at

⁶⁷ A15, Jahresbericht Luft 2013, luis.steiermark.at



3.2.4 Feinstaub PM_{2.5}

Als **Feinstaub PM_{2.5}** wird jene Staubfraktion bezeichnet, die 50 % der Stäube in der Größe 2,5 µm beinhaltet. Partikel dieser Größe können bis in die Lungenbläschen eindringen und sind mit freiem Auge nicht sichtbar. Zusätzlich problematisch bei Teilchen dieser Größe ist deren lange Verweildauer in der Atmosphäre und der dadurch möglichen Transportdistanz von bis zu 1.000 km. Aktuelle Bewertungen der WHO weisen auf den Zusammenhang von Feinstaubbelastung und schweren Gesundheitsauswirkungen wie Herz-Kreislauferkrankungen hin⁶⁸. In der Steiermark sind nach aktuellen Berechnungen etwa 24 % der Bevölkerung (Ballungsraum Graz und außeralpiner Bereich) von einer verminderten Lebenserwartung von etwa einem Jahr betroffen.

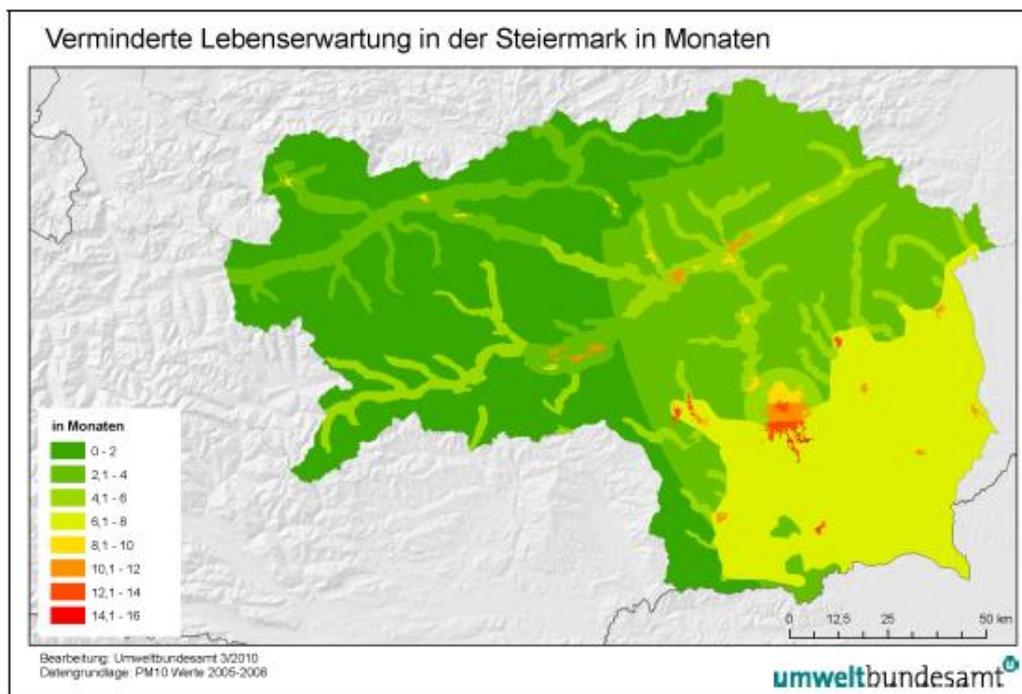


Abb. 31: Reduzierte Lebenserwartung in Monaten aufgrund von Feinstaub-Belastung PM_{2.5} im Mittel der Jahre 2005 bis 2008⁶⁹

Trotz Verbesserung der Situation in der Steiermark und in Graz ist die Feinstaubproblematik nach wie vor aktuell. In den Sommermonaten während Hitzebelastungstagen hat die Luftqualität zusätzlich zum Hitzestress Auswirkungen auf den gesundheitlichen Zustand.

⁶⁸ UBA, Feinstaubinformation PM_{2.5}, www.umweltbundesamt.at

⁶⁹ UBA, Gesundheitsauswirkungen der PM_{2.5}-Exposition in der Steiermark, www.umweltbundesamt.at



Da in der Steiermark zu wenig PM_{2.5} Messstellen vorhanden sind, wird die PM_{2.5} Belastung nicht flächendeckend gemessen. Die Belastung mit PM_{2.5} wird daher aus den PM₁₀ Daten abgeleitet bzw. berechnet. Laut IG-L ist ab 1.1.2015 ein Jahresmittelwert von **25 µg/m³** einzuhalten.

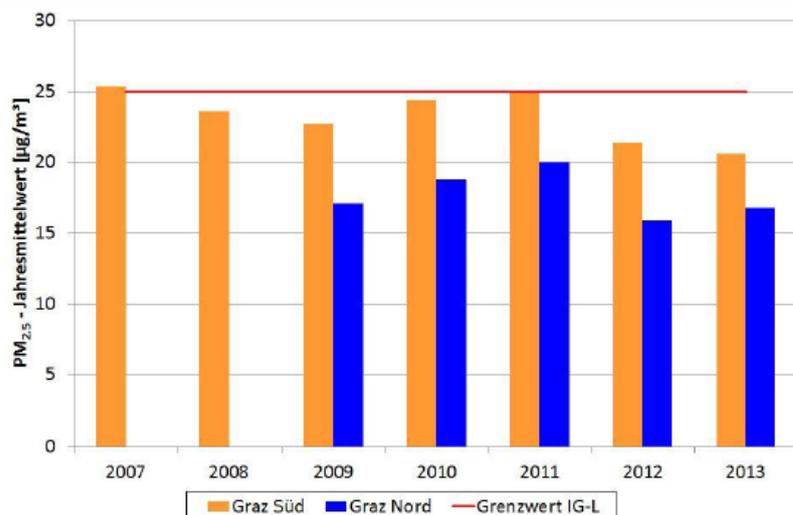
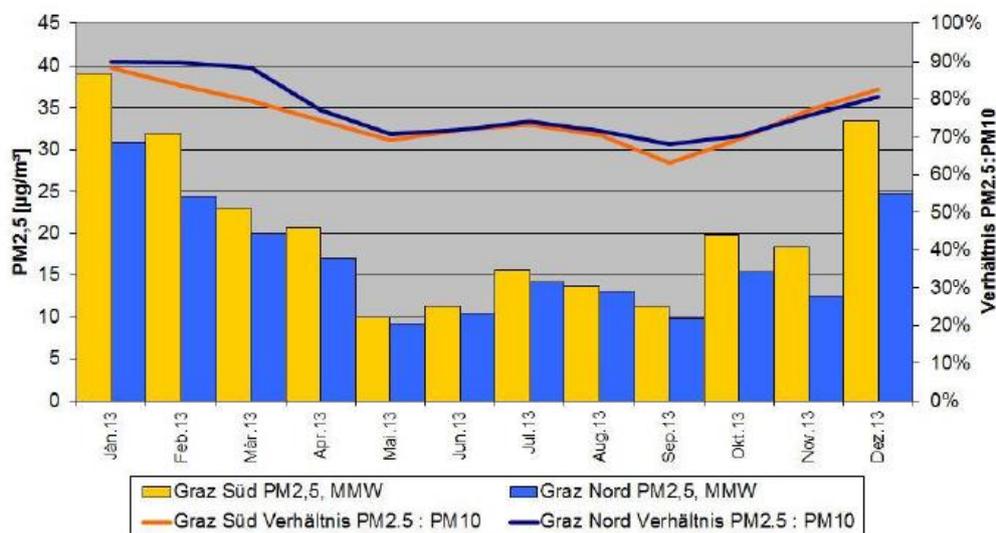


Abb. 32: PM_{2.5} Jahresmittelwerte 2007 - 2013⁷⁰

Im Jahresgang sind die Feinstaubwerte naturgemäß im Winter höher als in den übrigen Jahreszeiten.

Abb. 33: PM_{2.5} Jahresgang Graz⁷¹



Der gesetzliche Grenzwert wird so zwar eingehalten, aus gesundheitlicher Perspektive aber sind die Empfehlungen der WHO von Relevanz. Daher sind für eine Abschätzung des Gefährdungspotentials von vulnerablen Personen und Gruppen unter Hitzebelastungssituationen die Vorgaben der WHO ausschlaggebend.

⁷⁰ A15, Jahresbericht Luft 2013, luis.steiermark.at

⁷¹ ebenda



3.2.5 Grenzwerte – Kritik

Die EU-Immissionsgrenzwerte für Feinstäube liegen bei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO Empfehlung $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) für PM_{10} und bei $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2.5}$ (WHO Empfehlung $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) im Jahresmittelwert⁷². Gerade bei den feinen Stäuben ist die Festlegung der Grenzwerte mittels einer **Gewichtsmessung** der Feinstaubfraktion problematisch. Die Grenzwerte für die jeweiligen Anteile der lungengängigen Feinstäube $\text{PM}_{2.5}$ bzw. der Ultrafeinstäube PM_1 (Größe $< 0,1 \mu\text{m}$) – welche auch in den Blutkreislauf gelangen bzw. die Bluthirnschranke überwinden können – sind näher betrachtet aufgrund des geringen Gewichts dieser Stäube wenig aussagekräftig. Geeigneter wäre hier die Messung der **Partikelanzahl je Volumeneinheit**⁷³.

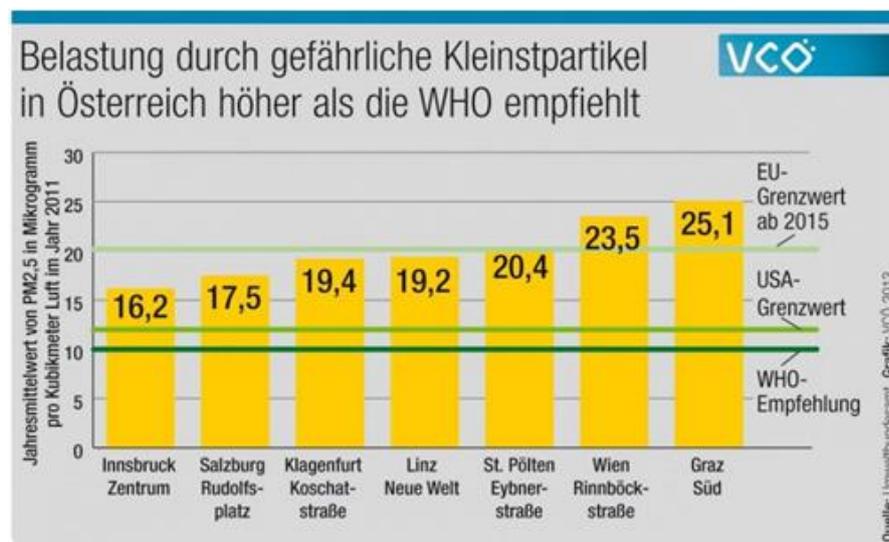


Abb. 34: Grenzwertüberschreitung Jahresmittelwert $\text{PM}_{2.5}$ ⁷⁴

Für $\text{PM}_{2.5}$ ist in der EU ab 2015 der oben genannte Jahresmittelwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Durchschnittszielwert über drei Jahre $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) einzuhalten⁷⁵. In den USA liegt dieser bei $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (geringe Relevanz von Dieselfahrzeugen). Die WHO hingegen empfiehlt einen **Richtwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Jahresmittelwert** ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Tagesmittelwert) und stellt außerdem fest, dass es **keinen Grenzwert** oder Schwellenbereich gibt, unterhalb dessen keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit feststellbar wären⁷⁶.

⁷² UBA, Grenz-, Ziel- und Schwellenwerte, www.umweltbundesamt.at

⁷³ UBA, Gesundheitsauswirkungen der $\text{PM}_{2.5}$ -Exposition – Steiermark, www.umweltbundesamt.at

⁷⁴ Verkehrsclub Österreich, Ultra-Feinstaub macht krank – Factsheets 2013, www.vcoe.at

⁷⁵ UBA, Grenzwerte - Luftschadstoffe, www.umweltbundesamt.at

⁷⁶ WHO, Air Quality Key-facts, www.who.int



3.2.6 Gesundheitliche Auswirkungen

Die gesundheitsschädlichen Auswirkungen von Feinstaub auf den menschlichen Organismus sind evident. Betroffen sind vor allem der respiratorische Bereich, das zentrale Nervensystem, das Herz-Kreislaufsystem, die Blutgerinnung, die Entzündungsneigung des Körpers, etc.⁷⁷.

Darüber hinaus wurden Auswirkungen auf das Gewicht von Neugeborenen (vermindertes fötales Wachstum) festgestellt⁷⁸. Eine weitere Studie⁷⁹ zeigt Zusammenhänge von Ozon- und NO_x-Belastung im ersten Schwangerschaftstrimester mit einer höheren Wahrscheinlichkeit von Frühgeburten (4,4 %) sowie Präeklampsie (Bluthochdruck etc.) von 4 % je 10 µg/m³ Anstieg von O₃ auf.

Bei Rettungseinsätzen mit akuten Herzerkrankungen (in Linz beispielsweise) ließ sich ein Plus von 7,1 Prozent beobachten, wenn die PM_{2,5}-Belastung um 10 µm/m³ stieg⁸⁰.

Wie ersichtlich wurde der ab 2015 geltende Jahresmittelgrenzwert der EU von 25 (20) µg/m³ in Graz im Großen und Ganzen eingehalten. Aus Sicht der öffentlichen Gesundheit sind jedoch primär die Empfehlungen der **WHO** und damit der wesentlich niedrigere Richtwert von **10 µg/m³** ausschlaggebend.

Tab. 2: PM_{2,5} Jahresmittelwerte Graz
Quelle: LUIS Jahresbericht 2013

PM_{2,5}, Jahresmittelwerte 2007 – 2013

	PM _{2,5} [µg/m ³]	
	Graz Süd	Graz Nord
2007	25,4	
2008	23,6	
2009	22,7	17,1
2010	24,4	18,8
2011	25,1	20,0
2012	21,4	16,0
2013	20,6	16,8

Wiewohl die langfristigen Auswirkungen von Feinstaubbelastung noch nicht hinreichend erforscht sind, zeigen die im British Medical Journal 2014 veröffentlichte Ergebnisse der Meta-Analyse eines Forschungsprojektes der Europäischen Kommission – **The ESCAPE Project**⁸¹ (Zusammenfassung von elf Kohorten-Studien aus Finnland, Schweden, Dänemark, Deutschland und Italien) einen eindeutigen Zusammenhang von Luftqualität und Herz-Kreislaufkrankheiten (HK) bzw. deren Einfluss auf den Anstieg der Mortalitätsrate.

Laut den Ergebnissen dieser Meta-Analyse ist ein Anstieg des Jahresmittelwertes von PM_{2,5} um 5 µg/m³ mit einem Anstieg von Herzinfarktfällen um 13 % assoziiert - bei PM₁₀ verursacht ein Anstieg von 10 µg/m³ einen 12%igen Anstieg der HK. Dabei sind insbesondere die über 60-Jährigen durch hohe PM_{2,5}-Belastung gefährdet.

⁷⁷ Héroux M., Evidence on Health Effects in support of the review of the EU Air Quality Policies: The WHO REVIHAAP and HRAPIE Projects, www.umweltbundesamt.at

⁷⁸ Dadvand P. et al., Maternal exposure to particulate air poll. and term birth weight, 2013, ehp.niehs.nih.gov

⁷⁹ Olsson D., Air poll. exposure in early pregnancy and adverse pregnancy outcomes, 2013, bmjopen.bmj.com

⁸⁰ Medizinische Universität Wien, Luftschadstoffe und Herz-Kreislauf-Risiko, www.meduniwien.ac.at

⁸¹ The ESCAPE Project, Long term exposure to ambient air pollution in Europe, BMJ 2014, www.bmj.com



Feinstaub	WHO-Richtwerte	EU-Grenzwerte	Je Anstieg PM $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anstieg HKK
PM ₁₀	20	40	10	12 %
PM _{2.5}	10	25	5	13 %

Tab. 3: WHO-Richtwerte, EU-Grenzwerte und ESCAPE Studienergebnisse

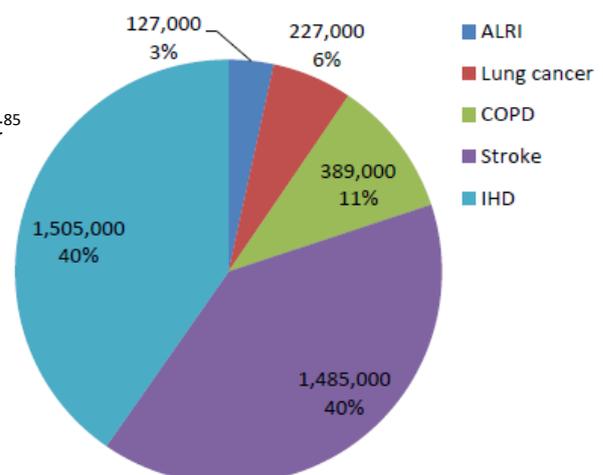
Die Ergebnisse zeigen, dass auch bei Feinstaubwerten **unterhalb der Grenzwerte** für PM₁₀ (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und PM_{2.5} (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ein **signifikantes Risiko** für Herz-Kreislauf-Probleme mit ähnlich hohen wie den oben angeführten zusätzlichen Mortalitätsraten besteht. Dieselben Effekte sind auch bei noch niedrigeren Expositionslevel unterhalb der Jahresdurchschnittsgrenzwerte von PM_{2.5} (< 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und PM₁₀ (< 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) vorhanden⁸².

Weitere Forschungsprojekte der WHO wie **REVIHAAP** (Review of evidence on health aspects of air pollution) und **HRAPIE** (Health risks of air pollution in Europe) zeichnen ein ähnliches Bild. Neben den stärkeren Effekten von langfristiger Belastung auf die Gesundheit auch bei sehr niedrigen PM_{2.5}-Level (<10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Jahresmittelwert), sind auch die 24-Stunden Mittelwerte bzw. kurzzeitigen Belastungsspitzen mit Auswirkung auf die Sterblichkeit an diesen Tagen (und Folgetagen) von Relevanz. Darüber hinaus konnten physiologische Veränderungen an Organen auch schon bei kurzzeitig hohen Belastungen nachgewiesen werden⁸³.

Weltweit sind laut WHO 2012 über 7 Millionen Menschen an den Folgen von Luftverschmutzung vorzeitig gestorben, davon rund 500.000 in Europa⁸⁴. Während in Entwicklungsländern zusätzlich zur Luftverschmutzung auch noch die Belastung in den Wohnräumen dazu kommt (Verwendung von fossilen Brennstoffen zur Befuerung in Wohnräumen), liegt die Hauptursache in Europa in der Luftbelastung im Freien.

Abb. 35: Ambient Air Pollution – Sterbefälle nach Krankheit⁸⁵

- ALRI: Acute Lower Respiratory Disease
- COPD: Chronic Obstructive Pulmonary D.
- IHD: Ischaemic Heart Disease



⁸² The ESCAPE Project, Long term exposure to ambient air pollution in Europe, BMJ 2014, www.bmj.com

⁸³ WHO, REVIHAAP and HRAPIE Projects, www.umweltbundesamt.at

⁸⁴ WHO, Health Topics – Air Pollution, www.who.int

⁸⁵ WHO, Ambient Air Pollution – Results, www.who.int



3.2.7 Volkswirtschaftliche Kosten von Luftverschmutzung

Dem neuesten Bericht der WHO (April 2015) zufolge entstehen in der Europäischen Region volkswirtschaftliche Kosten durch gesundheitliche Folgeschäden aufgrund von Luftverschmutzung in Höhe von

€ 1.47 Billionen (US-\$ 1.6 Billionen).

Das entspricht fast einem **Zehntel** des Bruttoinlandproduktes (**BIP**) der gesamten Europäischen Union⁸⁶. Diese Zahlen ergeben sich aus der pekuniären Bewertung von vorzeitigen Todesfällen (600.000) und den damit verlorenen Lebensjahren mit einem Anteil von 90 % und der allgemeinen zusätzlichen Krankheitslast von 10 % an den Gesamtkosten.

Über **90 %** der Bürger in der EU leben mit einer jährlichen langfristigen Feinstaubbelastung der Außenluft **oberhalb** der von der WHO vorgegebenen **Richtwerte**. Vorzeitige Todesfälle als Konsequenz von Herz- und Atemwegserkrankungen, Erkrankungen der Blutgefäße, Schlaganfälle und Lungenkrebs sind zu rund

- 80 % auf die Belastung der Außenluft (482.000 Todesfälle) und zu rund
- 20 % auf die Luftschadstoffbelastung in Räumen (117.200 Todesfälle)

zurückzuführen. Länder mit niedrigem bis mittlerem Einkommen sind hier überdurchschnittlich stark betroffen. Als einer der Hauptbelastungsfaktoren wurde einmal mehr der Verkehr identifiziert.

In Österreich belaufen sich die volkswirtschaftlichen Kosten nach dieser Analyse auf

rund **€ 10.5 Milliarden** (11.457 Mio. US-\$)

dies entspricht einem Anteil von rund 3.3 % des österreichischen BIP⁸⁷.

Luftverschmutzung stellt nach Konsens und Aussage der Experten von WHO, OECD... das größte umweltbedingte Gesundheitsrisiko aktuell dar. Die Verringerung der Luftverschmutzung wird daher oberste Priorität haben.

⁸⁶ WHO, Volkswirtschaftliche Kosten durch Luftverschmutzung, www.euro.who.int

⁸⁷ WHO, Ökonomische Kosten durch Luftverschmutzung – Länderanteile, www.euro.who.int



3.2.8 Multifaktorielle Belastung während Hitzewellen

Die Effekte der Interaktion von mehreren belastenden Faktoren wie Hitze und Luftschadstoffe sind schwer einzuschätzen und werden kontroversiell diskutiert. Dennoch gibt es Studien und Datenanalysen die belegen, dass sich die gesundheitlichen Auswirkungen von Hitzebelastung durch Ozon und andere Luftschadstoffe verstärken. Dass besonders ältere Menschen in solchen Situationen gefährdet sind, zeigt eine Metaanalyse von Daten aus mehreren europäischen Städten. So wurde eine 54 % höhere Sterblichkeit bei der Altersklasse 75 – 84 Jahre an Tagen mit hohen Ozonwerten und eine Steigerung von 36 % an Tagen mit hohen PM₁₀-Werten (106 % bei den über 85-Jährigen) gefunden⁸⁸.

Die Rolle der Qualität der Atemluft im Belastungsszenario Hitzewelle scheint tendenziell unterschätzt zu werden. Ergebnisse des EuroHEAT Projects zeigen, dass Hitzewellen eine **stärkere Wirkung** auf Menschen mit **respiratorischen** als mit kardiovaskulären Krankheitsbildern haben⁸⁹.

Während der Hitzewelle in Moskau 2010 kam es zu einer drastischen Verschärfung der Belastungssituation durch zusätzliche Brände in der Umgebung. In der Analyse der Hitzewelle wurden die Anteile bzw. der Einfluss der einzelnen Umweltfaktoren – insbesondere auch Ozon und Feinstaub PM₁₀ - auf die Sterblichkeit untersucht.

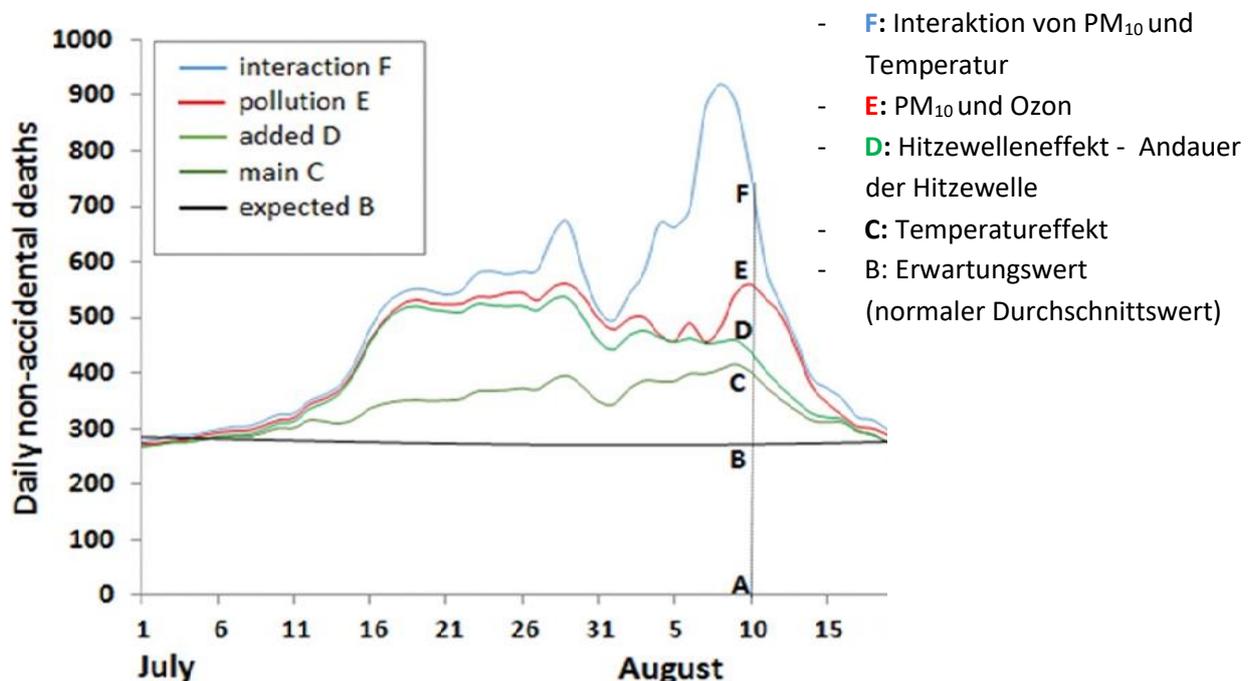


Abb. 36: Mortalitätsrate Moskau 2010: Anteile der Faktoren PM₁₀, Ozon und Temperatur⁹⁰

⁸⁸ Analitis A. et al., Effects of heat waves on mortality: effect mod. and confounding by air poll., ncbi.nlm.nih.gov

⁸⁹ D'ippoliti D. et al., The Impact of heatwaves on mortality in 9 European cities, www.ehjournal.net

⁹⁰ Shaposhnikov D. et al., Mortality related to Air Pollution, Moscow Heat Wave 2010, www.ncbi.nlm.nih.gov



3.3 Luftbelastungsindex LBI

Bei der Erstellung von Luftbelastungsindizes werden mehrere Luftschadstoffe zusammengeführt und in einem oder mehreren Indizes abgebildet. Hierbei wird der Versuch unternommen, die Gesamtbelastung der Atemluft darzustellen und zu verorten, wobei zwischen aktuellen kurzfristigen Belastungssituationen (1-Stundenwerte, Tagesmittelwerte etc.) und mittel- bis langfristigen Belastungstrends (Monats-, Halbjahres- und Jahresmittelwerte) zu unterscheiden ist.

3.3.1 Kurzzeit Luftbelastungsindex KLBI

Die von allen Messstationen gelieferten Daten werden in Relation zu den aktuell gültigen Grenzwerten (Immissionsschutzgesetz Luft 2010 – IG-L) gesetzt und auch untereinander verglichen. Im Rahmen der Landesumweltinformation wird von der A15 ein täglicher [Luftgütebericht](#) erstellt.

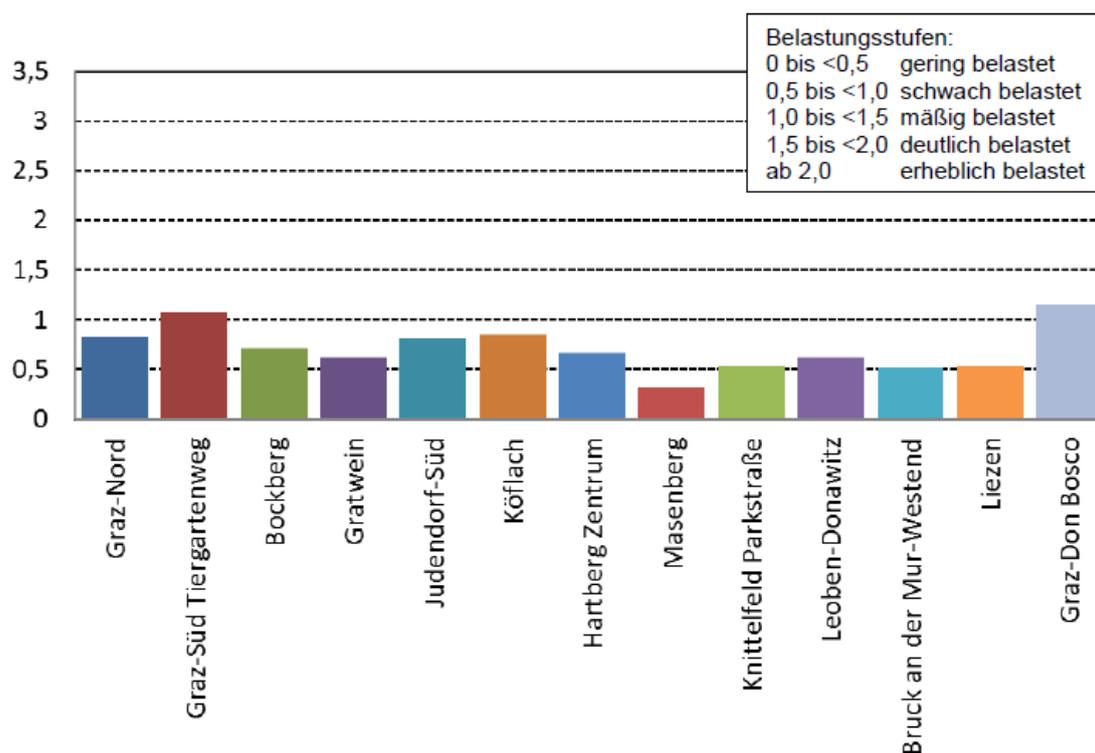


Abb. 37: Täglicher Luftgütebericht LUIS vom 27.04.2015

Der tägliche Luftgütebericht berücksichtigt die Schadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Feinstaub PM₁₀ und zeigt die tagesaktuellen Belastungen an den steirischen Messstellen an. Die Ozonbelastung wird separat ausgewiesen.



Eine weitere tagesaktuelle Zusammenfassung finden sie auf dem Onlineportal der Zentralanstalt für Meteorologie unter www.zamg.ac.at

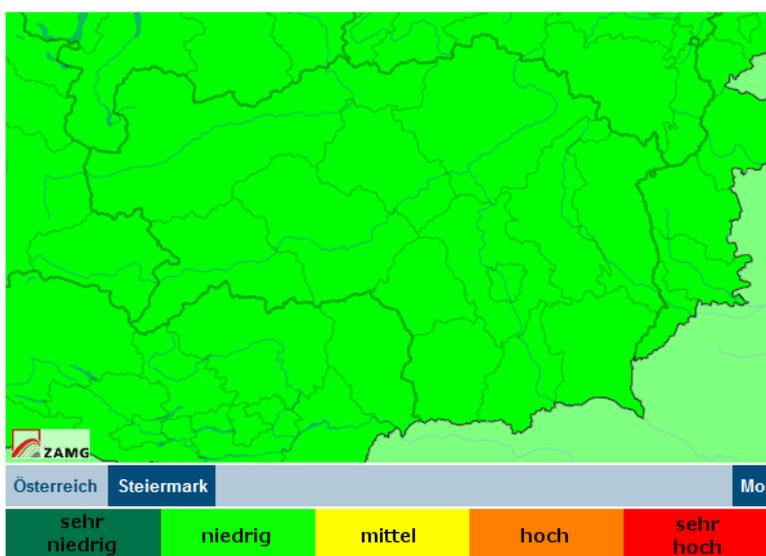
Der Index der **ZAMG** ist an den europäischen Luftqualitätsindex angelehnt

www.airqualitynow.eu

und stellt alle gängigen Luftschadstoffe und auch Ozon in einem Index mittels Farbleit-system (Ampelsystem) dar.

Abb. 38: Luftqualitätsindex ZAMG

Schadstoffbelastung



3.3.2 Europäische Richtlinien und Luftbelastungsindizes

Einen zusätzlichen Überblick zu den aktuell gültigen Grenzwert bzw. Kurz- und Langzeitbelastungsindizes bietet www.airqualitynow.eu – eine Einrichtung der EU zum Vergleich von Luftdaten in europäischen Städten.

Legende :

Luftverschmutzung	Wert des Index
Sehr niedrig	0 / 25
Niedrig	25 / 50
Mittel	50 / 75
Hoch	75 / 100
Sehr hoch	> 100

Abb. 39: Luftqualität Graz

Schadstoffe	AKTUELL VERKEHR		GESTERN VERKEHR	
	Wert	Farbe	Wert	Farbe
NO2	15	Grün	46	Grün
PM10	24	Grün	59	Gelb
PM2.5	-	-	-	-
CO	1	Grün	3	Grün

Schadstoffe	AKTUELL HINTERGRUND		GESTERN HINTERGRUND	
	Wert	Farbe	Wert	Farbe
NO2	9	Grün	20	Grün
O3	24	Grün	42	Grün
PM10	26	Grün	25	Grün
PM2.5	-	-	-	-
SO2	1	Grün	3	Grün
CO	-	-	-	-

Eine einheitliche Ausrichtung an einem Farbleit- bzw. Ampelsystem schafft die Basis zum einfachen Verständnis der Luftbelastungsindizes in der breiten Öffentlichkeit und ermöglicht so die leichtere Einschätzung des Risikopotentials der aktuellen Luftbelastungssituation für die betroffenen Personen.



3.3.3 Verhaltensempfehlungen zum LBI

LBI Stufe	Kommentar	Empfehlungen
Sehr niedrig	Die aktuelle Belastung ist gering – es sind keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten.	Um die Luftbelastung weiterhin gering zu halten, benützen sie möglichst öffentliche Verkehrsmittel oder Fahrräder.
niedrig	Die aktuelle Belastung ist niedrig – gesundheitliche Beeinträchtigungen sind unwahrscheinlich.	Alle Verhaltensweisen zur Belastungsminderung sind sinnvoll.
mittel	Die aktuelle Belastung ist mäßig – gesundheitliche Beeinträchtigungen können auftreten.	Es werden keine besonderen Verhaltensmaßnahmen empfohlen.
hoch	Die aktuelle Belastung ist deutlich. Für Risikopersonen wie ältere Menschen, Kinder und Personen mit Lungen- und Herz-Kreislaufkrankungen besteht die Gefahr von Schleimhautreizungen bzw. Beeinträchtigung der Lungenfunktion durch Ozon	Risikopersonen sollen alle unnötigen körperlichen und sportlichen Aktivitäten in den Tagesstunden mit höchster Hitze bzw. Luftbelastung in besonders betroffenen Gebieten vermeiden.
sehr hoch	Die aktuelle Belastung ist erheblich – Risikopersonen sind nun besonders betroffen Bei körperlicher Anstrengung im Freien ist bei 25 – 35 % der Bevölkerung eine Beeinträchtigung der Lungenfunktion zu erwarten.	Verlegen sie Aktivitäten im Freien in die frühen Morgenstunden und lüften sie Wohnräume in dieser Zeit, wenn die Schadstoffbelastung niedrig ist. Vermeiden sie körperliche Anstrengungen während der Belastungsspitzen. Der Konsum von Rauchwaren sollte von Risikopersonen vermieden werden.

Tab. 4: Stufenabgrenzungen und Empfehlungen zum LBI, in Anlehnung an den KBI Cercl'Air⁹¹



Risikopersonen sollten unnötige körperliche Belastung in Tagesstunden mit sehr hohen Schadstoffbelastungswerten und Temperaturen vermeiden.

⁹¹ Cercl'Air, Empfehlung Nr. 27a zum Kurzzeit Luftbelastungsindex Schweiz, cerclair.ch



Bei niedrigen Luftschadstoffbelastungssituationen bzw. abseits von stark belasteten Straßenzügen ist der Umstieg auf das Fahrrad nach wie vor zu empfehlen – die gesundheitliche Bilanz fällt hier zu Gunsten der körperlichen Fitness durch die Bewegung aus und die Schadstoffemissionen werden verringert⁹². In Tagestunden mit sehr hoher Schadstoffbelastung auf stark befahrenen Straßenzügen jedoch ist das Verwenden von Fahrrädern (im Sinne der Vermeidung von körperlicher Anstrengung) nur bedingt zu empfehlen, da die eingeatmete Menge an Schadstoffen entsprechend höher ist (4,3 Mal höher als bei Autofahrern)⁹³.

3.3.4 Langfristiger Luftbelastungsindex

Für eine langfristige Betrachtung der Luftschadstoffbelastung eignet sich die Anzahl der Tage der jeweiligen Belastungsklasse pro Jahr. Der Luftbelastungsindex (LBI) versucht, die aktuelle kurzfristige Schadstoffbelastung der Luft über die Zeit (bspw. Jahresbilanz) abzubilden⁹⁴.

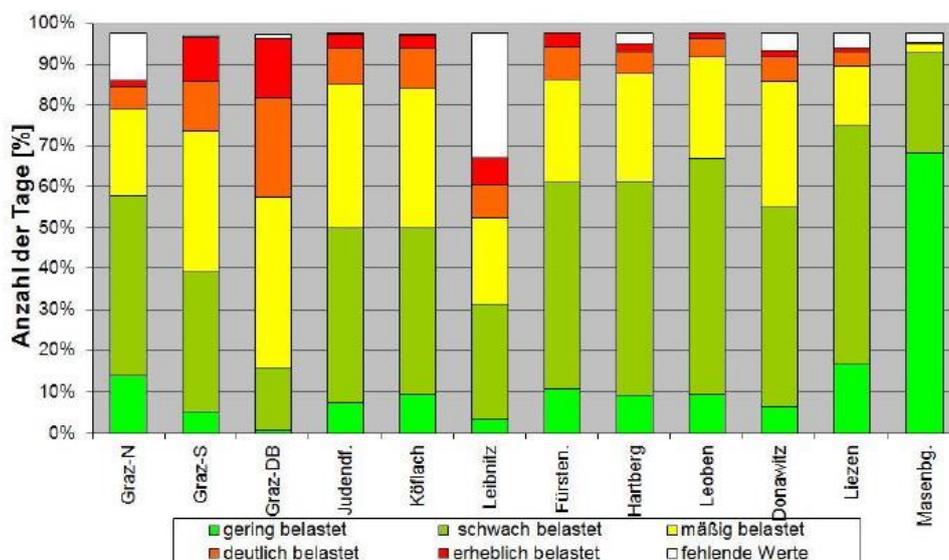


Abb. 40: Langzeit-Luftbelastungsindex steirischer Stationen, Quelle: LUIS 2013⁹⁵

⁹² Öffentliches Gesundheitsportal Österreich, Radfahren – gesund aber riskant?, www.gesundheit.gv.at

⁹³ Panis L. et al., Exposure to particulate matter in traffic, www.sciencedirect.com

⁹⁴ Luftbelastungsindex, www.umwelt.steiermark.at

⁹⁵ LUIS Jahresbericht 2012, www.umwelt.steiermark.at



3.4.1 UV-Index

Der UV-Index wurde von der WHO im Rahmen der **Intersun**-Programme ins Leben gerufen und beschreibt die Stärke der UV-Einstrahlung anhand verschiedener Niveaus nach einem international gültigen Farbeleitsystem¹⁰⁰.

Nach den Empfehlungen der WHO sind ab bestimmten UV-Einstrahlungsstärken Schutz- bzw. Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Bereits bei niedriger UV-Belastung wird die Verwendung von geeigneter Kleidung, Kopfbedeckung, Sonnenschutzmittel und Sonnenbrillen empfohlen.

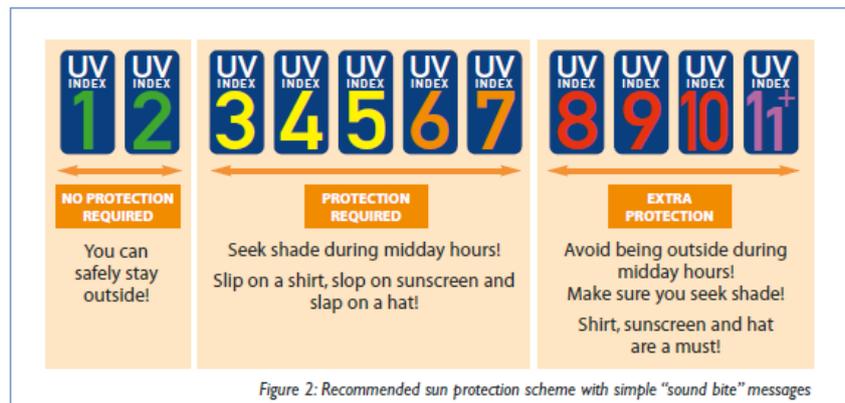
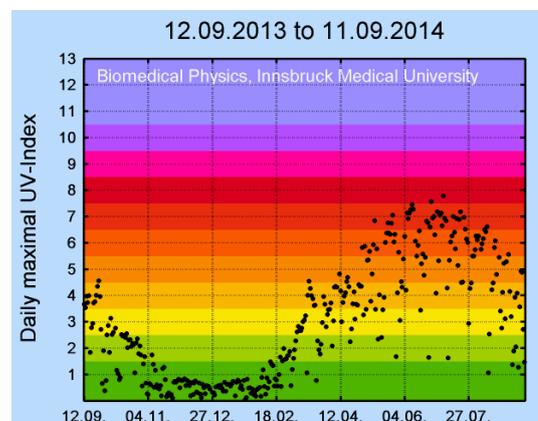


Abb. 42: Internationale Farbcodes – UV-Index und Empfehlungen

Ab einem **UV-Index** von **8** sollte der ungeschützte Aufenthalt im Freien in den Mittagsstunden möglichst vermieden bzw. Schatten aufgesucht werden. In Österreich wird der UV-Index von der Medizinischen Universität Innsbruck erstellt¹⁰¹.

<http://uv-index.at/>

Abb. 43: UV-Index für Graz



Betroffen sind alle Personen, die sich länger im Freien aufhalten, insbesondere aber **Babys, Kinder** und Personen mit **hellem** Hauttyp. Auch die Einnahme von Medikamenten, welche die Sonnenempfindlichkeit der Haut beeinflussen (div. Antibiotika), muss berücksichtigt werden¹⁰².



Das Tragen von Kopfbedeckungen, die Luftzirkulation zulassen und ausreichend Gesichts- bzw. Nackenschatten spenden wird empfohlen. Kleidung mit genügend hoher Faserdichte in reflektierenden, hellen Farben ist jener aus sehr dünnen oder dunklen Stoffen vorzuziehen. Achten sie auf Qualitätssonnenbrillen mit CE-Zeichen und 100% UV-Schutz bis 400 nm Wellenlänge.

¹⁰⁰ WHO, Intersun Progam, www.who.int

¹⁰¹ Medizinische Universität Innsbruck, uv-index.at

¹⁰² Zentrum der Gesundheit, Hautkrebs und Antibiotika, www.zentrum-der-gesundheit.de



3.4.2 Schutzmaßnahmen

Die Haut kann sich eine bestimmte Zeit lang selbst schützen, ohne gerötet zu werden. Diese sogenannte **Eigenschutzzeit** ist je nach Hauttyp unterschiedlich. Im Folgenden sind die unterschiedlichen Hauttypen, deren Eigenschutzzeit sowie der empfohlene Schutzfaktor des Sonnenschutzmittels aufgeführt. Als Grundformel für die Schutzzeit gilt:

$$\text{Eigenschutzzeit} \times \text{Schutzfaktor} = \text{Verlängerte Sonnenschutzzeit}$$

Hauttyp	Schutzfaktor
<p>Kinderhaut sehr helle Haut – bekommt ungeschützt schon nach 5 – 10 Min. einen Sonnenbrand</p>	<p>Empfohlener Mindestfaktor: 30 – 50 + Beispiel: 5 Min. x Faktor 30 = 150 Min. Schutzzeit</p>
<p>Hauttyp I sehr helle Haut, Sommersprossen, helle Augen, rotblondes Haar Eigenschutzzeit: 5 – 10 Min.</p>	<p>Empfohlener Mindestfaktor: 20 – 50 +</p>
<p>Hauttyp II mittelhelle Haut, helle Augen, blonde Haare, langsame Bräunung, Eigenschutzzeit: 10 – 20 Min.</p>	<p>Empfohlener Mindestfaktor: 15 – 50 +</p>
<p>Hauttyp III hellbraune Haut, dunkle Haare und braune Augen, mittlere bis schnelle Bräunung, Eigenschutzzeit: 20 – 30 Min.</p>	<p>Empfohlener Mindestfaktor: 10 – 30</p>
<p>Hauttyp IV braune Haut, von Natur aus braune, dunkle und wenig empfindliche Haut, dunkle Augen, dunkles oder schwarzes Haar, schnelle und tiefe Bräunung, Eigenschutzzeit: 45 Min.</p>	<p>Empfohlener Mindestfaktor: 6 – 20 Beispiel: bei Faktor 20 bis zu 15 Stunden</p>

Tab. 6: Hauttypen und empfohlener Sonnenschutzfaktor¹⁰³

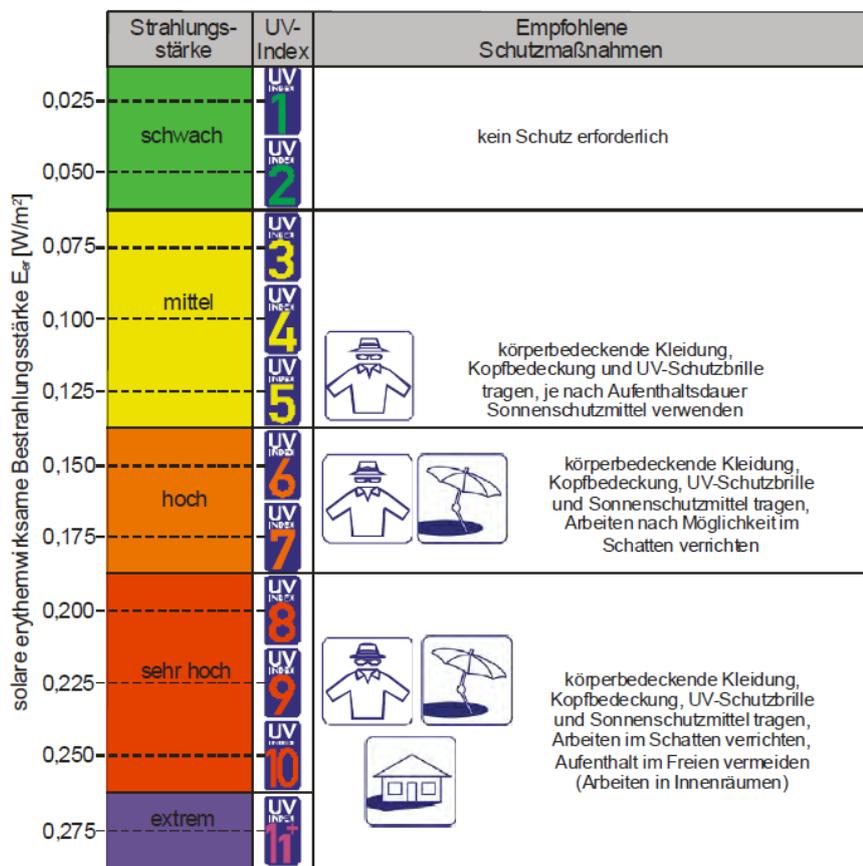


Das Auftragen von Sonnenschutzmittel, frühzeitig (20 Min. vor Exposition) und vollständig, auf alle exponierten Körperstellen wird empfohlen. **Die Schutzzeit wird durch das Nachcremen nicht verlängert.**

¹⁰³ Öffentliches Gesundheitsportal Österreich, Hauttypen, www.gesundheit.gv.at



Abb. 44: Empfohlene Schutzmaßnahmen bei UV-Einstrahlung¹⁰⁴



Zu den positiven Aspekten von UV-Strahlung gehört die Förderung der Produktion von Provitamin D₃ in der Haut – dieses ist eine Vorstufe von **Vitamin D₃**, welches für den Körper in vielerlei Hinsicht von Bedeutung ist.

Zur Produktion der notwendigen Menge an Vitamin D₃ reicht schon eine relative kurze Exposition von Armen, Beinen und Gesicht an der Sonne an einem Sommertag aus.

Hauttyp	UV-Index/Richtzeit für Sonnenexposition in Minuten							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I	34	17	11	9	7	6	5	5
II	42	21	14	11	9	7	6	6
III	59	30	20	15	12	10	9	8
IV	75	38	25	19	15	13	11	10

Tab. 7: Richtzeit für Sonnenexposition

Zu beachten ist, dass durch die Verwendung von Sonnenschutzmittel die Synthese von Provitamin D₃ größtenteils verhindert wird, da die UVB-Strahlung herausgefiltert wird. Ebenso wird die Strahlung durch Fensterglas gefiltert. In den Sommertagen kann in unseren Breiten über einen Zeitraum von elf Stunden (7.30 bis 18.30 Uhr) Provitamin D₃ gebildet werden. In den Wintertagen allerdings nur innerhalb der Zeit von 11 bis ca. 13.30 Uhr¹⁰⁵. Ein Vitamin-D₃-Mangel in der Winterzeit ist also möglich.

¹⁰⁴ AUVA, Studie zur UV-Belastung beim Arbeiten im Freien, www.auva.at

¹⁰⁵ AUVA, Ratgeber für Outdoor-Worker, www.auva.at



4. Hitzebelastung in Arbeitsstätten und bei Arbeit im Freien

Während Hitzewellenperioden kann es in Arbeitsstätten und bei Arbeit im Freien zu entsprechend thermischer Belastung kommen. In allen Arbeitsräumen, Werkstätten und Büros, die über keine Klimaanlage verfügen bzw. der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, können Temperaturen außerhalb des Komfortbereichs sinkende Leistungsfähigkeit, Müdigkeit, Konzentrationsschwäche und vermehrte Kreislaufbelastung zur Folge haben. Auch das Unfallrisiko ist erhöht.

4.1 Arbeitsräume

In Arbeitsräumen sollen klimatische Bedingungen herrschen, die für den menschlichen Organismus optimal sind. § 28 der Arbeitsstättenverordnung (AStV)¹⁰⁶ sieht folgende Temperaturbereiche vor:

Temperatur	Luftgeschwindigkeit	Grad der körperlichen Belastung
19 bis 25°C	0,10 m/s	Arbeiten mit geringer körperlicher Belastung
18 bis 24°C	0,20 m/s	Arbeiten mit normaler körperlicher Belastung
min. 12°C	0,35 m/s	Arbeiten mit hoher körperlicher Belastung

Tab. 8: Temperaturbereiche nach AStV

In der warmen Jahreszeit sollen alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden um das Überschreiten der Raumtemperatur von 25°C zu verhindern (§ 28 Abs. 2 AStV). Dazu gehören Maßnahmen wie Lüften und das Bereitstellen von Ventilatoren wie auch Beschattungskonzepte. Ebenso sind für die Luftgeschwindigkeit oben angeführte Werte bei einer Mittelungsdauer von 200 Sekunden vorgegeben, wenn entsprechende Lüftungsmaßnahmen ergriffen werden (§ 28 Abs. 3). Abweichungen von den Werten sind erlaubt, falls die Nutzungsart der Räume solche verlangen (§ 28 Abs. 4). Bei Verwendung einer Klimaanlage muss die **relative Luftfeuchtigkeit** zwischen **40** und **70 %** gehalten werden (§ 28 Abs. 5), wobei die verpflichtende Installation einer solchen nicht vorgesehen ist.

Allgemeine Maßnahmen zur Reduktion der körperlichen Belastung:

- Nachtauskühlung nutzen und für entsprechende Lüftung in den Morgenstunden sorgen
- Berücksichtigung der Ozonbelastung beim Lüften
- zusätzliche mobile Klimaanlage verwenden
- Beschattungskonzepte realisieren
- flexible Arbeitszeit- und Pausenregelung
- zusätzliche Wärmequellen vermeiden (Lampen, PCs, Geräte mit Wärmeabstrahlung...)
- eventuell Bekleidungs Vorschriften anpassen

¹⁰⁶ BMASK, Arbeitsstättenverordnung, www.arbeitsinspektion.gv.at



- ausreichender Konsum von geeigneten alkoholfreien Flüssigkeiten
- Kühlmöglichkeiten zur Verfügung stellen
- falls möglich den Körper abdschen
- Kühlung der Handgelenke und Unterarme unter kaltem Wasser

Bei der Arbeitsplatzevaluierung hinsichtlich der klimatischen Verhältnisse sind unterschiedliche Personengruppen wie Schwangere, ältere und gesundheitlich gefährdete Personen besonders zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang sollen Arbeitsmediziner zu Rate gezogen werden.

4.1.1 Luftqualität in Räumen

Die Qualität der Raumluft wird in der Realität von unterschiedlichen Faktoren abhängig sein. Diese sollten bereits bei der Konzeption und Planung von Arbeitsstätten berücksichtigt werden. Zusätzlich zu Luftschadstoffen durch Verkehrsbelastung und sonstige Standortfaktoren kann es in Arbeitsräumen abgesehen von arbeitstechnischen Gegebenheiten zu einer Belastung durch die Inbetriebnahme von Laser-Druckern und Kopiergeräten kommen. In Experimentalsituationen konnten Auswirkungen von Fein- und Ultrafeinstäuben von Laserdruckern auf Lungenzellkulturen belegt werden¹⁰⁷, für den normalen Betrieb in Arbeitsstätten jedoch, stellen nach aktuellem Stand der Wissenschaft Laserdrucker keine potentielle Gefahr für die Gesundheit dar.



Zur allgemeinen Verbesserung der Luftqualität sollten Drucker und Kopierer dennoch möglichst nicht in Büroräumen oder am Schreibtisch stehen.

Geräte mit hoher Leistung wie **Gruppendrucker** sollten in eigenen Räumen mit Belüftungsmöglichkeit untergebracht werden. Regelmäßige Wartung und feuchte Reinigung der Geräteumgebung sowie vorsichtige Behebung von Papierstaus können einer unnötigen Aufwirbelung von Feinstaub vorbeugen bzw. abträglich sein.

¹⁰⁷ Tang T. et al., Untersuchungen zur genetischen Toxizität von Emissionen aus Laserdruckern, Institut für Umweltmedizin – Universität Freiburg, www.uniklinik-freiburg.de



4.2 Arbeit im Freien

Bei Arbeit im Freien kommen während einer Hitzewelle mehrere Belastungsfaktoren zusammen. Neben der Temperatur haben vor allem das Ausmaß der UV-Strahlung und die Luftqualität Einfluss auf den gesundheitlichen Zustand der Betroffenen und deren Leistungsfähigkeit.

4.2.1 Hitze

Untersuchungen der gesetzlichen Unfallversicherungsanstalt AUVA zufolge kann die geistige Leistungs- bzw. Konzentrationsfähigkeit bei Temperaturen von rund 30°C bereits um 25 % und bei Temperaturen von 35°C um bis zu 50 % sinken¹⁰⁸.

Der Hauptgrund für die Verringerung der Konzentrationsfähigkeit ist in der Regel Flüssigkeitsmangel durch starkes Schwitzen und eine damit einhergehende Blutverdickung. Typische Anzeichen für eine Beeinträchtigung sind Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, Erschöpfung und Übelkeit. Die Belastung bei Arbeit im Freien wird zusätzlich zu Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit noch durch die Wärmeeinstrahlung der Sonne verstärkt.

4.2.2 UV-Strahlung

Grundlegende Informationen und Empfehlungen zum Aufenthalt im Freien und zur Belastung durch UV-Strahlung finden sie im Kapitel [Auswirkungen von UV-Exposition](#). An dieser Stelle ist auch darauf hinzuweisen, dass helle Oberflächen wie Styropor, Metall und Beton, aber auch Schnee und Wasser die UV-Strahlung reflektieren und zusätzlich verstärken. Insbesondere davon betroffen sind Berufe des Baugewerbes wie Spengler und Dachdecker, aber auch Straßenarbeiter, Gleisarbeiter...

Material/Umweltbedingungen	Verstärkung der UV-Strahlung
Styropor	bis zu 84 %
Zinkblech – walzblank	67 %
Weißaluminium	45 %
Schnee	80 %
je 1.000 m Seehöhe Zunahme	20 %

Tab. 9: Verstärkung der UV-Strahlung durch Umweltfaktoren¹⁰⁹



Generell ist der Körper (Gesicht, Nacken...) bestmöglich durch zeitgerechte Verwendung von Sonnenschutzmitteln, adäquate Kleidung und hochwertige Sonnenbrillen zu schützen.

Weitere Informationen zum Thema finden sie unter www.auva.at

¹⁰⁸ AUVA, Presseinformation, www.auva.at

¹⁰⁹ BMASK, Arbeitsschutzstrategie 2007 – 2012, www.arbeitsinspektion.gv.at



4.2.3 Luftqualität

Bei Arbeit im Freien an exponierten Baustellen wie bspw. Straßenbau sind die Menschen vor Ort einer entsprechend hohen zusätzlichen Belastung durch Luftschadstoffe ausgesetzt. Mehr Information zum Thema finden sie im Kapitel [Luftschadstoffe](#).

4.2.4 Schlechtwetterregelung - Hitze

Schlechtwetter nach § 3 des Bauarbeiter-Schlechtwetterentschädigungsgesetz (BSchEG) liegt vor, wenn arbeitsbehindernde atmosphärische Einwirkungen wie Regen, Schnee oder Frost und nunmehr seit 2013 auch Hitze die Arbeitsbedingungen grundlegend beeinträchtigen.

Den Arbeitern steht in solch einer Situation eine Entschädigung von 60 % des Ist-Lohns zu, falls die Arbeiten eingestellt werden müssen. Die Schlechtwetterkriterien werden von der Bauarbeiter-Urlaubs- & Abfertigungskasse (**BUAK**) in Zusammenarbeit mit der ZAMG festgelegt.

Nach Entscheidung des **Arbeitgebers** besteht bei **Temperaturen** über **35°C** die Möglichkeit der Einstellung der Arbeit bzw. die Zuweisung zu einer zumutbaren Ersatzarbeit in kühlerer Atmosphäre nach 3 Stunden Wartezeit auf der Baustelle¹¹⁰.

Wie immer ist das Festlegen von Schwellenwerten problematisch, da bspw. bei 34,9°C die Belastung gleich groß ist, andererseits die Arbeit nicht eingestellt wird, weil keine Refinanzierungsmöglichkeit für den Arbeitgeber bei der BUAK vorhanden ist. Außerdem können Temperaturen auf Baustellen, je nach lokalen Gegebenheiten, signifikant höher sein als jene von allgemeinen Messstationen an anderer Stelle.

¹¹⁰ BUAK, Schlechtwetterregelung, www.buak.at



4.3 Hitzestress bei Arbeit im Freien – Einschätzung der Gefährdung

Im Folgenden wird ein Beurteilungshilfsmittel des Schweizerischen Staatssekretariats für Wirtschaft¹¹¹ (SECO) vorgestellt, welches bei der Einschätzung der Belastung durch Hitzestress bei Arbeit im Freien dienlich sein kann. Diese Methode ist ausschließlich in Hitzeperioden anzuwenden und nicht geeignet zur Beurteilung von Arbeitsplatzsituationen in industriellen Verfahren (Öfen etc.) – außerdem werden einige Faktoren wie Seehöhe, Windgeschwindigkeit und Akklimatisation nicht berücksichtigt.

Da die körperliche Belastung von mehreren Faktoren abhängig ist, werden zusätzlich zur gemessenen Temperatur – ähnlich wie beim PET-Index – Einflussgrößen wie Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung und auch das Maß der Schwere der körperlichen Arbeit bzw. der notwendigen Schutzkleidung berücksichtigt und daraus die **korrigierte Temperatur** ermittelt.

Für dieses Modell wird von einem normalen Gesundheitszustand der arbeitenden Person ausgegangen. Besonders gefährdete Personen wie schwangere Frauen, nicht akklimatisierte Personen (Anwesenheit < 5 Tage), Menschen älter als 55 Jahre, sowie Personen mit eingeschränktem Leistungsvermögen aufgrund von Krankheit, Medikamenten, Drogen etc., können in diese Bewertung nicht mit einbezogen werden. Ebenso sollen Arbeitssituationen in engen Platzverhältnissen (Krankkabinen, Gruben...) bzw. solche, die mit spezieller Arbeitskleidung und Schutzausrüstung verbunden sind, einer gesonderten Bewertung unterzogen werden.

Vorgehensweise zur Ermittlung der Belastung:

- Messung der relevanten Werte wie relative Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Schatten
- Vergleich mit der Einstufung der Belastungssituation unter www.zamg.ac.at
- Beurteilung des Schweregrades der körperlichen Arbeit
- Eintragen der Temperatur in der Tabelle der zugeordneten Aktivität
- Bestimmung von Korrekturwerten unter Berücksichtigung von Sonneneinstrahlung, relative Luftfeuchtigkeit und benötigte Arbeitskleidung
- Korrektur der Tabelle aufgrund der ermittelten Werte
- Bestimmung des Risikobereichs und Durchführung der daraus resultierenden Maßnahmen

¹¹¹ Staatssekretariat für Wirtschaft – SECO, Arbeit bei Hitze im Freien, www.seco.admin.ch



4.3.1 Beurteilungstabelle

Für das Ausgangsniveau wird eine Luftfeuchtigkeit von 30 %, volle Sonneneinstrahlung und leichte Bekleidung angenommen. In der Tabelle werden gemessene Lufttemperatur und Schweregrad der körperlichen Arbeit kombiniert und ergeben so das jeweilige Belastungsniveau, kategorisiert durch ein Farbleitsystem. Der **Schweregrad** der **Arbeit** wird durch den **Energieumsatz** (in W/m², Energieverbrauch der Muskelbelastung bei körperlicher Aktivität) festgelegt.

Temperatur °C	Energieumsatz * (ISO 8996)			
	Leichte Arbeit 65 – 129 W/m ² Überprüfung, Fahrzeuglenken, langsames Gehen, leichte stehende Handarbeit, Arbeit mit leichter Bohrmaschine, Arbeit mit Werkzeugen mit wenig Kraftaufwand, Überwachungsarbeit	Mittlere Arbeit 130 – 199 W/m ² Nägel einschlagen, Handhabung von Rollwagen auf Baustellen, Arbeit mit Presslufthammer; Stossen oder Ziehen von Schubkarren; Schaben, Jäten; Gemüse oder Früchte ernten	Schwere Arbeit 200 – 259 W/m ² Transport schwerer Materialien, Sägen, Schaufeln, ununterbrochen Gehen, Ausheben von Hand, Stossen oder Ziehen von schwer beladenen Schubkarren	Sehr schwere Arbeit > 260 W/m ² Arbeiten mit der Axt, intensives Graben von Hand, Treppensteigen, schnelles Gehen >7km/h
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40'				

Tab. 10: Beurteilungstabelle für Arbeit im Freien¹¹²

Die Tabelle veranschaulicht den unterschiedlichen Grad an Belastung für den menschlichen Organismus bei entsprechender Tätigkeit und Temperatur.

¹¹² Staatssekretariat für Wirtschaft – SECO, Arbeit bei Hitze im Freien, www.seco.admin.ch



4.3.2 Zusatzkriterien

Nachdem der Schweregrad der Arbeit festgelegt und die Umgebungstemperatur ermittelt worden ist, kann die Tätigkeit in die Tabelle eingetragen werden. Folgende zusätzliche erschwerende Faktoren müssen miteinbezogen werden:

Sonnenbestrahlung	Klarer Himmel	Keine Anpassung	
	Bedeckter Himmel	3 Felder nach oben	
	Schatten oder Abend	5 Felder nach oben	

Relative Luftfeuchtigkeit	30 %	Keine Anpassung	
	40 %	2 Felder nach unten	
	50 %	4 Felder nach unten	
	60 %	5 Felder nach unten	
	70 %	6 Felder nach unten	
	80 %	8 Felder nach unten	
	90 %	9 Felder nach unten	

Bekleidung	Leichte Bekleidung	Keine Anpassung	
	Gewirktes Gewebe bzw. Spezialkleidung	5 Felder nach unten bzw. gesonderte Beurteilung	

Tab. 11: Anpassungskriterien zur Beurteilungstabelle¹¹³

Je nach Situation ergibt sich durch die Berücksichtigung dieser zusätzlichen Kriterien eine Veränderung innerhalb der Beurteilungsmatrix. Nachdem nun der effektive Belastungsgrad bei der Durchführung der Arbeit unter den gegebenen Umständen ermittelt worden ist, sollen entsprechende Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden.

¹¹³ Staatssekretariat für Wirtschaft – SECO, Arbeit bei Hitze im Freien, www.seco.admin.ch



4.3.3 Anpassungsmaßnahmen

Die Anpassungsmaßnahmen sind der Beurteilungsmatrix entsprechend farblich gekennzeichnet und zugeordnet.

Basismaßnahmen
Zusatzmaßnahmen 1
Zusatzmaßnahmen 2
Alarmmaßnahmen

Basismaßnahmen

- regelmäßige Messung bzw. Einschätzung der Klimawerte
- Bereitstellung von ausreichend Trinkwasser bzw. isotonischen Getränken
- regelmäßige Bewusstmachung der Problematik bei Betroffenen
- Bereitschaft zur Arbeitsunterbrechung beim Auftauchen von Symptomen
- Sicherstellung von Erste-Hilfe-Maßnahmen
- Befolgung von persönlichen Schutzmaßnahmen seitens der Arbeiter:
 - Leichte, helle und weite Kleidung
 - Kopfbedeckung und Sonnenbrillen
 - Sonnenschutzmittel – Berücksichtigung des Hauttyps
 - Rechtzeitiger Konsum von alkoholfreien Getränken in ausreichender Menge
 - Pausenregelung

Zusatzmaßnahmen 1

- Bereitstellung von Beschattung für besonders exponierte Arbeitsplätze
- Anpassung des Arbeitszeitplans unter Berücksichtigung des täglichen Temperaturverlaufs
- Berücksichtigung von Risikogruppenzugehörigkeit bzw. Mutterschutz¹¹⁴
- Flüssigkeitsaufnahme steigern

Zusatzmaßnahmen 2

- Einschränkung individueller Belastungen durch Arbeitsverteilung
- Pausenregelung anpassen
- Arbeitsverrichtung entsprechend den Tagestemperaturen
- Flüssigkeitsaufnahme steigern

Alarmmaßnahmen für Risikogruppen und -situationen

- Beurteilung durch Experten und Arbeitsmediziner
- Einhaltung der vorgeschlagenen Maßnahmen
- vorübergehende Niederlegung der Arbeit bei zu hohem Gesundheitsrisiko

¹¹⁴ Bundeskanzleramt – RIS, Übereinkommen zum Mutterschutz – Empfehlung 191, www.ris.bka.gv.at



Steirischer Hitzeschutzplan – Aktionsplan

5. Grundlagen

Im zweiten Teil dieses Dokuments werden Grundlagen für den steirischen Hitzeschutzplan (**HSPL**) erörtert, die wichtigsten Maßnahmen gezeigt und relevante wie nützliche Informationen bereitgestellt. Diese Aktivitäten benötigen einen allgemeinen Bezugsrahmen, der die Grundlage für die Zuordenbarkeit und Angemessenheit der Maßnahmen ist. Dazu bedarf es zuallererst einer Definition, wann überhaupt von einer Hitzewelle gesprochen werden kann.

5.1 Definition Hitzewelle

Unter Hitzewelle wird eine Erwärmung der Luft oder die Ausbreitung von heißen Luftmassen über einem bestimmten Gebiet für einige Tage oder Wochen verstanden. International gibt es keine einheitliche Definition. Diese unterscheidet sich daher von Land zu Land hinsichtlich Minimaltemperaturen, Rahmenbedingungen und Schwellenwerte.

In Mitteleuropa spricht man von tropischen Tagen ab **30°C** und tropischen Nächten ab **20°C** (in den südlicheren Ländern sind diese Werte entsprechend höher).

Der Hitzeschutzplan Steiermark bezieht sich unter anderem auf eine bioklimatische Studie über die Steiermark für den steirischen Klimaatlas¹¹⁵. Mehrere Faktoren wie Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Jahreszeit etc. werden in einem aussagekräftigen „**Bioklima-Wohlfühl-Index**“ zusammengefasst. Je nach Wetterlage wird zusätzlich das in [Kapitel 2](#) dargestellte System der physiologisch äquivalenten Temperatur (**PET**) in die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (**ZAMG**) Steiermark erstellten Prognosen miteingearbeitet. Letztlich wird hier vereinfacht und für die breite Bevölkerung leicht verständlich von **schwacher**, **mäßiger** und **starker** Wärmebelastung gesprochen.

Laut Definition des Hitzeschutzplans Steiermark tritt eine Hitzewelle dann ein, wenn an

mindestens drei aufeinanderfolgenden Tagen mit starker Wärmebelastung

zu rechnen ist. Der Terminus starke Wärmebelastung steht für mögliche Kombinationen von Temperaturen ab etwa 27°C und spezifischem Dampfdruck bzw. Luftfeuchtigkeit ab 60 %.

¹¹⁵ Umweltinformation Steiermark, Steirischer Klimaatlas, www.umwelt.steiermark.at

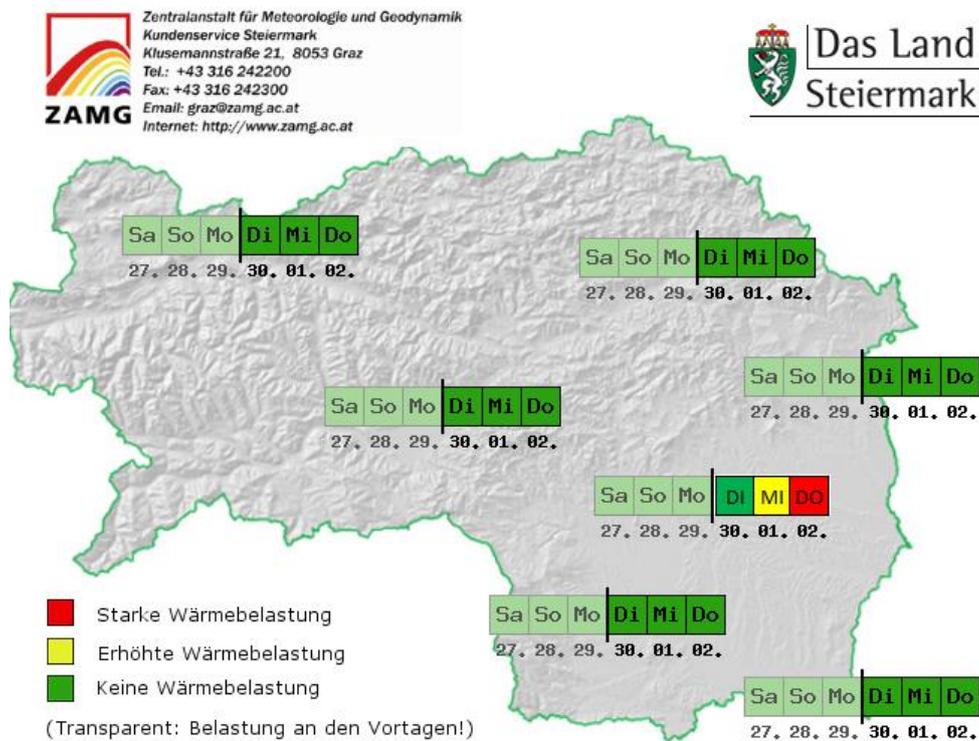


Abb. 45: Beispiel für Regionalprognosen

Diese Prognose ist unter www.wetter-steiermark.at/hitzeschutzplan zu finden.

Der menschliche Organismus reagiert auf Hitzestress sehr schnell (siehe [Kapitel 2](#)), wobei anhaltende Perioden sich stärker als einzelne Hitzetage auswirken. Daher wird im Steirischen HSPL ab einer Dauer von drei Tagen von einer Hitzewelle gesprochen und bei Überschreiten des **Schwellenwertes** die Warnstufe aktiviert.

Der Schwellenwert für die Aktivierung der Hitzewarnstufe des steirischen Hitzeschutzplanes wird in Kooperation mit der ZAMG festgelegt. Stakeholder, die in der Hitzeschutzplan-Datenbank verortet sind, werden bei Aktivierung der Warnstufe ehestmöglich per Email verständigt und mit regionalen Prognosen und entsprechenden Informationen versorgt.

Dies ermöglicht den Einrichtungen einen maßgeblichen zeitlichen Vorteil für die Planung und Koordination der Ressourcen in ihren Betrieben. Zusätzlich soll vor Allem das Bewusstsein für das Gefährdungspotential von Hitzewellen erzeugt, gestärkt und reaktiviert werden – insbesondere bei den ersten frühen Hitzewellen des Jahres.



5.2 Allgemeine medizinische Grundlagen

Die Hyperthermie ist die Übererwärmung des Organismus (Erhöhung der Kerntemperatur des Körpers) infolge von exogenen Faktoren wie hohen Umgebungstemperaturen, Sonneneinstrahlung etc. Oberhalb einer Umgebungstemperatur von 37°C wirkt die Verdunstung bzw. Transpiration als alleiniger Mechanismus zur Abgabe von Wärme und Senkung der Körpertemperatur. Zusätzlich wird der Nutzen der Verdunstung (Kühlung) durch die erhöhte Wärmebildung der zu Grunde liegenden Stoffwechselprozesse so gut wie neutralisiert. Die Situation wird dann kritisch, wenn erhöhte körperliche Anstrengung bzw. Muskularbeit den Stoffwechsel zusätzlich belasten.

Die Toleranzbreite der Körperkerntemperatur des Menschen ist mit etwa 37 – 41°C gegeben. Eine Körpertemperatur von 39°C wird vom menschlichen Organismus längere Zeit vertragen, darüber bei Temperaturen ab 40°C besteht die Gefahr eines Kreislaufkollapses. Bei Körperkerntemperaturen ab 42°C tritt bei längerer Belastungsdauer der Hitze-Tod ein.

Der Beginn einer Hitzebelastung ist durch Schwüle-Empfindung gekennzeichnet. Ab 90 % Luftfeuchtigkeit können sich bereits Temperaturen von 26°C bei temperatursensiblen Personen kritisch auswirken.



Als Warnzeichen gelten eine Herzschlagfrequenz ab 140 pro Minute bei Ruhe bzw. kontinuierlichem weiterem Anstieg nach Belastung und eine Körperkerntemperatur von über 39,2°C¹¹⁶.

¹¹⁶ Gebbers J. O. et al., Schweiz. Zeitschrift für Hausarztmed., PrimaryCare 2004, S. 587ff, www.primarycare.ch



5.3 Symptome und Klinik der Hyperthermie-Stadien

Eine Hitzekrankheit entsteht, wenn die Mechanismen zur Wärmeabgabe überlastet sind. Eine allgemeine Hyperthermie führt im Dekompensationsstadium zuerst zu einem Erregungszustand mit erhöhter Herzfrequenz und beschleunigter, vertiefter Atmung und später zu einer Hemmung der zentralnervösen Funktionen, insbesondere der Atmungs- und Kreislaufregulation.

Bei anhaltender Belastung durch Hitze kann es zu Hitzeerschöpfung, Hitzekrämpfen, Hitzekollaps und zur Hyperpyrexie kommen, die – wenn sie unbehandelt bleibt – den Hitze-Tod zur Folge haben kann. Äußerst gravierend werden die Folgen von Hitzebelastung, wenn durch die überhöhte Kerntemperatur des Körpers (bei mehr als 41°C) die Funktionen des Zentralnervensystems (ZNS) und die Thermoregulation geschädigt werden. Die Wärmeabgabe wird dann weiter reduziert und ein Hitzeschock (Hitzschlag) tritt ein. Kopfschmerzen, Konzentrationsschwäche, Benommenheit, Schwindelanfälle, Übelkeit und Erbrechen sind Erscheinungen des Hitzeschocks.

Bei steigender Körperkerntemperatur und Herzfrequenz kommt es zu Seh- und Hörstörungen, Dyspnoe und Zyanose sowie zum Einsinken der Augäpfel, zur Verminderung des Hautturgors und anderen Austrocknungserscheinungen. Die schwersten Komplikationen sind extrazelluläre Dehydratation mit erhöhter Blutviskosität bei Abnahme des Herzschlagvolumens und kompensatorischer Tachykardie und schließlich der oligämische Schock. Eine Gefäßinsuffizienz ist die häufigste Komplikation – der Tod ist eine Folge der Lähmung von Atmungs- und Kreislaufzentren und Multiorganversagen¹¹⁷.



Der **Hitzeschock** mit Todesfolge gehört zu den häufigsten erst im Nachhinein erkannten Todesursachen.

Daher ist besonders im Umfeld der Betreuung von Kleinkindern, älteren Menschen und bereits geschwächten Personen die **Prävention von Hitzestress** eine der wichtigsten Maßnahmen und sollte von den Einrichtungen und deren Betreuungspersonal bzw. den Angehörigen der Betroffenen keinesfalls unterschätzt werden.

Allgemein lässt sich die übermäßige Belastung durch Hitze an folgenden **Symptomen** erkennen:

- trockener Mund, Durst bzw. heftige Kopfschmerzen
- Erschöpfungs- oder Schwächegefühl
- Kreislaufbeschwerden und Unruhegefühl
- Muskel- und Bauchkrämpfe
- hohe Körpertemperatur über 39°C
- Bewusstseinstörung und Bewusstlosigkeit

¹¹⁷ Gebbers J. O. et al., Schweiz. Zeitschrift für Hausarztmed., PrimaryCare 2004, www.primarycare.ch



5.3.1 Hitzeerschöpfung und Dehydrierung

Die Hitzeerschöpfung ist eine Störung des Salzhaushaltes und/oder des Wasserhaushaltes bei Hyperthermie bis ca. 39°C. Diese tritt bei exponierten Personen nach längerer Entwicklung und unzureichender Flüssigkeitszufuhr auf¹¹⁸.

Typische **Symptome** für Hitzeerschöpfung sind

- gerötetes, blasses Gesicht und feuchtwarme oder feuchtkühle Haut
- geringe Urinmenge mit dunkler Farbe
- leicht veränderte Körpertemperatur
- Schüttelfrost
- Schwindel und Erschöpfungsempfinden,
- Ohnmacht, Müdigkeit, Schlaflosigkeit
- eventuell beschleunigter Puls

Bei der Hitzeerschöpfung aufgrund von Flüssigkeitsdefizit kommt es zum Wasserverlust, wobei ein Verlust von

5 – 10 % der Körpermasse zu leichten vorübergehenden Störungen und
15 – 25 % jedoch zu lebensbedrohlichen Zuständen führen kann.

Bei Säuglingen, Kleinkindern, älteren sowie vorbelasteten Personen kann eine Dehydrierung zu ernsthaften gesundheitliche Problemen führen.

Maßnahmen zur **Behandlung** einer Hitzeerschöpfung:

- Betroffene an einen kühlen und schattigen Ort bringen
- ausziehen und abkühlen
- (Mineral)-Wasser und Rehydrierungssalze oral (ORS) in kleinen Schlucken verabreichen
- Flüssigkeit nur bei klarem Bewusstsein (Gefahr des Verschlucken in die Luftröhre) geben
- (halb-)isotone Lösung bzw. physiologische NaCl-Lösung i.v. mit 5 % Glukose (Dextrose)
- liegende Positionierung und jegliche Anstrengung einstellen

Bei zu rascher Flüssigkeitszufuhr kann es zu einer Überwässerung und in Folge zu Gehirnschwellungen oder Wasseransammlungen in der Lunge kommen¹¹⁹.



Holen Sie im Zweifelsfall **ärztlichen Rat** ein

¹¹⁸ Föderaler Öffentlicher Dienst Belgien, „Aktionsplan Hitzewellen 2008“, Kap. 5.5 www.dglive.be

¹¹⁹ Umweltbundesamt Österreich, www.klimawandelanpassung.at



5.3.2 Hitzekollaps

Beim Hitzekollaps wird das Gehirn über den Blutkreislauf nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt. Daraus können kurz andauernde, vasomotorische Reaktionen beim Stehen oder Sitzen resultieren. Durch die Senkung des arteriellen Blutdrucks kann es nach Vorboten wie

- Schwindelgefühl, Sehstörungen (in Form von Flimmerskotom) und Ohrensausen

zur plötzlichen Bewusstlosigkeit kommen, die sich im Liegen schnell zurückbildet.

Obwohl die Thermoregulation des Organismus nach wie vor in Ordnung ist besteht eine Gefahr für die Person wegen möglicher respiratorischer Probleme.

- Überprüfen Sie daher zusätzlich die Atmung. Falls diese nicht ordnungsgemäß funktioniert, beginnen sie sofort mit Mund-zu-Mund-Beatmung und Herzmassage.
- Bringen sie die Person in eine stabile Seitenlage.



Rufen sie unverzüglich die **rettung per Notruf 144**

5.3.3 Hitzeschock bzw. Hitzeschlag

Die Warnzeichen für den Übergang von Hitzeerschöpfung und Hitzekollaps zu einem Hitzeschock sind:

- warme, gerötete und trockene Haut
- Dehydratation – keine Transpiration
- hohes Fieber und schneller, starker Puls
- Schwindel und Kopfschmerzen
- Verwirrtheit, Bewusstseinsverlust, Übelkeit und Erbrechen
- Auflösung der Muskulatur
- schlechte Durchblutung im Gesicht und an den Extremitäten
- blass-zyanotisches Erscheinungsbild (graues Stadium)

Ein charakteristisches Warnzeichen ist die eingeschränkte oder eingestellte Schweißsekretion am Stamm. Dies ist bereits als Spätsymptom zu werten und das Ergebnis einer thermischen Schädigung der Zentren der Thermoregulation. Der Organismus nimmt daher bei hohen Außentemperaturen mehr Temperatur auf, als er abgeben kann, wodurch die Körpertemperatur innerhalb kurzer Zeit auf bis zu 41/42°C ansteigt – was lebensbedrohlich sein kann. Selbst bei adäquater Senkung der Körpertemperatur und intensiven Therapiemaßnahmen ist der Hitzeschock oft fatal (in etwa 50 % der Fälle). Überlebende leiden meist an lang anhaltenden neurologischen Störungen¹²⁰.

¹²⁰ Gebbers J. O. et al., Schweiz. Zeitschrift für Hausarztmed., PrimaryCare 2004, www.primarycare.ch



Ab einer Kerntemperatur von 41/42°C kann es neben dem Bewusstseinsverlust zu Komplikationen der Gefäße und Niereninsuffizienz bzw. nach 24 Stunden zu Gelbsucht kommen¹²¹.

Behandlung des Hitzeschocks:

- überprüfen Sie die Atmung bzw. bringen sie die Person in die stabile Seitenlage
- Atemwege frei machen, Sauerstofftherapie
- alle Abkühltechniken - Abkühlung durch Verdunstung ist am wirksamsten
- Verabreichung von Wasser bzw. (halb-)isotone Lösung, physiologische NaCl-Lösung i.v. mit 5 % Glukose (Dextrose) im Verhältnis 1:1 (zu schnelle Infusion vermeiden), 50 ml 50 % Dextrose i.v. wenn Glyk. < 3 mmol/Liter
- Physiologische NaCl-Lösung i.v., während einiger Stunden



Rufen sie unverzüglich die **Rettung per Notruf 144**

Für thermolabile Personen können Klimabedingungen bei Windstille, Luftfeuchtigkeit von 90 bis 100 % und Temperaturen ab 26°C bereits als kritisch angesehen werden.

5.3.3.1 Sonnenstich

Der Sonnenstich ist die Folge der direkten Einwirkung langwelliger Sonnenstrahlung auf den entblößten Kopf und eine Sonderform des Hitzeschocks. Dadurch kommt es zu einer zusätzlichen Erwärmung des bereits hyperthermen Hirngewebes um 1 bis 2°C, so dass es vor Ausbildung der Hyperpyrexie auch zu meningealen Reizerscheinungen kommen kann¹²². Die wichtigsten Merkmale sind:

- heftige Kopfschmerzen, Nackensteife
- Übelkeit, Erbrechen, hohes Fieber
- Schläfrigkeit, eventuell Bewusstseinsverlust
- manchmal oberflächliche Brandwunden auf der Haut
- gelegentliche Hitzekrämpfe der Muskulatur, vor allem an Bauch und Gliedmaßen

5.3.4 Hitzetod

Der Tod tritt bei Körperkerntemperaturen über 42°C durch Lähmung der Atmungs- und Kreislaufzentren sowie infolge eines allgemeinen Schockzustandes und Multiorganversagens ein. Hitzeschocks mit Todesfolge gehören zu den am häufigsten nicht erkannten Todesursachen¹²³.

¹²¹ Föderaler Öffentlicher Dienst Belgien, „Aktionsplan Hitzewellen 2008“, Kap. 5.5 www.dglive.be

¹²² Gebbers J. O. et al., Schweiz. Zeitschrift für Hausarztmed., PrimaryCare 2004, www.primarycare.ch

¹²³ ebenda



5.3.5 Sonnenbrand und Hitzeausschlag

Zum Sonnenbrand kommt es, wenn die Haut einer entsprechend starken Sonneneinstrahlung ungeschützt über längere Zeit ausgesetzt wird. In der Regel sind die Beschwerden relativ gering und verschwinden innerhalb einer Woche – bei schweren Schädigungen der Haut jedoch kann allerdings eine ärztliche Behandlung erforderlich sein. Neben Schäden an der Haut kann es auch zur Schädigung der Augen kommen – mehr Informationen dazu zum Thema Schutz vor Sonneneinstrahlung im Kapitel [Auswirkungen von UV-Exposition](#).

Bei Hitzeausschlag handelt es sich um eine Reizung der Haut auf Grund von übermäßiger Schweißabsonderung unter heißen, schwülen klimatischen Bedingungen im Hals- und Brustbereich sowie in der Leistengegend – was zu Juckreiz führen kann. Die Haut sollte an den betroffenen Stellen trocken und kühl gehalten bzw. mit Talkum-Pulver behandelt werden.

5.3.6 Flüssigkeitsverlust und Leistungsfähigkeit

Die Dehydratation durch Wärmeeinwirkung wird durch den Konsum von alkohol-, koffein- und zuckerhaltigen Getränken verstärkt. Es ist daher äußerst ratsam, in Phasen mit starker Wärmebelastung genügend Flüssigkeit ohne diese Inhaltsstoffe zu trinken. Folgende körperliche Belastungswerte und Symptome gehen mit entsprechendem Flüssigkeitsverlust (ca. 85 % der Masse) des Körpers einher:

Gewichtsverlust	Masseverlust bei 70 kg	Leistungsfähigkeit und Symptome
1 %	0,7 kg	volle Leistung, Durstgefühl
2 %	1,4 kg	halten der Leistung bei großer Anstrengung
3 %	2,1 kg	Leistungsabfall 5 %, große Müdigkeit
4 %	2,8 kg	Leistungsabfall 10 %, einzelne Leistungsabbrüche
5 %	3,5 kg	Leistungsabfall 15 %, Erschöpfung, hohe Leistungsabbruchfrequenz
6 %	4,2 kg	Leistungsabfall 20 %, Muskelkrämpfe, Koordinationsstörung
10 %	7,0 kg	Leistungsabbruch, Reduktion der Nierendurchblutung und Urinproduktion auf 50 %, Desorientierung, Koordinationsstörung
15 %	10,5 kg	Bewusstlosigkeit, Lebensgefahr

Tab. 12: Flüssigkeitsverlust und Abnahme der Leistungsfähigkeit beim Sport¹²⁴

Bei entsprechender anstrengender körperlicher Aktivität im Freien können Hitzekrämpfe auftreten – die Ursache liegt hier vor allem am Flüssigkeits- und Mineralstoffmangel.

¹²⁴ Gebbers J. O. et al., Schweizerische Zeitschrift für Hausarztmedizin, PrimaryCare 2004, www.primarycare.ch



5.4 Risikogruppen

Hitzestress und Symptome, die auf Hitze- und Luftschadstoffbelastung wie Ozonspitzen zurückzuführen sind, können bei Risikogruppen wie auch bei gesunden Personen auftreten. Das gesundheitliche Risiko ist für bestimmte Bevölkerungsgruppen aufgrund von Prädispositionen und Vorerkrankungen größer. Diesen Personen ist daher besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

5.4.1 Babys und Kleinkinder

Babys und Kleinkinder sind besonders gefährdet, da ihre Flüssigkeitsreserven unzureichend sind – darüber hinaus trinken sie selbstständig zu wenig. Sonneneinwirkung oder der Aufenthalt in einer geschlossenen und zu warmen Umgebung (Autos...) kann schnell zur Austrocknung und zu einem Hitzeschlag führen. Kinder mit Atemwegkrankungen und Symptomen wie Durchfall oder Fieber sind besonders gefährdet. Babys und Kleinkinder sind daher generell von erwachsenen Personen zu beaufsichtigen. Schadstoffbelastung durch Luft – insbesondere hohe Ozonwerte – wirken sich auf Kleinkinder besonders schädlich aus, da die Atemwege noch nicht voll entwickelt sind.

5.4.2 Ältere Menschen

Aufgrund des Alterungsprozesses beim Menschen kommt es zu geistigen und körperlichen Veränderungen bzw. Einschränkungen, welche die Belastung des Organismus bei Hitzestress verstärken können. Generell wird für die Gruppe der über 65-Jährigen eine erhöhte Sterblichkeit bei sehr hohen Temperaturen festgestellt¹²⁵. Davon besonders betroffen sind alleinstehende Frauen mit einem Lebensalter über 75 Jahren. Gründe für die Vulnerabilität sind:

- Ältere Personen leiden häufig an chronischen Krankheiten, welche die Anfälligkeit auf größere Temperaturschwankungen verstärken.
- Die Einnahme von einigen Arzneimitteln kann sich negativ auf die Fähigkeit des Körpers zur Thermoregulation auswirken – siehe [Kap. 5.5](#).
- Schluckbeschwerden können die Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme einschränken.
- Ältere Personen spüren und realisieren Hitzebelastung weniger stark, wenn diese einer geistigen Einschränkung unterliegen und sozial isoliert sind.
- Einkommensschwache Senioren können sich bauliche Maßnahmen an den Wohn- und Aufenthaltsräumen wie Klimaanlage, Isolierung, etc. kaum leisten.
- Menschen mit eingeschränkter Mobilität können überhitzte Wohnungen schwer verlassen.
- Die schnell einsetzende Wirkung von Hitzestress wirkt sich auf sozial isolierte Personen besonders stark aus.
- Die Schweißdrüsen funktionieren im Alter nicht mehr so gut, wodurch Verdunstung und Abkühlung weniger effizient sind.

¹²⁵ Díaz J. et al.; Effects of extremely hot days on people older than 65 Years in Seville (Spain) from 1986 to 1997, Int. J. Biometeorology, 2002, www.springerlink.com



Untersuchungen zeigen, dass es geschlechtsspezifische Unterschiede ([Kap.2.2](#)) hinsichtlich der betroffenen Altersklassen bei Hitzebelastung gibt. Abweichend von einer generell leicht höheren und beginnenden Gefährdung von Männern lässt sich aber ab einem Alter von 55 Jahren eine tendenziell höhere Gefährdung von Frauen feststellen¹²⁶.

5.4.3 Chronisch Kranke

Neben allen Krankheiten, die das System zur Thermoregulierung des Organismus beeinflussen können, besteht insbesondere für Personen mit chronischen Erkrankungen des Herzkreislaufsystems und der Atemorgane ein erhöhtes Risiko¹²⁷.

5.4.4 Sozial isolierte Personen

Diese sind als Risikopersonen anzusehen. Neben fehlender Fähigkeit zur Eigendiagnose bei verringerten Kontakten ist auch die Möglichkeit einer rechtzeitigen Diagnose von Hitzesymptomen durch Anwesende, Angehörige, etc. nicht gegeben.

5.4.5 Schwere körperliche Anstrengung

Personen, die im Rahmen ihrer Arbeit oder sonstigen körperlichen Aktivitäten im Freien schweren Anstrengungen unterliegen, sollen sich nach Maßgabe der öffentlich behördlichen Informationen verhalten. Weitere Informationen dazu im [Kap. 4](#).

5.4.6 Spezifische Prädispositionen

Personen, die in irgendeiner Form einer geistigen und/oder körperlichen Einschränkung unterliegen, welche die Urteilsfähigkeit sowie die Thermoregulation und körperliche Fähigkeit zur Kompensation von Hitze beeinträchtigt:

- stark übergewichtige Personen
- mentale Beeinträchtigung des zentralen Nervensystems durch Alzheimer, Demenz, Parkinson...
- Beeinträchtigung durch Konsum oder Entzug von Alkohol, Nikotin und Rauschmittel wie Amphetamine, Kokain...

5.4.7 Immobile Personen

Immobilen Personen können hitzebedingtem Umgebungsstress erschwert entkommen und sind daher bei andauernder Hitzebelastung einem höheren Gefährdungspotential ausgesetzt.

¹²⁶ Fouillet A. et al., Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. International Archives of Occupational and Environmental Health 80, 2006, link.springer.com

¹²⁷ Kälin P. et al, CURRICULUM, Schweiz Med Forum 2007, S. 645, medicalforum.ch



5.5 Auswirkungen von Arzneimittel

Die Auswirkungen der Einnahme von bestimmten Medikamenten auf den Organismus bei gleichzeitiger starker Wärmebelastung sollten grundsätzlich **vom behandelnden Arzt** unter Berücksichtigung der persönlichen Risikofaktoren und bestehenden Krankheiten eingeschätzt werden.



Eine **Evaluierung** des Nutzen-Risiko-Profiles der Medikamente und der Konsequenzen beim Absetzen für die Dauer der Hitzeperiode ist zu empfehlen.

Der Dehydratationszustand von Risikopatienten ist generell genauer zu beobachten. Zusätzlich ist die Erstellung einer **Medikamentenliste** (rezeptfreie und rezeptpflichtige) für jeden Risikopatienten sinnvoll, damit Einsatzkräfte im Notfall sofort über diese Informationen verfügen können. Die Erreichbarkeit und Aktualität dieser Information ist sicherzustellen.

Bei der Einnahme folgender Medikamente während Hitzebelastungssituationen sind mögliche **Wechselwirkungen** zu beachten¹²⁸.

5.5.1 Arzneimittel mit Einfluss auf den Hydratationszustand und den Elektrolythaushalt

- Diuretika (Schleifendiuretika)
- Nichtsteroidale Entzündungshemmer, ASS in Dosen über 500 mg/d, COX-2-Inhibitoren
- ACE-Hemmer
- Angiotensin-II-Rezeptorantagonisten (AIIA)
- bestimmte Antibiotika (Fachinformationen beachten)
- bestimmte für die antiretrovirale HIV-Kombinationstherapie eingesetzte Virostatika

5.5.2 Arzneimittel, deren Wirkung durch Dehydrierung beeinflusst wird

- Lithium
- Antiarrhythmika
- Digoxin
- Antiepileptika
- bestimmte orale Antidiabetika (Biguanide und Sulfonamide)
- Statine und Fibrate

¹²⁸ Kälin P.et al., CURRICULUM, Schweiz Med Forum 2007, S. 646ff, medicalforum.ch



5.5.3 Medikamente und Suchtmittel, welche die Hitzebelastung verstärken

- Blutdrucksenker und Medikamente zur Behandlung der Angina Pectoris
- alle Medikamente und Suchtmittel, welche die Aufmerksamkeit beeinflussen

5.5.4 Arzneimittel mit Einfluss auf den Wärmehaushalt

- Neuroleptika und Serotoninagonisten
- Trizyklische Antidepressiva
- H1-Antihistaminika der ersten Generation
- bestimmte Parkinson-Medikamente (z.B. Biperiden)
- bestimmte Antispasmodika (Oxybutynin, Tolterodin, Trospiumchlorid)
- Pizotifen
- peripher wirksame, systemisch gegebene Vasokonstriktoren (z.B. Triptane)
- Betablocker
- Schilddrüsenhormone
- SSRI und andere Antidepressiva (Imipramin, MAO-Inhibitoren, Venlafaxin)
- Buspiron

Neben der Einbindung des behandelnden Arztes zur Erstellung und Bewertung der Medikamenteneinnahme ist auch die sachgemäße Lagerung der Medikamente sicher zu stellen bzw. eine Medikamentenliste für Einsatzkräfte bereit zu halten.



6. Hitzeschutzplan – Rahmenbedingungen

Der Beobachtungszeitraum (BZ) für den Hitzeschutzplan von Mai bis einschließlich September beschränkt sich auf jene Monate im Jahr, innerhalb welcher Hitzewellen eintreten können. Wie in der folgenden Grafik ersichtlich, ist die Wahrscheinlichkeit in den Kernmonaten Juni, Juli und August am höchsten. Die letzten Jahre jedoch haben gezeigt, dass es auch sehr früh im Jahr schon zu Hitzewellen kommen kann, welche aufgrund der fehlenden Akklimatisation ein besonderes Gefährdungspotential mit sich bringen – daher wurde der Beobachtungszeitraum ausgedehnt.

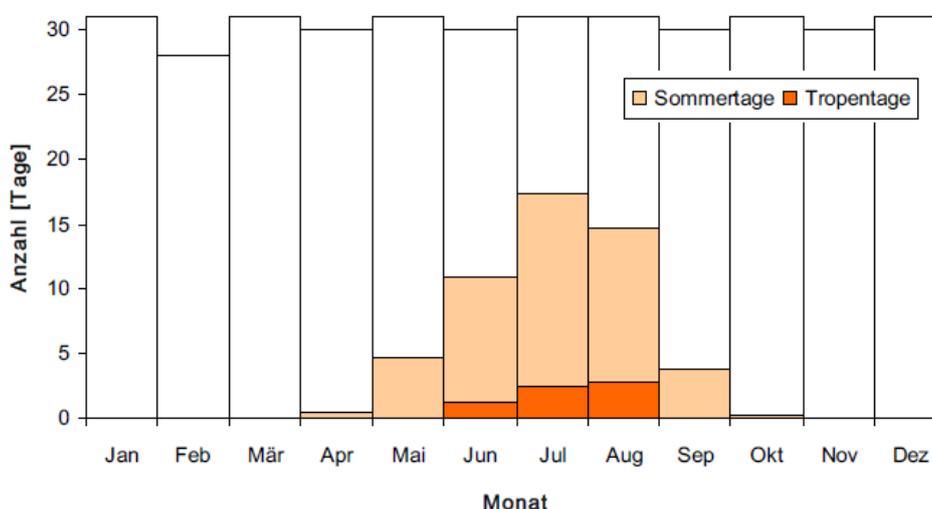


Abb. 46: Durchschnittliche Zahl der Sommer- und Tropentage, Klimaatlas Steiermark¹²⁹

Die kontinuierliche Weiterentwicklung des Planes, die Aktualisierung der Stakeholder sowie die Einarbeitung neuer Themen zum aktuellen Stand der Wissenschaft sind im Sinne von Preparedness die Grundlage des steirischen Hitzeschutzplanes. Darüber hinaus gelten während des BZ zwei Stufen:

Preparedness	Planung, Vorbereitung, Evaluation und Weiterentwicklung	
Vorwarnstufe	Perioden unterhalb des Schwellenwertes	BZ Mai bis September
Schwellenwert	starke Wärmebelastung	
Warnstufe	Prognostizierbare Hitzewelle von mindestens drei Tagen und entsprechend hohe Belastung für Risikogruppen	

Der Schwellenwert **starke Wärmebelastung** wird durch Kooperation mit der ZAMG bestimmt.

¹²⁹ Umwelt Steiermark, Klimaatlas Steiermark, www.umwelt.steiermark.at



Die **Warnstufe** des Steirischen Hitzeschutzplans wird also aktiviert, wenn über einen

Zeitraum von mindestens **drei Tagen** mit einer **starken Wärmebelastung**

nach der Äquivalenztemperatur des Bioklima-Index¹³⁰ bzw. physiologisch äquivalenter Temperatur nach dem PET-System zu rechnen ist.

- Bei Aktivierung der Warnstufe ist die Bevölkerung über die allgemeine Belastungssituation und Verhaltensregeln zu informieren.
- Durch die Aktivierung des Hitzewarnsystems (HWS) erhalten in der HSPL-Datenbank verortete Einrichtungen und Risikopersonen ehestmöglich im Wege der ZAMG ein Email mit regionaler Wärmebelastungsprognose und den wichtigsten Informationen in Form von Merkblättern.
- Zusätzlich zur direkten Ansprache und Verständigung der Einrichtungen gibt es neben der allgemeinen medialen Aufbereitung ein entsprechendes Online-Angebot auf der Website der Landessanitätsdirektion unter

www.verwaltung.steiermark.at

Die schnellstmögliche Verständigung verschafft den betroffenen Einrichtungen (Altenpflegeheime, Kindergärten, mobile Dienste, Blaulichtorganisationen...) entsprechend Zeit, rechtzeitig notwendige Maßnahmen wie die Anpassung von Dienstplänen, die Organisation von zusätzlichem Betreuungspersonal, haustechnische Aktivitäten, temporäre Einrichtung von Anrufdiensten zur Durchführung von Kontrollanrufen von alleinstehenden Personen, zu treffen.

Ein beträchtlicher Mehrwert für die öffentliche Gesundheit liegt in der Aktivierung des Risikobewusstseins für Hitzewellen bei den betroffenen Personen und Risikogruppen und in der dadurch rechtzeitig erfolgenden adäquaten Einstellung, Vorbereitung und Anpassung auf die Belastungssituation.

¹³⁰ Harlfinger O. et al., Klimaatlas Steiermark – Kapitel 9, www.umwelt.steiermark.at



6.1 Preparedness & Vorwarnstufe

Preparedness & Entwicklung	
Planung und Vorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Ausarbeitung des Hitzeschutzplans Steiermark - Identifikation von Risikogruppen und -personen - Identifikation der Stakeholder (Pflegeheime, Mobile Dienste...) - Ausarbeitung von Informationen für einzelne Zielgruppen - Erstellung von Informationsmaterial für Medien - Entwicklung von Bewusstsein und Fachkenntnis bei Betroffenen bezüglich Hitze assoziierter Probleme und Krankheitsverläufe
Steiermark ÖGD – Informationsarbeit	<ul style="list-style-type: none"> - Hitzeschutzplan online zum Download - Merkblätter für Zielgruppen und Risikopersonen online - Allgemeine Empfehlungen über präventive Schutzmaßnahmen - Empfehlungen für Angehörige von Risikopersonen - Weiterführende Links
Steiermark Instrumente & Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Allgemeine Informationsarbeit und vorbereitende Information von besonders betroffenen Einrichtungen wie: Altersheime, Krankenhäuser, Schulen und Kindergärten, mobile Einrichtungen... - Einrichtung des Vorwarnsystems (HWS) in Zusammenarbeit mit der ZAMG Steiermark - Evaluation, Entwicklung und Adaption des HSPL

Vorwarnstufe Hitzeschutzplan	
Beobachtungszeitraum	<p>Gehäuftes Auftreten von Sommertagen und tropischen Nächten mit mäßiger bis starker Wärmebelastung in den Monaten Mai bis September</p>
Steiermark ÖGD Informationsarbeit	<ul style="list-style-type: none"> - Online-Verfügbarkeit des Hitzeschutzplanes und der Merkblätter - Mediale Aufbereitung von relevanten Informationen zu allgemeinen Verhaltensregeln über die Kühlung des Körpers, Vermeidung von Dehydration bzw. zur Kenntnis der Symptome Hitze bedingter Krankheiten - Empfehlungen für Risikopersonen und deren Angehörige



6.2 Warnstufe

Warnstufe Hitzeschutzplan	
Grundlage für die Aktivierung	Eine Hitzewelle ist durch eine mindestens drei Tage andauernde starke Wärmebelastung charakterisiert.
Steiermark ÖGD Informationsarbeit	<ul style="list-style-type: none">- Mediale Aufbereitung von Informationen für die Bevölkerung- Merkblätter: Allgemeine Verhaltensregeln, Empfehlungen für Angehörige von Risikopersonen und sonstige Informationen- Aufforderung zur Vermeidung von anstrengenden Outdoor-Aktivitäten an Risikopersonen
Steiermark Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none">- Aktivierung des Vorwarnsystems (HWS)- Verständigung aller Stakeholder- Empfehlung zur Aktivierung interner Pläne



6.3 Organisation und Partnerschaft

Für den steirischen Hitzeschutzplan wurde eine Kooperation mit der ZAMG Steiermark ins Leben gerufen, um ein Vorwarnsystem zu installieren. Naturgemäß kommt es in diesem Aufgabengebiet zu entsprechender Kommunikation und Zusammenarbeit mit dem Katastrophenschutz, der Landeswarnzentrale, den Blaulichtorganisationen... Die Zusammenarbeit mit anderen Behörden und Einrichtungen wird aktuell im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie Steiermark weiterentwickelt.

6.3.1 Hitzewarnsystem (HWS)

Als Grundlage für das Warnsystem werden die Kontaktdaten von den wichtigsten betroffenen Einrichtungen und Personen akquiriert und in einer Datenbank gespeichert. Dieser Datenpool wird von der Landessanitätsdirektion aufgebaut, überprüft und gewartet. Er umfasst die wichtigsten Organisationen aus den Bereichen:

- Pflegeheime, Krankenhäuser
- Kinderbetreuungseinrichtungen, Schulen
- Sonstige soziale und Behindertenbetreuungseinrichtungen
- Einsatz- und Blaulichtorganisationen
- Verwaltungsbehörden

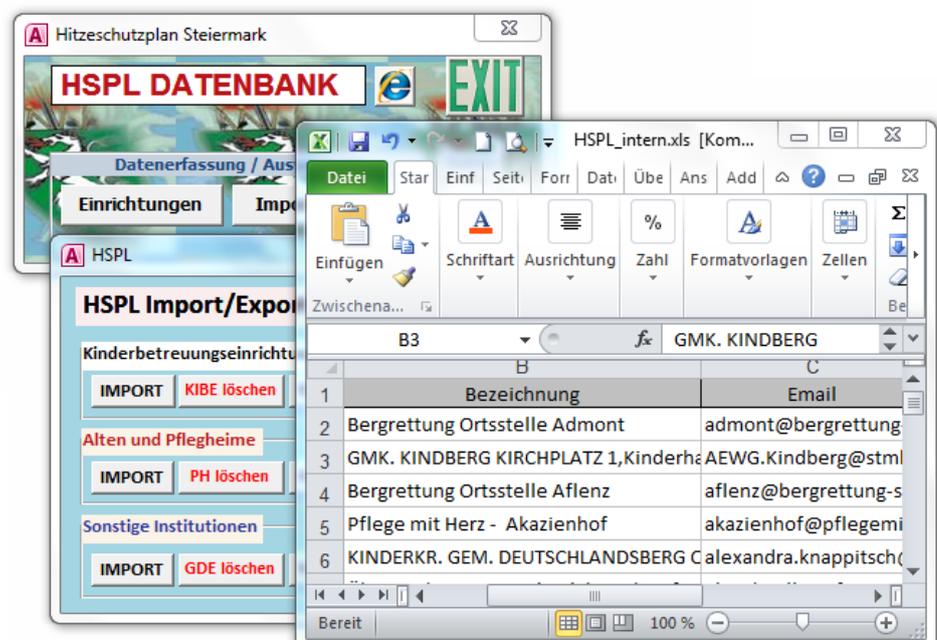


Abb. 47. HSPL-Datenbank

Nach abgeschlossener Recherche wird der Datensatz der Zentralanstalt für Meteorologie (ZAMG) als Verteiler für die Versendung der Hitzewarn-E-mails zur Verfügung gestellt.

steirischer Hitzeschutzplan



in
Kooperation
mit



Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Kundenservice Steiermark
Klusemannstraße 21, 8053 Graz
Tel.: +43 316 242200
Fax: +43 316 242300
Email: graz@zamg.ac.at
Internet: <http://www.zamg.ac.at>

Die Einrichtungen erhalten zu Beginn der Saison ein Email mit allgemeinen Informationen zum Hitzeschutzplan.

Hitzeprognose fuer betroffene Einrichtungen - Warnstufe

Sehr geehrte Damen und Herren!

Die Zentralanstalt fuer Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) erstellt folgende Prognose:

Prognose:

Nachdem bereits am Wochenende die Hoechsttemperaturen in der Steiermark teilweise bei ueber 30 Grad lagen, erreicht die Hitzewelle in den kommenden Tagen ihren Hoehenpunkt. Die Temperaturen steigen verbreitet ueber die 30 Grad-Marke und werden stellenweise sogar bis zu 35 Grad erreichen. Dabei ist in der gesamten Steiermark mit starker oder maessiger Waermebelastung zu rechnen. Besonders im Grossraum Graz bleiben auch die Naechte aussergewöhnlich warm.

Tendenz:

Bis zumindest Freitag bleibt die starke Waermebelastung erhalten, lokale Hitzegewitter bringen nur eine vueruebergehende Entspannung der Situation.

Grossraum Graz:	Starke Waermebelastung
Weststeiermark:	Starke Waermebelastung
Suedoststeiermark:	Starke Waermebelastung
Oststeiermark:	Starke Waermebelastung
Murtal:	Maessige Waermebelastung
Muerztal:	Maessige Waermebelastung

Bei Aktivierung der **Warnstufe** wird ehestmöglich vor prognostiziertem Beginn einer Hitzewelle mit starker Wärmebelastung über mindestens drei Tage ein Email mit regional ausgerichteten Prognosen samt Merkblättern und sonstigen wichtigen Informationen als Anhang versendet.

Abb. 48: Beispiel Verständigung Email Warnstufe

Zusätzlich sind die Prognosen auch online verfügbar:

www.wetter-steiermark.at

Prognose, erstellt

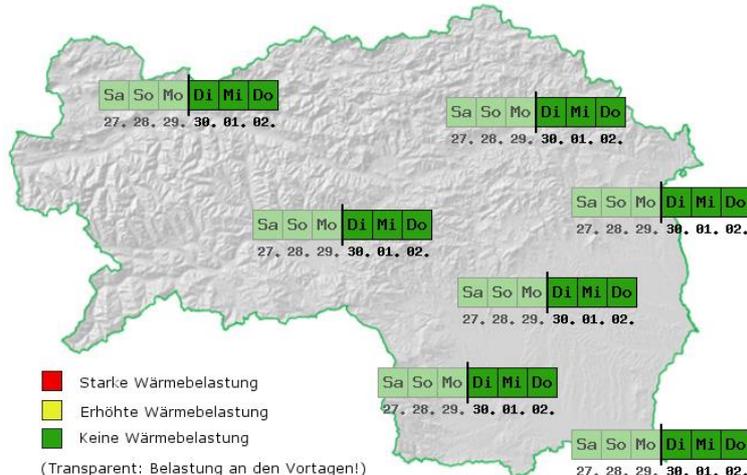


Das Land
Steiermark



Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Kundenservice Steiermark
Klusemannstraße 21, 8053 Graz
Tel.: +43 316 242200
Fax: +43 316 242300
Email: graz@zamg.ac.at
Internet: <http://www.zamg.ac.at>

Abb. 49: Beispiel Prognose zur Wärmebelastung in der Steiermark



steirischer Hitzeschutzplan



Im Zuge der Evaluation der deutschen Informationssysteme zu Klimawandel und Gesundheit hat sich gezeigt, dass Risikopersonen, welche die Informationssysteme kennen, sich in der Belastungssituation nicht besser schützen als jene, denen diese Systeme nicht bekannt sind. Die Newsletter-Systeme beinhalten zum überwiegenden Teil keine oder kaum Handlungsanweisungen. Daher wird die möglichst konkrete Ausformulierung von Verhaltensempfehlungen empfohlen, um so Betroffene weitestgehend zu gesundheitlicher Handlungskompetenz hin zu führen¹³¹.

Im Zuge des steirischen Hitzewarnsystems wird zusammen mit der Hitzewarnung ein umfangreiches Informationspaket versendet. Nachfolgend ein Beispiel für ein Hitzewarn-Email:



Das Land Steiermark
→ Gesundheit

in Kooperation mit

ZAMG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Kardinalweg 21, 8052 Graz
Tel: +43 316 242200
Fax: +43 316 242399
Email: graf@zamg.ac.at
Internet: www.zamg.ac.at

Hitzeprognose für betroffene Einrichtungen - Warnstufe

Sehr geehrte Damen und Herren!

Die **Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)** erstellt folgende Prognose:

Prognose:
Eine weitere Hitzewelle im heurigen Sommer kündigt sich an. Erneut ist in weiten Teilen der Steiermark über mehrere Tage hinweg mit Temperaturen von über 30 Grad zu rechnen. Die Wärmebelastung ist zunächst mäßig, steigt aber von Tag zu Tag an, sodass ab Donnerstag bzw. Freitag mit einer starken Wärmebelastung zu rechnen sein wird. Die Höchstwerte liegen dabei zwischen 30 und 35 Grad.

Tendenz:
Am Samstag im Südosten weiterhin starke Wärmebelastung, im Nordwesten der Steiermark könnten Gewitter vorübergehend für einen Temperaturrückgang sorgen. Aus heutiger Sicht ist aber im weiteren Verlauf mit keiner merklichen Abkühlung zu rechnen, vielmehr dürfte es auch in der nächsten Woche heiß weitergehen. Diesbezüglich wird es aber eine Aktualisierung der Prognose in den kommenden Tagen geben.

Großraum Graz:	Starke Wärmebelastung
Weststeiermark:	Starke Wärmebelastung
Südoststeiermark:	Starke Wärmebelastung
Oststeiermark:	Starke Wärmebelastung
Murtal:	Starke Wärmebelastung
Mürztal:	Starke Wärmebelastung
Ennstal:	Starke Wärmebelastung

Aufgrund der für die nächsten Tage zu erwartenden Hitzebelastung wird die **Warnstufe** des **Steirischen Hitzeschutzplanes** aktiviert. Umfassende Informationen können von folgenden Internetadressen heruntergeladen werden:

www.verwaltung.steiermark.at

www.zamg.ac.at

¹³¹ Umweltbundesamt Deutschland, Evaluation von Informationssystemen zu Klimawandel und Gesundheit, www.umweltbundesamt.de, Zusammenfassung S. XVII



steirischer Hitzeschutzplan

Empfehlungen für Spitäler, Pflegeheime, Mobile Dienste

- Risikopatienten identifizieren
- Räumliche Gegebenheiten analysieren, Maßnahmen zur Abhilfe festlegen (Lüftungsmöglichkeiten, Klimaanlage etc.)
- Mögliche Kapazitätsengpässe z.B. Pflegepersonalbedarf identifizieren
- Interne Überwachungspläne aktivieren
- Sicherstellen des Informationsflusses - Vorwarnservice, Organisation etc.

In der Regel werden Ihre Betreuungseinrichtungen bestens auf die Bedürfnisse Ihrer Klienten eingestellt sein, dennoch kann es im Verlauf von länger anhaltenden Hitzeperioden zur Überlastung der hausinternen Ressourcen kommen. Von daher ist es wichtig die Kapazitäten des eigenen Hauses richtig einschätzen zu können, insbesondere die gestiegenen Anforderungen an das Betreuungspersonal.

Hitzewelle & Tropentage/-nächte

Nicht nur ältere Menschen, chronisch Kranke, behinderte Menschen und Kinder sind besonders betroffen. Für Jeden ist das Befolgen einiger nützlicher Ratschläge nicht nur wohltuend, sondern auch gesund!

Allgemeines Verhalten & Sofortmaßnahmen

- ! Trinken Sie mindestens 2 - 3 Liter pro Tag, am besten Mineralwasser oder Fruchtsäfte
- ! **Vermeiden** Sie alkohol-, koffein- und stark zuckerhaltige Getränke
- ! Tragen Sie lockere Kleidung, eine Kopfbedeckung und kühlen Sie Ihren Körper
- ! Suchen Sie kühle Räume auf, vermeiden Sie körperliche Anstrengungen im Freien



steirischer Hitzeschutzplan

Was ist bei der Einnahme von **Medikamenten** zu beachten

Medikamente können die Körpertemperatur und den Elektrolythaushalt des Körpers beeinflussen. Besondere Achtsamkeit ist geboten bei:

- Diuretika (Entwässerungsmittel)
- Sedativa (Beruhigungsmittel), Antidepressiva
- Alle die Aufmerksamkeit einschränkende Medikamente
- Bestimmte Antibiotika

Bei Fragen kontaktieren Sie bitte Ihre(n) behandelnde(n) Ärztin /Arzt

Erste Warn-Zeichen bei Hitzestress

- Starkes Schwitzen, Leistungsverlust, Schwindel
- Herzklopfen - erschwertes Atmen
- Pulsierender Kopfschmerz - Verwirrtheit
- Trockene Haut - Muskelkrämpfe
- Erbrechen, Durchfall

Sonnenstich und Hitzestau

Sonnenstich als Folge von zu langer direkter Sonneneinstrahlung bewirkt heftige Kopfschmerzen bis hin zum Bewusstseinsverlust...

! Hinlegen - Körper kühlen, Flüssigkeit trinken

Hitzeschlag und Hitzeschock

Der Hitzeschock ist lebensbedrohlich bei Körpertemperaturen über 40 °C sowie Störungen des Zentralnervensystems, Delirium... bis hin zum Koma.

! **Arzt verständigen** - Hinlegen - Körper kühlen - Flüssigkeit trinken

Für weitere Informationen besuchen sie die Websites der AB bzw. des ZAMG



6.3.2 Betroffene & Stakeholder außerhalb des HWS

Hitzewarnsysteme können einige Personengruppen häufig nicht per Email erreichen, da vielfach keine Internetaffinität vorhanden ist. Die Betreuung dieser Personen, die – vor allem wenn sie ein gewisses Lebensalter überschritten haben oder anderen sozioökonomischen, körperlichen und mentalen Einschränkungen unterliegen – während einer Hitzewelle besonders gefährdet sind, obliegt in vielen Fällen, wenn geschultes Personal von mobilen Diensten oder Streetworkern nicht zuständig sind, den Angehörigen und Nachbarn. Bei diesen betreuenden Personen ist die Schaffung eines entsprechenden Bewusstseins für die Vulnerabilität der Angehörigen, Betreuten und KlientInnen während Hitzewellen besonders wichtig.

Trotz eines engmaschigen Betreuungsnetzes in Österreich werden immer einige der älteren Personen während einer Hitzewelle auf sich allein gestellt sein. Alleinstehende Personen unterliegen einem besonderen Risiko, da sie abgesehen von den schon vorhandenen Einschränkungen, den eigenen Hydratationszustand wahrscheinlich nicht adäquat einschätzen können. Der Zivilcourage kommt hier eine besondere Bedeutung zu.



Widmen sie alleinstehenden, älteren und kranken Personen in der Nachbarschaft während einer Hitzewelle besondere Aufmerksamkeit.



7. Informationen & Empfehlungen

Alle im Folgenden genannten Informationen und Empfehlungen zum Steirischen Hitzeschutzplan finden sie auch auf der Website der A8 unter www.verwaltung.steiermark.at

7.1 Allgemeine Informationsinhalte



Generell ist es wichtig während Perioden mit starker oder extremer Wärmebelastung **genügend Flüssigkeit** wie Wasser und Säfte zu trinken.

Die Mindestmenge sind 1.5 Liter pro Tag – je nach Tätigkeit aber mehr. Diese Flüssigkeiten sollten rechtzeitig und regelmäßig konsumiert werden – also bereits **bevor** sich ein Durstgefühl einstellt.

Darüber hinaus sind folgende **allgemeine Verhaltensweisen** während einer Hitzewelle angemessen:

- regelmäßige Kühlung des Körpers (Duschen, Schwimmbäder...)
- Aufenthalt in kühlen Räumen bzw. im Schatten (Parks) während der heißesten Stunden
- Einschränkung von nicht notwendigen körperlich anstrengenden Outdoor-Aktivitäten
- Tragen von leichter und heller Kleidung, Kopfbedeckung und Sonnenbrillen
- Schutz vor UV-Strahlung – Sonnenschutzmittel usw. ([Kap. 3.4](#))
- Vermeidung von alkoholischen, zuckerhaltigen und koffeinhaltigen Getränken
- Bevorzugung von erfrischenden Speisen wie Salate etc.
- Ausreichende Versorgung mit Mineralstoffen

7.2 Empfehlungen für Angehörige und Betreuung zu Hause



Angehörige, Bezugspersonen und Nachbarn von alleinstehenden Älteren und sonstigen Risikopersonen mögen diesen während einer Hitzeperiode ihre besondere Aufmerksamkeit widmen.

Neben der Beobachtung des allgemeinen körperlichen Zustandes ist insbesondere auf Dehydrierung zu achten. Zusätzlich sollten folgende Empfehlungen berücksichtigt und Maßnahmen getroffen werden:

- Organisation von täglichen Telefonaten oder Besuchen für den Bedarfsfall zur Kontrolle des körperlichen Zustandes
- Abklärung von alternativen Betreuungsmöglichkeiten durch Hilfsdienste
- Sicherstellung der Versorgung mit geeigneten Lebensmitteln und Getränken
- Bereitstellung von Notfalltelefonlisten mit Notrufnummern und Kontaktpersonen wie Verwandte, Nachbarn, Hausärzte...
- Erstellung von Medikamentenlisten (in Absprache mit dem behandelnden Arzt) zur weiteren Verwendung und Dokumentation für Notärzte, Einsatzkräfte...



7.3 Inhalte – Stationäre Einrichtungen, Pflegeheime, Spitäler...

In der Regel sind die einzelnen stationären Einrichtungen bei der Betreuung und Versorgung ihrer Klientinnen bestens auf deren Bedürfnisse eingestellt.



Das **Bewusstsein** für die Vulnerabilität der Betreuten ist bei allen Beteiligten zu entwickeln und jährlich **neu zu aktivieren** (hohes Risikopotential der ersten frühen Hitzewelle)

Im Verlauf von länger anhaltenden Hitzeperioden kann es zur Überlastung der hausinternen Ressourcen kommen – von daher ist es wichtig die Kapazität des eigenen Betriebes richtig einzuschätzen, um Anpassungsmaßnahmen planen und umsetzen zu können.

- Erstellung eines hausinternen Aktionsplans für Hitzebelastung
- Identifikation von Risikopatienten
- Analyse der räumlichen Gegebenheiten, Planung bzw. Umsetzung von notwendigen Maßnahmen wie Beschattungskonzepte, Lüftungsmöglichkeiten, Klimaanlage...
- Feststellung des Pflegepersonalbedarfs und Identifikation von möglichen Kapazitätsengpässen – Planung von Urlaubszeiten
- Sicherstellung des Informationsflusses im Haus
- Weiterleitung der Informationen von Hitzeschutzplan und Vorwarnservice
- Schulung von Betreuungspersonal

7.4 Mobile Dienste und Freiwilligen-Organisationen

In Perioden mit starker Hitzebelastung ist die kontinuierliche Betreuung von alleinstehenden älteren und anderweitig gefährdeten Personen besonders notwendig. Soweit diese nicht anderweitig durch Angehörige oder Nachbarn betreut werden können, sind Mobile Dienste und Freiwilligen-Dienste die wichtigsten Ansprechpartner für Risikopersonen.

Neben den fachlichen Anforderungen und den oben genannten Empfehlungen für die Betreuung von Menschen zu Hause, wird in Zukunft vor allem die Vernetzung der relevanten Betreuungseinrichtungen im Vordergrund stehen. Bereits vorhandene Betreuungsplattformen könnten ausgebaut und mit neu zu implementierenden Risikopersonen-Angehörigen-Registern vernetzt werden, um derart eine effiziente Koordination des Einsatzes von Betreuungspersonal und des Engagement von Freiwilligen und Angehörigen zu ermöglichen.



7.5 Notrufnummern und Anlaufstellen

Allgemeine Notrufnummern:

Organisation	Zeiten	Rufnummer
Rotes Kreuz	24 Stunden	144
Ärztendienst Graz	An Wochentagen von 19 bis 7 Uhr früh, Sa., So. und Feiertage 24h	141
Ärztendienst Steirische Gemeinden (ÄK-Stmk.):	An Wochentagen von 19 bis 7 Uhr früh, Sa., So. und Feiertage 24h	Ortsvorwahl + 141
Apotheken Nacht- und Notdienst:	24 Stunden	1455 Teletext S. 649
Kinderärzte Notdienst Graz:	Fr. 14 bis 23 Uhr Sa., So. und Feiertage 8 bis 23 Uhr	0316 / 691 512
Weitere Informationen auf www.gesundheit.steiermark.at		

Mobile Dienste in der Steiermark

- Caritas Steiermark Tel.: 0316 / 908 501 170 www.caritas-steiermark.at
- Hilfswerk Steiermark Tel.: 0316 / 813 181 steiermark.hilfswerk.at
- Mobile Dienste SMP-HKP Tel.: 0316 / 817 300 www.smp-hkp.at
- Rotes Kreuz Steiermark Tel.: 050 / 144 510 202 www.rotekreuz.at
- Volkshilfe Steiermark Tel.: 0316 / 89 600 www.stmk.volkshilfe.at

Internet

- A8 Wissenschaft und Gesundheit www.verwaltung.steiermark.at
- Sozialserver des Landes Steiermark www.soziales.steiermark.at
- Bürgerservice der Gemeinden www.gemeinde.steiermark.at
- Plattform Freiwilligenweb www.freiwilligenweb.at
- Steirische Apothekerkammer www.apotheker.or.at
- Steirischen Ärztekammer www.aekstmk.or.at



8. Ökonomische Effekte von Hitzewarnsystemen

Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts COIN (Cost of Inaction; Climate Change Center Austria – CCCA) wurden die Auswirkungen des Klimawandels in Österreich abgeschätzt und einer ökonomische Bewertung für alle Bereiche unterzogen¹³². Ausgegangen wurde von einem mittleren Erwärmungsszenario bis 2050 innerhalb der **2-Grad-Zone**. Neben teilweise positiven Effekten für die Landwirtschaft in Österreich verursacht der Klimawandel vermehrt Kosten aufgrund von Schäden durch Extremwetterereignisse für Landwirtschaft und Gebäude, gesundheitliche Schäden, Flüchtlingsströme... Da im urbanen Raum die Kosten von Gesundheitsschäden infolge des Klimawandels aufgrund des komplexen Zusammenspiels mehrerer Faktoren schwer einschätzbar sind, wurde Kosten der Prävention – zur Verminderung des Auftretens von Hitzeinseln durch zusätzliche Errichtung von Parkanlagen – herangezogen.

8.1 Kosten durch gesundheitlichen Folgeschäden

Im Rahmen der COIN-Studie wurde festgestellt, dass in der Periode bis 2030 jährlich in Österreich rund € 127 Mio. (2031 bis 2050: € 107 Mio.) aufgewendet werden müssten, um die Folgen des Klimawandels zu kompensieren – wobei zwei Drittel der Kosten der schlechten Durchlüftung aufgrund des Städtewachstums geschuldet sind und nur ein Drittel dem Klimawandel selbst¹³³. Bei einer mittleren Temperaturerhöhung von 1°C im moderaten Szenario würden in den untersuchten sechs österreichischen Städten 195 Hektar zusätzliche Parkflächen und 4.300 neu gepflanzte Bäume bis zum Jahr 2030 benötigt, um den Temperaturkomfort zu erhalten. In der Periode 2031 bis 2050 würden 143 Hektar und 4.500 neue Bäume benötigt. Die Kosten sind für Wien (ca. € 4 Mrd.) aufgrund der Größe am höchsten, Innsbruck oder Klagenfurt würden mit unter € 100 Mio. das Auslangen finden und die Investitionskosten für Salzburg, Linz und Graz rund doppelt so hoch sein.

Die Höhe der Investitionskosten ist vom Verlauf des Klimawandels und den Temperaturen abhängig. Weitere Urban-Heat verstärkende Faktoren außer prognostiziertem Städtewachstum werden nicht berücksichtigt, da deren Wirkzusammenhänge kaum bewertbar und nur schwer in Kosten ausdrückbar sind.

Tab. 13: Durchschnittliche Kosten für Grünflächenerweiterung

Tabelle 1: Durchschnittliche ökonomische Auswirkungen pro Jahr eines zusätzlichen Bedarfs an Grünflächen in Österreichs Städten (in Mio. €) .

Zukünftige ökonomische Auswirkungen*	Klimawandel	Klimawandel			
		schwach	moderat	stark	
Ø 2011-2030	Sozio-ökonomische Entwicklung (Sensitivität**)	mittel	-108	-127	-166
Ø 2031-2050		mittel	75	-107	-172

* Zukünftige ökonomische Auswirkungen: negative Zahlen bedeuten Netto-Verluste, positive Zahlen bedeuten Netto-Gewinne.
 **Ergebnissensitivität hinsichtlich der sozioökonomischen Eingangsparameter.

¹³² CCCA, COIN, www.ccca.ac.at

¹³³ CCCA, COIN – Factsheet Urbane Räume, coin.ccca.at



Wie in der Tabelle ersichtlich variieren die Kosten für die Kompensation des Klimawandels durch Erweiterung der Grünflächen je nach Szenario recht stark. Die an sich schon vorhandene Problematik im urbanen Raum wird durch das Bevölkerungswachstum, den allgemeinen Gesundheitszustand der Bevölkerung und die zunehmende Überalterung der Gesellschaft noch verstärkt.

Aufgrund des häufigeren Eintretens von Hitzewellen und deren zunehmende Intensität ist bei der wachsenden Gruppe der älteren Bevölkerung mit bis zu zusätzlichen 1.300 Todesfällen pro Jahr in Österreich für den Zeitraum von 2036 – 2065 zu rechnen. Bei Abschätzungen für **extreme Jahre** und unter Miteinbeziehung der vulnerablen Bevölkerungsgruppen (chronisch Erkrankte etc.) kann mit einer **Versechsfachung** der Gesundheitseffekte gerechnet werden¹³⁴.

Sozioökonomische Faktoren wie Überalterung der Gesellschaft, Einsatz von Klimaanlage etc. wurden für unterschiedlich stark ausgeprägte Klimawandelszenarien berücksichtigt. Diese Faktoren verändern die Anzahl an Hitzetoten in den Szenarien nur im Bereich von 20 – 30 %, wohingegen die Klimaannahmen selbst das Ergebnis um 150 – 180 % beeinflussen.

In einem durchschnittlichen Jahr sind je nach Klimaannahme bis zu 3.000 Todesfälle (**starkes Szenario**) aufgrund von Hitzewellen zu erwarten.

Tab. 14: COIN – Klimawandel Ereignisräume und Mortalität¹³⁵

Durchschnittliche jährliche hitzebedingte Todesfälle an aufeinander folgenden Hitzetagen für unterschiedliche klimatische und sozio-ökonomische Entwicklungen.

Hitzebedingte Todesfälle pro Jahr Relativ zu Ø 1981-2010		Klimawandel		
		schwach	moderat	stark
Ø 2016-2045	gering	540	370	1010
	mittel	580	400	1100
	hoch	640	430	1200
Ø 2036-2065	gering	640	920	2280
	mittel	730	1060	2610
	hoch	830	1200	2960

Da gesundheitliche Folgekosten des Klimawandels schwer direkt bewertet werden können werden in dem Modellansatz Einbußen an Lebenserwartung herangezogen und mit dem System der verlorenen Lebensjahre Life-Years-Lost (**LYL**) bewertet.

Für die Kosten von Gesundheitsfolgen durch Hitzewellen sind die Argumente und Aussagen zu künftigen Entwicklungen wissenschaftlich beleg- und belastbar und daher gut einschätzbar (**moderates Szenario**).

Tab. 15: Schäden in Österreich ohne globale Rückwirkungen

Schaden in Millionen €, Ø pro Jahr (zu Preisen 2010)		
B) Zusätzliche zukünftige Schäden	2016–2045	2036–2065
<i>Nicht-marktliche Schäden:</i>		
Hitzebedingte vorzeitige Todesfälle	95 bis 255	570 bis 1.300
Bewertung mittels Value of Life Years Lost (€ 63.000 pro LYL)	95 [82 bis 580]	570 [285 bis 1.840]
oder Bewertung mittels Value of Stat. Life (€ 1,6 Mio. pro SL)	255 [210 bis 1.535]	1.300 [640 bis 4.350]

¹³⁴ CCCA, COIN – Übersicht, coin.ccca.at

¹³⁵ Ebenda, COIN Factsheet Gesundheit, coin.ccca.at



8.2 Nutzen von Hitzewarnsystemen

Der Steirische Hitzeschutzplan wurde bislang noch nicht eingehend evaluiert. Im Rahmen der Analyse der Maßnahmen der **deutschen Klimawandelanpassungsstrategie** wurde die Kosten-Nutzen-Effizienz der deutschen Hitzewarnsysteme (HWS) untersucht und bewertet. Dabei wurde auf die Berechnung der Schadenskosten von Hitzewellen nach Hübler und Keppler¹³⁶ zurückgegriffen. Ebenso wie in der COIN-Analyse (LYL) wurden vorzeitig bedingte Todesfälle mit einem „Value of Life Year“-Konzept (VOLY) bewertet.

Zuzüglich zur Schadensminderung durch die Vermeidung von vorzeitigem Todesfällen werden durch die Implementierung von HWS auch direkte Effekte bei den Kosten für das öffentliche Gesundheitssystem wie Krankenhäuser, niedergelassene Ärzten und Blaulichtorganisationen erzeugt. Die Effektivität von Hitzewarnsystemen bei der Vermeidung von hitzebedingten Gesundheitsschäden wird mit **30 %** eingeschätzt¹³⁷.

Durch die Verminderung der Anzahl an Spitalseinweisungen entsteht ein Einsparungspotential von 165 Mio. Euro in **Deutschland** pro Jahr für den prognostizierten Zeitraum.

Tab. 16: Nutzen der Hitzewarnsysteme in Deutschland¹³⁸

Vermiedene Hitzetote	
Nach VOLY-Konzept (59.000 Euro pro Jahr, Verlust von 8 Lebensjahren)	472.000 Euro pro vermiedenen Hitzetoten
für 5.000 vermiedene Hitzetote in Mrd. pro Jahr	2,36 Mrd. Euro/a
Krankenhauseinweisungen	
Anzahl (2071-2100) (heute: 24.500)	150.000
Kosten pro Einweisung	3.300 Euro
Kosten pro Jahr	495 Mio. Euro/a
Vermeidung von 30% durch Hitzewarnsystem möglich	165 Mio. Euro/a
Gesamt	2,5 Mrd. Euro/a

Nicht berücksichtigt in dieser Aufstellung sind die Vermeidung anderweitiger Kosten wie die Verringerung der Anzahl der Blaulichtfahrten, der notärztlichen Einsätze...

Wenn man die Ergebnisse der Analyse der deutsche Klimawandelanpassungsstrategie relational in Bezug auf die Einwohneranzahl bei gleichen mitteleuropäischen Standards der Gesundheitssysteme auf die Situation in Österreich herunterbricht, ergäbe sich in etwa ein hypothetischer Nutzen von **einem Zehntel** des oben angeführten Nutzenpotentials von Hitzewarnsystemen für Österreich und rund **15 %** davon für die Steiermark.

¹³⁶ Hübel M. et al., Universität Kiel, Inst. für Weltwirtschaft, Kosten des Klimawandels, www.ifw-kiel.de

¹³⁷ Tröltzsch J. et al., Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen Klimawandel, www.umweltbundesamt.de

¹³⁸ ebenda



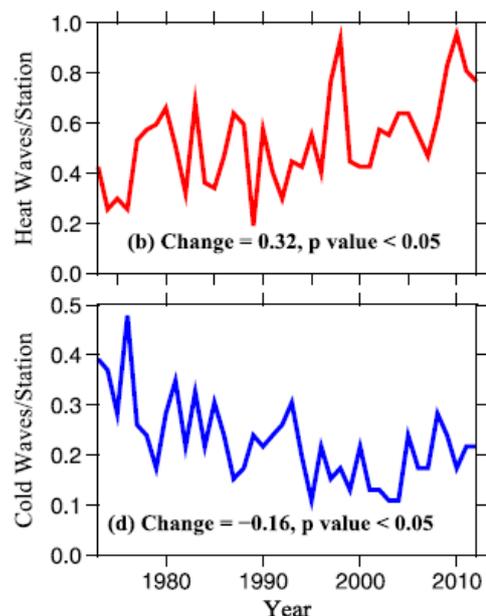
9. Schlussbetrachtungen & Ausblick

Eine der direkt wahrnehmbaren Folgen des Klimawandels ist die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen. Je nach Entwicklung der Gesamtsituation (RCP-Szenarien) wird in Zukunft mit einer mehr oder weniger starken Erwärmung zu rechnen sein. So ist bspw. die Anzahl der Tropentage mit über 30°C pro Jahr in Graz seit 2004 von rund 10 auf etwa 30 angestiegen.

Die Hitzewelle 2003 mit 70.000 zusätzlichen Todesfällen und die Hitzewelle 2010 in Russland mit geschätzten 55.000 Todesfällen haben das Gefahrenpotential von Perioden mit anhaltender Hitzebelastung einmal mehr verdeutlicht. Insbesondere betroffen davon sind die bereits genannten Risikogruppen, aber auch alle anderen Menschen, die körperlich vorbelastet sind. Gemeinhin wird die Gefahr durch Hitzestress unterschätzt.

Aufgrund zusätzlicher verstärkender Faktoren stellen Hitzewellen vor allem im **urbanen Raum** ein besonderes Gefährdungspotential dar. Weltweit wurde eine signifikante Zunahme von Hitzewellen mit extrem heißen Tagen und Nächten festgestellt. Eine Untersuchung der Periode von 1973 – 2012 zeigt, dass Hitzewellen gehäuft in der letzten Dekade aufgetreten sind. Im Vergleich zum ländlichen Raum wird die Situation in den Städten auch noch durch partiell verminderte Windaktivitäten verschärft.

Abb. 50: Entwicklung der Häufigkeit von Hitze und Kältewellen, Quelle¹³⁹



Städte bzw. urbane Lebensräume sind aus vielfältigen Gründen von Hitzewellen stärker betroffen. Das Zusammenspiel mehrerer Faktoren lässt in den Städten vermehrt Hitzeinseln entstehen ([Kap 3.1](#)). Eine der effektivsten langfristigen Anpassungsmaßnahmen zur Kompensation der Hitzebelastung in urbanen Lebensräumen ist die Schaffung von zusätzlichen Grünanlagen, da Parkanlagen um 3 bis 6°C kühler sind als verbaute und versiegelte Räume¹⁴⁰.

Die Hitzewellen der letzten Jahre haben den Trend des Klimawandels verdeutlicht. Ebenso gibt es nunmehr ausreichend wissenschaftliche Untersuchungen zu gesundheitlichen Folgeschäden von Hitzewellen und deren Auswirkungen auf die Gesellschaft. Daher wurden in den letzten Jahren in den westlichen Industrieländern nationale Hitzeaktions- bzw. Schutzpläne (Belgien, Dänemark, England, Frankreich, Italien, Luxemburg, Niederlande, Portugal, Spanien) erarbeitet. In Österreich ist dies bislang auf der Bundesebene nur rudimentär erfolgt.

¹³⁹ Vimal Mishra et al., Changes in observed climate extremes in global urban areas, iopscience.iop.org

¹⁴⁰ CCCA, COIN – Factsheet Urbane Räume, coin.ccca.at



Hitzeaktionspläne enthalten in der Regel kurzfristig ausgerichtete Maßnahmenbündel zur Vermeidung von unmittelbaren Gesundheitsschäden infolge von Hitzestress. In Frankreich bspw. werden in den Kommunen Listen mit Risikopersonen erstellt und freiwillige Melde- und Betreuungsregister für diese eingerichtet, um die Reichweite der Hitzewarnsysteme (HWS) zu erweitern. In Portugal etwa sind Hitzetote meldepflichtig. Neben den einzelnen Maßnahmen zur Verringerung der unmittelbaren Gefährdung von Risikogruppen ist vor allem auch die langfristige strategische Ausrichtung auf die sich ändernden Umweltbedingungen von Bedeutung. Dies betrifft den Klimaschutz ganz allgemein, aber auch die Raumplanung, städtebauliche Maßnahmen, Erweiterung von Grünflächen, Beschattungskonzepte bei der Gebäudegestaltung...

Die Verbesserung des allgemeinen Gesundheitszustandes der Bevölkerung auch im Hinblick auf die Überalterung der Gesellschaft und ihrer damit einhergehenden Vulnerabilität bei Hitzestress darf nicht vernachlässigt werden.

Hitzewarnsysteme haben eine hohe Relevanz für den Schutz der öffentlichen Gesundheit und generieren im Verhältnis zum geringen Aufwand einen relativ hohen Nutzen für die Gesellschaft. Sie stehen nicht in Konkurrenz mit anderen Zielen oder Maßnahmen. Insofern gibt es keine Argumente oder Gründe, die gegen die Implementierung eines HWS sprechen, vor allem auch weil der Nutzen von HWS mit der zunehmenden Häufigkeit von Hitzewellen überproportional steigt und die Kosten (nach einmaliger Implementierung) relativ niedrig sind – egal wie oft ein HWS aktiviert wird.

Grundsätzlich haben HWS eine mittlere Effektivität – diese ließe sich durch eine möglichst umfassende Verortung alleinstehender Personen, die Implementierung von entsprechenden Freiwilligen-Registern und aktivere Überwachung sowie direkte Betreuung der Risikopersonen steigern; die entsprechende Vernetzung der Stakeholder vorausgesetzt.

Neben umfassender Vorbereitung ist ein adäquates Monitoring von hitzebedingten Krankheiten und klimatischen Veränderungen wie auch die Identifikation von bioklimatischen Belastungsräumen wichtig, um die Maßnahmen des ÖGD im Rahmen der Hitzeaktionspläne angemessen umsetzen zu können. Bestehende HWS werden an die jeweiligen Anforderungen angepasst und mit anderen Betreuungsplattformen und Systemen dieser Einrichtungen vernetzt. Auch eine Erweiterung der bestehenden Systeme in Form von unterstützenden Apps für mobile Kommunikation ist mittelfristig anzustreben. Das HWS sollte um ein entsprechendes Freiwilligen-Melderegister zur Erfassung von einzelnen anderweitig nicht betreuten oder erreichbaren Risikopersonen ergänzt werden.

Niedrige Kosten, ein potentiell hoher Nutzen, die Notwendigkeit der Anpassung an den Klimawandel wie auch die Erkenntnis, dass Hitzestress nicht ausreichend als Ursache von Sterblichkeit im Bewusstsein der Bevölkerung verankert ist, begründen die Sinnhaftigkeit der Entwicklung von Hitzeaktionsplänen und das Ergreifen adäquater Maßnahmen zur Vermeidung von gesundheitlichen Folgeschäden bzw. vorzeitigen Todesfällen.



Anhang

Abkürzungsverzeichnis

ASS	Acetylsalicylsäure
AStV	Arbeitsstättenverordnung
BSchEG	Bauarbeiter-Schlechtwetterentschädigungsgesetz
BUAK	Bauarbeiter-Urlaubs- & Abfertigungskasse
BZ	Beobachtungszeitraum
CCCA	Climate Change Center Austria
COIN	Cost of Inaction
EEA	European Environment Agency
HK	Herz-Kreislaufkrankheiten
HKA	Herz-, Kreislauf- und Atemwegserkrankungen
HS	Hitzestress
HSPL	Hitzeschutzplan Steiermark
HWS	Hitzewarnsystem
IG-L	Immissionsschutzgesetz Luft 2010
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KGT	Kühlgradtage
KS	Kältestress
LBI	Luftbelastungsindex
LYL	Life-Years-Lost
ORS	Oral Rehydration Solution
PET	Physiologisch äquivalente Temperatur
PM	Particulate Matter
RCP	Representative Concentration Pathways
RIS	Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramts
RKI	Robert Koch Institut Berlin
SECO	Schweizerisches Staatssekretariat für Wirtschaft
SSRI	Selektive Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmer
THG	Treibhausgase
VOLY	Value-of-Life-Year-Konzept
ZNS	Zentralnervensystem

Zur besseren Lesbarkeit werden in diesem Dokument personenbezogene Bezeichnungen, welche sich zugleich auf Frauen und Männer beziehen, generell nur im generischen Maskulinum angeführt.



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: RCP-Szenarien und Temperaturänderungen, IPCC 2013	7
Abb. 2: Temperaturanstieg für den Zeitraum 2071 – 2100,	8
Abb. 3: Durchschnittliche Zahl der Tropentage 1971 – 2000.....	9
Abb. 4: Anzahl der Tropentage Graz und Bad Gleichenberg.....	9
Abb. 5: Kühlgradtage Steiermark	10
Abb. 6: Korrelation zwischen hohen Temperaturen und Todesfällen	11
Abb. 7: Zusammenhang von gefühlter Temperatur und Todesfällen.....	12
Abb. 8: Komforttemperaturbereich Steiermark	12
Abb. 9: Verlauf der Mortalitätsrate für Hitzewellen nach PET-Klassen	13
Abb. 10: Allgemeiner zeitlicher Verlauf der relativen Mortalitätsraten für die Steiermark	14
Abb. 11: Sensitivitätstrends in PET-Belastungsklassen – Steiermark.....	15
Abb. 12: Relative Mortalität nach Altersgruppen	16
Abb. 13: Relative Mortalität von Männern und Frauen bei thermischer Belastung.....	17
Abb. 14: Geglätteter Verlauf der Gesamtmortalität in Wien.....	17
Abb. 15: Mortalitätsraten einzelner Städte von 1990 – 2004 (ohne 2003)	18
Abb. 16: Mortalitätsraten einzelner Städte inklusive 2003	18
Abb. 17: Mittlere relative Mortalität für unterschiedliche Belastungsklassen	19
Abb. 18: Durchschnittliche Anzahl der Tage je Belastungsklasse	20
Abb. 19: Tages- und Nacht-temperaturen in urbanen und ländlichen Gegenden.....	21
Abb. 20: Häufigkeiten (Tage/Jahr) von nächtlichen Minimaltemperaturen.....	22
Abb. 21: Historische Entwicklung von nächtlichen Minimaltemperaturen	22
Abb. 22: Klimatopkarte Graz	23
Abb. 23: Mortalitätsrate, Temperatur und PM ₁₀ -Level, Hitzewelle Moskau 2010	24
Abb. 24: Zusammenhang zwischen Ozonkonzentration und Lufttemperatur.....	25



Abb. 25: Tage mit Überschreitung des Ozonzielwertes 2012	26
Abb. 26: Jahresgang der Ozon-konzentration Graz von 1998 bis 2001	26
Abb. 27: Ozon-Belastung in Österreich	27
Abb. 28: NO ₂ -Belastung an verschiedenen Messstationen.....	28
Abb. 29: Verursacher der Feinstaubbelastung Graz Süd.....	29
Abb. 30: Anzahl der Tage mit PM ₁₀ -Grenzwert-Überschreitung 2013	29
Abb. 31: Reduzierte Lebenserwartung in Monaten aufgrund von Feinstaub-Belastung.....	30
Abb. 32: PM _{2,5} Jahres-mittelwerte 2007 - 2013	31
Abb. 33: PM _{2,5} Jahresgang Graz	31
Abb. 34: Grenzwertüberschreitung Jahresmittelwert PM_{2,5}	32
Abb. 35: Ambient Air Pollution – Sterbefälle nach Krankheit	34
Abb. 36: Mortalitätsrate Moskau 2010: Anteile der Faktoren PM ₁₀ , Ozon und Temperatur	36
Abb. 37: Täglicher Luftgütebericht LUIS vom 27.04.2015.....	37
Abb. 38: Luftqualitätsindex ZAMG	38
Abb. 39: Luftqualität Graz	38
Abb. 40: Langzeit-Luftbelastungsindex steirischer Stationen, Quelle: LUIS 2013.....	40
Abb. 41: Schattenregel	41
Abb. 42: Internationale Farbcodes – UV-Index und Empfehlungen	42
Abb. 43: UV-Index für Graz.....	42
Abb. 44: Empfohlene Schutzmaßnahmen bei UV-Einstrahlung.....	44
Abb. 45: Beispiel für Regionalprognosen	54
Abb. 46: Durchschnittliche Zahl der Sommer und Tropentage, Klimaatlas Steiermark	65
Abb. 47: HSPL-Datenbank.....	69
Abb. 48: Beispiel Verständigung Email Warnstufe.....	70
Abb. 49: Beispiel Prognose zur Wärmebelastung in der Steiermark	70
Abb. 50: Entwicklung der Häufigkeit von Hitze und Kältewellen, Quelle	81



Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zuordnung von PET Bereichen	11
Tab. 2: PM _{2.5} Jahresmittelwerte Graz	33
Tab. 3: WHO-Richtwerte, EU-Grenzwerte und ESCAPE Studienergebnisse.....	34
Tab. 4: Stufenabgrenzungen und Empfehlungen zum LBI, in Anlehnung an den KBI Cercl'Air	39
Tab. 5: UV-Strahlung bei bewölktem Himmel.....	41
Tab. 6: Hauttypen und empfohlener Sonnenschutzfaktor.....	43
Tab. 7: Richtzeit für Sonnenexposition	44
Tab. 8: Temperaturbereiche nach AStV	45
Tab. 9: Verstärkung der UV-Strahlung durch Umweltfaktoren.....	47
Tab. 10: Beurteilungstabelle für Arbeit im Freien.....	50
Tab. 11: Anpassungskriterien zur Beurteilungstabelle.....	51
Tab. 12: Flüssigkeitsverlust und Abnahme der Leistungsfähigkeit beim Sport.....	60
Tab. 13: Durchschnittliche Kosten für Grünflächenerweiterung	78
Tab. 14: COIN – Klimawandel Ereignisräume und Mortalität	79
Tab. 15: Schäden Österreich ohne globale Rückwirkungen.....	79
Tab. 16: Nutzen der Hitzewarnsysteme in Deutschland	80



Quellenverzeichnis

Stand Mai 2015

Analitis A. et al., Effects of heat waves on mortality: effect modification and confounding by air pollutants, PubMed 2014 Jan 25(1):15-22, ncbi.nlm.nih.gov

Bundeskanzleramt Österreich, Rechtsinformationssystem – RIS, Übereinkommen zum Mutterschutz, Empfehlung 191- Punkt 6, ris.bka.gv.at

Dadvand P. et al., Maternal exposure to particulate air pollution and term birth weight, EHP doi: 10.1289/ehp.1205575, ehp.niehs.nih.gov

Diaz J. et al., Effects of extremely hot days on people older than 65 Years in Seville (Spain) from 1986 to 1997, International Journal of Biometeorology 2002, Vol. 46, Nr. 3 S. 145-149, www.springerlink.com

EEA-Report, Impacts of Europe's changing climate, eea.europa.eu

Fiedler J. et al., Freisetzung feiner und ultrafeiner Partikel aus Laserdruckern unter Realraumbedingungen, Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 3/2009, www.gefahrstoffe.de

Filleul L. et al., The Relation Between Temperature, Ozone, and Mortality in Nine French Cities during the Heat Wave of 2003, Environ Health Perspectives, Sep 2006, 114(9): 1344–1347, ncbi.nlm.nih.gov

Fischer E. M., Schär C.; Consistent geographical patterns of changes in high-impact European Heatwaves, Nature Geoscience, doi: 10.1038/NGEO866, 2010, iac.ethz.ch

Fischer P. H. et al., Air pollution related deaths during the Heatwave 2003 - Netherlands, Atmospheric Environment, Vol. 38 (8), March 2004, www.sciencedirect.com

FOUILLET A. et al., Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France, International Archives of Occupational and Environmental Health, Volume 80 – Number 1, 16-24, 2006, www.springerlink.com

Gabriel K.; Diss.: Gesundheitsrisiken durch Wärmebelastung in Ballungsräumen – eine Analyse von Hitzewellen-Ereignissen hinsichtlich der Mortalität im Raum Berlin-Brandenburg, Humboldt-Universität zu Berlin, edoc.hu-berlin.de

Gebbers J. O., Frei M.; Bericht über das Seminar A1 an der 6. Fortbildungstagung des KHM, Luzern Juni 2004, Schweizerisches Zeitschrift für Hausarztmedizin – PrimaryCare 2004 – 4, Nr. 29-30, S. 585-591 www.primarycare.ch



Grass D. and Cane M., The effects of weather and air pollution on cardiovascular and respiratory mortality in Santiago, Chile during winters of 1988 – 1996, Int. J. Climatol. 28, 1113 – 1126 (2008), onlinelibrary.wiley.com

Harlfinger O. et al., Bioklimatische Studie der Steiermark, Graz – Mai 2002, umwelt.steiermark.at

Heudorf U, Meyer C; Gesundheitliche Auswirkungen extremer Hitze – am Beispiel der Hitzewelle und der Mortalität in Frankfurt am Main im August 2003, Das Gesundheitswesen 67: 369-374 (2005), www.thieme-connect.com

Héroux M., Evidence on Health Effects in support of the review of the EU air quality policies: the WHO REVIHAAP and HRAPIE Projects, www.umweltbundesamt.at

IPCC, Climate Change 2014 - Fünfter Sachstandbericht, www.ipcc.ch

Ippoliti D. et al., The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT Project., Environ Health 2010, www.ehjournal.net

Ippoliti D. et al., Effects of heatwaves on mortality – effect modification and confounding by airpollutants, Epidemiology 2014 Jan, 25(1):15-22 (PubMed), ncbi.nlm.nih.gov

Kälin P., Kondo Oestreicher M., Pfluger T.; CURRICULUM, Schweiz Med Forum 2007- 7, Nr. 31-32, S. 644-648, medicalforum.ch

Koppe Christina, Gesundheitsrelevante Bewertung von thermischer Belastung unter Berücksichtigung der kurzfristigen Anpassung der Bevölkerung an die lokalen Witterungsverhältnisse, Dissertation Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg. 2005, freidok.uni-freiburg.de

Koppe Ch., Jendritzky G., Pfaff G.; Die Auswirkungen der Hitzewelle 2003 auf die Gesundheit, DWD Klimastatusbericht 2003, www.dwd.de

Kuttler Willhelm, Klimawandel im urbanen Bereich: Teil 1 – Wirkungen, Environmental Sciences Europe 2011, 23:11, enveurope.com

Markt W., Muthers S., Koch E., Matzarakis A., Klima beeinflusst Mortalität, Österreichische Ärztezeitung (2010), Wien, www.aerztezeitung.at

Muthers Stefan, Untersuchung des Zusammenhangs von thermischem Bio-Klima und Mortalität in Österreich auf der Grundlage von Messdaten und regionalen Klimamodellen, Universität Freiburg 2010, freidok.uni-freiburg.de

Orru H. et al., Impact of climate change on ozone-related mortality and morbidity in Europe, European Respiratory Journal 2013: 285-294, erj.ersjournals.com



Olsson D., Air pollution exposure in early pregnancy and adverse pregnancy outcomes, British Medical Journal Open 2013, doi: 10.1136/bmjopen-2012-001955, bmjopen.bmj.com

Panis Luc et al., Exposure to particulate matter in traffic: a comparison of cyclists and car passengers, Atmospheric Environment, Vol. 44, Issue 19, June 2010; www.sciencedirect.com

RKI, Klimawandel und Gesundheit – ein Sachstandsbericht, Robert Koch Institut Berlin 2010

Robine JM. et al., EU Community Action Program for Public Health: Report on excess mortality in Europe during summer 2003; ec.europa.eu

Ruidavets Jean-Bernard et al., Ozone Air Pollution is associated with acute Myocardial Infarction, American Heart Association, circ.ahajournals.org

Sartor F. et al., Mortality in the elderly and ambient ozone concentration during the hot summer, 1994, in Belgium; Environmental Research Feb. 1997, Vol. 72, <http://www.sciencedirect.com>

Shaposhnikov D. et al., Mortality Related to Air Pollution with the Moscow Heat Wave and Wildfire of 2010, Epidemiology. 2014 May; 25(3): 359–364, www.ncbi.nlm.nih.gov

Stedman J. et al.: The impact of the 2003 Heatwave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates, Eurosurveillance, Volume 10, Issue 7, 01 July 2005, www.eurosurveillance.org

Tao Tang et al., Untersuchungen zur genetischen Toxizität von Emissionen aus Laserdruckern in A549-Zellen im Vitrocell®-Transwell-Expositionssystem, Institut für Umweltmedizin – Universität Freiburg, www.uniklinik-freiburg.de

The ESCAPE Project, Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: prospective cohort study and meta-analysis in 11 European cohorts from the ESCAPE Project, British Medical Journal 2014, 348:f7412 doi, www.bmj.com

Tröltzsch J. et al., Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel, Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland, Ecologic Institut Berlin, www.umweltbundesamt.de



Weblinks:

Stand Mai 2015

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt: http://www.aushang.at/Prot/Infomat/Arbeiten_im_Freien.pdf

American Heart Association: <http://circ.ahajournals.org/content/111/5/563.abstract>

Ärztezeitung: <http://www.aerztezeitung.at/archiv/oeaez-2010/oeaez-10-25052010/originalarbeit-klima-beeinflusst-mortalitaet.html>

British Medical Journal, ESCAPE Project: <http://www.bmj.com/content/348/bmj.f7412>

BUAK: https://www.buak.at/servlet/ContentServer?pagename=BUAK/Page/Index&n=BUAK_3.4

Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem:

<http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003631>

Bundesministerium für Arbeit Soziales und Konsumentenschutz:

<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/9A9189E3-8396-4679-9227-12E722D79B9F/0/LeitfadenGefahrenrevaluierungfürnatürlicheoptischeStrahlung.pdf>

<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/9A9189E3-8396-4679-9227-12E722D79B9F/0/LeitfadenGefahrenrevaluierungfürnatürlicheoptischeStrahlung.pdf>

Caritas Steiermark, Mobile Dienste: <http://www.caritas-steiermark.at/hilfe-einrichtungen/fuer-seniorinnen/betreuung-zuhause/mobile-dienste-fuer-aeltere-menschen/>

CCCA, Climate Change Center Austria:

<http://www.ccca.ac.at/nc/de/news/news-detail/article/coin-cost-of-inaction-projekt-abgeschlossen/>
http://coin.ccca.at/sites/coin.ccca.at/files/7_cityurban_final_v14_15012015.pdf

Cercl'Air - Schweizerische Gesellschaft der Lufthygienefachleute: <http://cerclair.ch/empfehlungen>

Department for Environment, Food & Rural Affairs: http://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat12/0405261522_7_targa.pdf

Deutschsprachige Gemeinschaft Belgien:

http://www.dglive.be/PortalData/2/Resources/downloads/gesundheit/plan_HOP_DE.pdf

Dokumentenserver der Humboldt-Universität zu Berlin:

http://www.dglive.be/PortalData/2/Resources/downloads/gesundheit/plan_HOP_DE.pdf

http://www.dglive.be/PortalData/2/Resources/downloads/gesundheit/plan_HOP_DE.pdf

Dokumentenserver Universität Freiburg: <https://www.freidok.uni-freiburg.de/data/1802/>

EEA: http://www.eea.europa.eu/publications/climate_report_2_2004

Eidgenössische Kommission für Lufthygiene: http://www.ekl.admin.ch/fileadmin/ekl-dateien/dokumentation/Sommersmog_D_2011-07-18.pdf

Environmental Health: <http://www.ehjournal.net/content/9/1/37>

ETH Zürich: http://www.iac.ethz.ch/people/fischeer/fischer_schaer_2010.pdf

European Respiratory Journal: <http://erj.ersjournals.com/content/41/2/285.long>

European Environment Agency: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/number-of-reported-deaths-and-minimum-and-maximum-temperature-in-paris-during-the-heatwave-in-summer-2003/fancybox.html>

Geoportal der Stadt Graz: http://www.geoportal.graz.at/cms/dokumente/10223258_5414865/69720572/Stadtklima_KLIMATOPKARTE.pdf

Hamburger Bildungsserver: <http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/RCP-Szenarien>

Hilfswerk Steiermark: <http://steiermark.hilfswerk.at/>



IFW – Universität Kiel: <https://www.ifw-members.ifw-kiel.de/publications/2kosten-des-klimawandels-die-wirkung-steigender-temperaturen-auf-gesundheit-und-leistungsfahigkeit/Kosten%20des%20Klimawandels%20WWF%20ifw.pdf>

IOPScience: <http://iopscience.iop.org/1748-9326/10/2/024005/>

Klimawandelanpassung Österreich: http://www.klimawandelanpassung.at/fileadmin/inhalte/kwa/bilder/Newsletter10/A4-quer_Cctalk_Broschure_A5_KindergaertnerInnen.pdf

Land Steiermark, A8 – Hitzeschutzplan: <http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/ziel/74834789/DE/>

Land Steiermark, Soziales – Verzeichnis: <http://www.soziales.steiermark.at/cms/ziel/10024850/DE/>

Land Steiermark, Statistik, <http://www.statistik.steiermark.at/cms/beitrag/11682476/103034960/>

Land Steiermark, Umweltbildungszentrum: http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/304/Unser_Lebensmittel_Luft.pdf

Land Steiermark, A15 Umweltinformation – LUFT:

http://app.luis.steiermark.at/berichte/Download/Jahresberichte/Jahresbericht_2013_C.pdf

<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/11023498/19222537/>

<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/2277576/DE/>

<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/11921526/19221910/>

<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/10469589/12682810/>

<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/10703612/16178332/>

<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/18155635/DE/>

http://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/11678675_75236689/0a848902/KWF-Szenarien-Report%20NEU.pdf

http://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/11678675_75236689/f804bf83/KWF-Factsheets%20Bezirke.pdf

http://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/10741538_16178332/a2673d5b/9_BIOKLIMA%20-%20Vers_2.0.pdf

Lebensministerium:

<http://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/uv-strahlung/UV-Faktoren.html>

<http://www.bmlfuw.gv.at/dms/mat/umwelt/klimaschutz/kyoto->

[prozess/wissenschaftliche_grundlagen/ipccbericht2014/Jacob_Klimawandel-in-Europa_IPCC-28-04-2014/Jacob_Klimawandel%20in%20Europa_IPCC%2028-04-2014.pdf](http://www.bmlfuw.gv.at/dms/mat/umwelt/klimaschutz/kyoto-prozess/wissenschaftliche_grundlagen/ipccbericht2014/Jacob_Klimawandel-in-Europa_IPCC-28-04-2014/Jacob_Klimawandel%20in%20Europa_IPCC%2028-04-2014.pdf)

http://www.bmlfuw.gv.at/dms/lmat/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/anpassungsstrategie/Anpassungsstrategie/VulnerabilitaetsberichtII-Dez2010.pdf

Medizinische Universität Innsbruck: <http://uv-index.at/>

Medizinische Universität Wien: http://www.meduniwien.ac.at/homepage/3/news-und-topstories/?fsize=0&tx_ttnews%5Btt_news%5D=1707&cHash=ed0c076ce7

National Center for Biotechnology Information:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PMC/articles/PMC1570046>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PMC/articles/PMC3984022/> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24162013>

Nature Geoscience: <http://www.nature.com/ngeo/journal/v3/n6/abs/ngeo866.html>

Öffentliches Gesundheitsportal Österreichs:

https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/wie_uv-strahlen_wirken1.html

<https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/hauttypen.html>

<https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/radfahren-risikobilanz.html>

Ozon-Info Schweiz: <http://www.ozon-info.ch/index.php?id=33>



Primary Care, Schweizerische Zeitschrift für Hausarztmedizin:

<http://www.primary-care.ch/docs/primarycare/archiv/defr/2004/2004-29/2004-29-273.PDF>

Rotes Kreuz Steiermark: <http://www.rotekreuz.at/stmk/pflege-betreuung/mobile-pflege-betreuung/>

Schweiz Med Forum: <http://medicalforum.ch/docs/smf/archiv/de/2007/2007-31/2007-31-185.pdf>

Schweizer Unfallversicherungsanstalt: <http://www.suva.ch/factsheet-sommersmog-ozon.pdf>

Science Daily, Science News: <http://www.sciencedaily.com/releases/2010/06/100611145451.htm>

Science Direct, Journal of Atmospheric Environment:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231003010197>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231010003225>

Sozialmedizinischer Pflegedienst und Hauskrankenpflege: <http://www.smp-hkp.at/>

Sozialministerium Freiwilligenweb:

http://www.freiwilligenweb.at/index.php?id=CH0530&organisation=&bundesland=Steiermark&thema%5B%5D=19&form_submit=Suche+starten

Springer Link:

<http://link.springer.com/article/10.1007/s00484-002-0129-z>

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00420-006-0089-4>

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO:

<http://www.seco.admin.ch/dokumentation/publikation/00009/00027/02113/?lang=de>

StartClim, StartClim 2005: http://www.austroclim.at/fileadmin/user_upload/reports/StCl05gesamt.pdf

StartClim, StartClim 2008 A: http://www.austroclim.at/fileadmin/user_upload/reports/StCl08A.pdf

Thieme Verlag: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2004-813924>

Umweltbildungszentrum Steiermark:

http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/304/Unser_Lebensmittel_Luft.pdf

Umweltweltbundesamt Deutschland:

http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umwelt_und_gesundheit_03_2015_evaluation_von_informationssystemen_band_1_0.pdf

Umweltbundesamt Österreich:

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/klima/klimawandel/klimaszenarien/>

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/luftguete_aktuell/grenzwerte/

http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/luft/luftguete_aktuell/ozonbericht/?&wai=1

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/luftschaedstoffe/staub/PM10/>

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/luftschaedstoffe/staub/PM25/>

<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0283.pdf>

http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/luft/Heroux_Workshop_Gesunde_Luft_131107.pdf

Universität Freiburg: <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7920/>

Universität Innsbruck: <http://uv-index.at/>

International Association for Urban Climate:

http://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/BIOMET7_Muther_Matzarakis_Koch_1_229_234.pdf

US Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/heatisland/about/index.htm>

Verkehrsclub Österreich:

<http://www.vcoe.at/de/publikationen/vcoe-factsheets/details/items/ultra-feinstaub-macht-krank>

<http://www.vcoe.at/de/publikationen/vcoe-factsheets/details/items/belastung-durch-stickoxide-ist-in-oesterreich-zu-hoch>

steirischer Hitzeschutzplan



Volkshilfe Steiermark: http://www.stmk.volkshilfe.at/Fachbereich_Sozialzentren



WHO:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>

<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Climate-change/publications/pre-2009/heathealth-action-plans>

http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78647/E91843.pdf

http://www.who.int/uv/intersunprogramme/activities/uv_index/en/

<http://www.euro.who.int/en/countries/the-former-yugoslav-republic-of-macedonia/publications3/heat-health-action-plan-to-prevent-the-heat-wave-consequences-on-the-health-of-the-population-in-the-former-yugoslav-republic-of-macedonia>

<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications>

[http://www.euro.who.int/de/media-centre/sections/press-releases/2015/air-pollution-costs-european-economies-us\\$-1.6-trillion-a-year-in-diseases-and-deaths,-new-who-study-says](http://www.euro.who.int/de/media-centre/sections/press-releases/2015/air-pollution-costs-european-economies-us$-1.6-trillion-a-year-in-diseases-and-deaths,-new-who-study-says)

http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/276957/PR_Economics-Annex_de.pdf?ua=1

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: <http://www.zamg.ac.at/cms/>

[de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/europa/extremereignisse](http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/europa/extremereignisse)

Zentrum der Gesundheit: <http://www.zentrum-der-gesundheit.de/hautkrebs-antibiotika-ia.html>