

2 Klimawandel und Auswirkungen

Der Klimawandel ist bereits heute Realität. Während weltweit die Jahresmitteltemperatur im Zeitraum von 1880 bis 2012 um 0,85 °C gestiegen ist, wurde in Österreich im selben Zeitraum ein Anstieg um 2°C verzeichnet². Schon jetzt sind mehr Hitzewellen und höhere Temperaturen an Hitzetagen bemerkbar. Das war zuletzt in den Jahren 2003 und 2015 auch in Österreich deutlich mess- und spürbar.

Die gesundheitlichen Auswirkungen starker Hitzebelastungen können von körperlicher und geistiger Leistungseinschränkung über Verschlechterung bestehender chronischer Erkrankungen bis zu akuten Hitzeerkrankungen reichen. Zusätzlich kann der Klimawandel u.a. auch zu einer vermehrten Belastung für Allergiker durch eine Verlängerung der Pollenflugsaigon und zur Ausbreitung von neuen Krankheitsüberträgern und Infektionskrankheiten führen.

Um dieser Herausforderung zu begegnen gibt es seit 2012 eine „Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“, die 2017 aktualisiert wurde. Die Zielsetzung dieser Strategie im Aktivitätsfeld Gesundheit ist die Bewältigung und Vermeidung von direkten (z. B. durch Hitzewellen) und indirekten (z. B. durch Ausbreitung allergener Pflanzen und Tiere) klimawandelbedingten Gesundheitseffekten durch geeignete Maßnahmen im Bedarfsfall sowie das frühzeitige Setzen von Vorsorgemaßnahmen³.

2.1 Internationale Situation

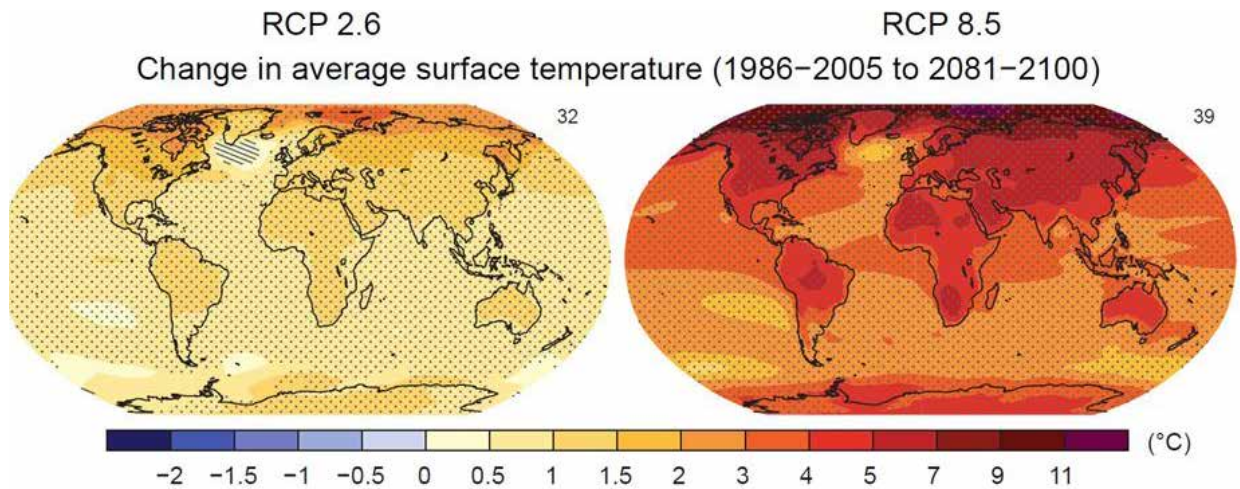
Berechnungen anhand von Klimamodellen zeigen, dass weltweit ein Anstieg der Durchschnittstemperatur zu erwarten ist. Als Hauptursache gilt der Ausstoß von anthropogenen Treibhausgasen. Das Ausmaß der prognostizierten Erderwärmung variiert je nach zugrunde gelegtem Szenario.

Im fünften Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Changes (IPPC)^a 2014 wurde der weitere Anstieg der Durchschnittstemperatur in Abhängigkeit von der angenommenen Größe der Weltbevölkerung, der Wirtschaftsaktivität, dem Lebensstil, der Energiegewinnung und -nutzung (und dem damit verbundenen Ausstoß von Treibhausgasen), sowie der Landnutzung und Klimapolitik dargestellt. Je nach Szenario ergeben sich unterschiedliche Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways RCP), die zu einer unterschiedlichen Erhöhung der Erwärmung der Erdoberfläche führen².

Die weltweite Temperaturentwicklung im Idealfall (RCP 2.6 – strikte Reduktion der Treibhausgase und im Worst-Case-Szenario (RCP 8.5 – sehr hohe Emission von Treibhausgasen) zeigt Abbildung 1.

^a Das IPCC wurde vom United Nations Environment Programme (UNEP) und der World Meteorological Organization (WMO) 1988 unter Befürwortung der Generalversammlung der Vereinten Nationen eingerichtet. Das IPCC gilt als führende zwischenstaatliche Körperschaft zur Bewertung des Klimawandels.

Abbildung 1: Entwicklung der mittleren Temperatur auf der Erdoberfläche (im Idealfall: Szenario RCP 2.6 und Worst-Case: Szenario RCP 8.5)



Quelle: Figure SPM.7 (a) from Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Meyer, L. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland⁴

Die WHO empfiehlt daher, um negative Auswirkungen der erhöhten Hitzebelastung zu verhindern, ein Bündel an Maßnahmen. Diese reichen von Hitzewarnungen über die Gesundheitsberatung für die Bevölkerung bis zur Vorbereitung des medizinischen und sozialen Systems auf diese Situation. Als Anleitung wurde seitens des Europabüros der WHO die Leitlinie „Heat-Health Action Plans“⁵ erstellt, die aus dem von der EU Kommission kofinanzierten EuroHEAT-Projekt entstanden ist.

2.2. Situation in Wien

Die Jahresmitteltemperatur lag in Wien im Zeitraum 1971-2000 bei 10,2 °C.

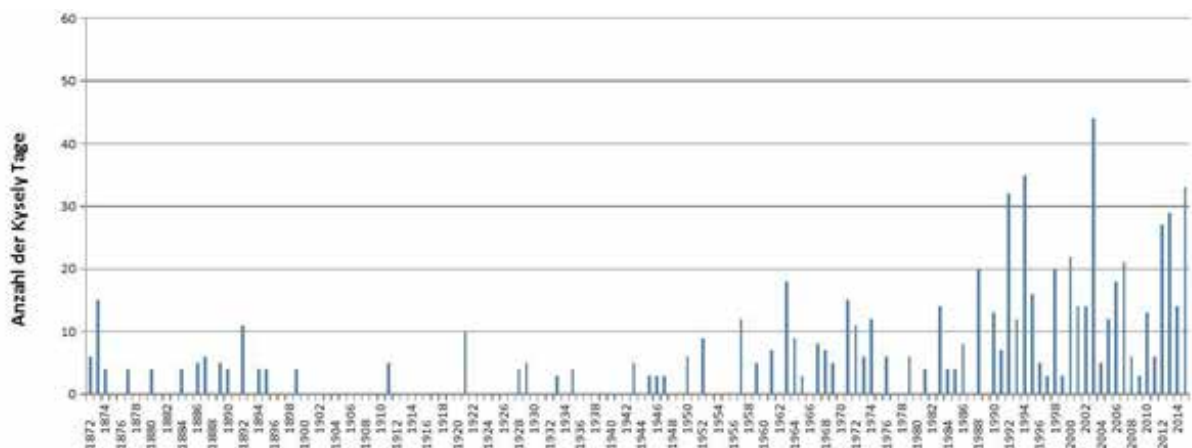
Im Rahmen des Projekts „ÖKS15“ wurden Klimaszenarien für die Bundesländer erstellt, welche Aussagen über die regionale Entwicklung des Klimas in der Zukunft erlauben⁶. Die darauf aufbauenden leicht verständlichen Factsheets der „Lernwerkstatt Klimawandelanpassung“ enthalten wesentliche Aussagen, wie z.B., dass die durchschnittliche Jahrestemperatur bis 2050 um weitere +1,2 bis +1,5 °C ansteigen wird. Bis Ende des Jahrhunderts kann die mittlere Temperatur in Wien sogar um +3,8 °C zunehmen, wenn global auch weiterhin ungebremst Treibhausgase emittiert werden. Nur durch einen massiven Rückgang der Treibhausgasemissionen kann die Temperaturzunahme bis zum Jahr 2100 auf +2,2 °C begrenzt werden⁷.

Hitzewellen mit einer Serie von Tageshöchsttemperaturen um und über 30°C sind in Österreich in den letzten Jahrzehnten bereits deutlich häufiger geworden.

Eine sehr gute Methode, um Hitzewellen zu beschreiben, stammt vom tschechischen Meteorologen Jan Kysely. Er definiert vereinfacht eine Hitzewelle als eine Serie von zumindest drei aufeinanderfolgenden Tagen mit Temperaturen über 30°C, die höchstens kurz von einem Tag zwischen 25°C und 30°C unterbrochen wird, wobei die mittlere Maximaltemperatur in der Periode größer 30°C ist. Jeden Tag einer solchen Hitzewelle bezeichnet man als „Kysely-Tag“.

In Wien kam es seit den 1990er-Jahren nahezu jedes Jahr zu solchen Hitzewellen⁸, wie Abbildung 2 mit zunehmender Anzahl an Kysely-Tagen veranschaulicht.

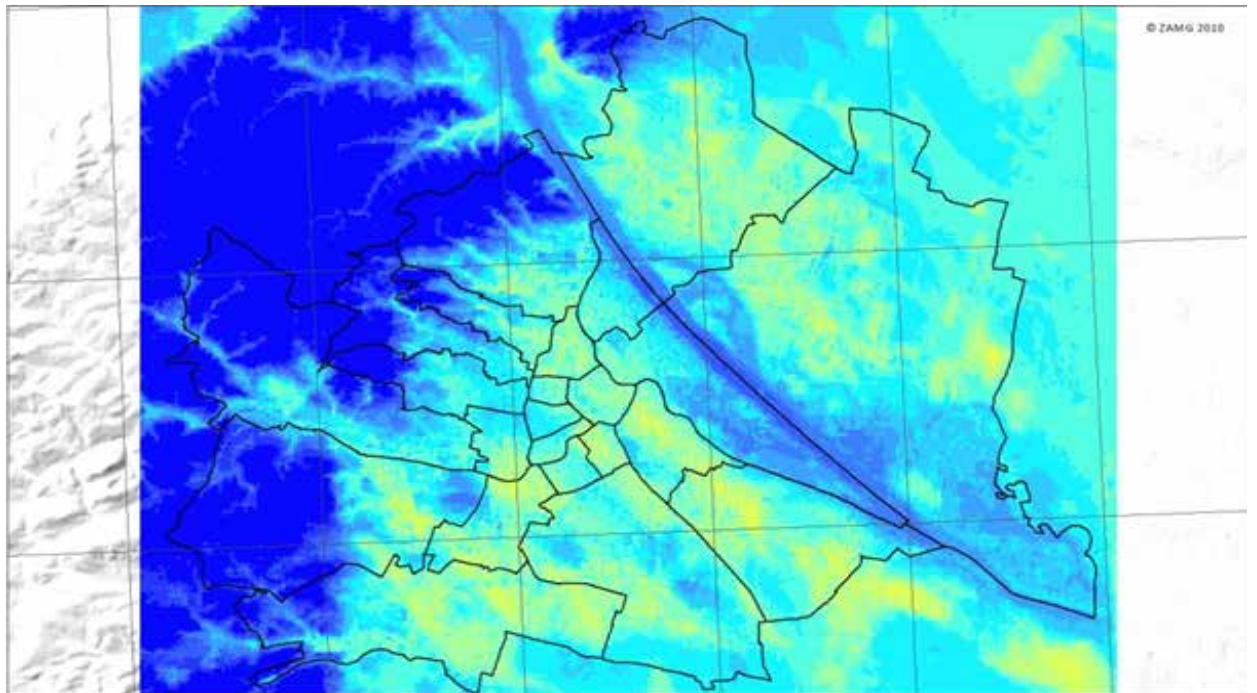
Abbildung 2: Hitzewellen-Tage nach Kysely/Jahr Wien Hohe Warte (1872-2015)



Quelle: ZAMG (2015) Hitzewellen: 2015 eines der extremsten Jahre der Messgeschichte⁴

Betrachtet man die Sommertage mit > 25°C, so zeigen die Prognosen der ZAMG⁹ für Wien bis 2100 (Abbildungen 3 und 4) analog zum internationalen Trend auch hier eine deutliche Zunahme, wobei sich regionale Unterschiede zeigen.

Abbildung 3: Referenzsimulation: Sommertage pro Jahr in Wien 1971–2000



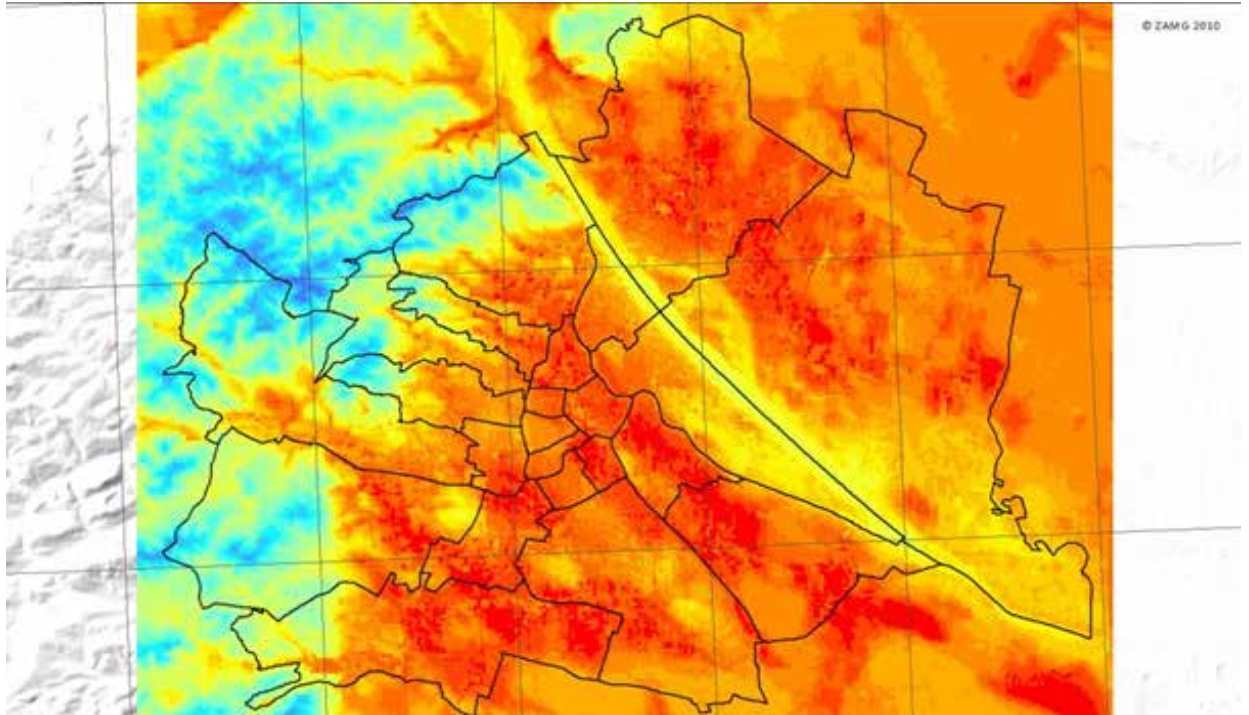
MUKLIMO Szenario UBA-BFG_MPI-MET_REMO_ECHAM5_C20

T_{max} ≥ 25°C



Quelle: ZAMG Stadtklima Zukunft⁹

Abbildung 4: Simulation A1B-Szenario^b: Sommertage pro Jahr in Wien 2071–2100



Quelle: ZAMG Stadtklima Zukunft⁹

Bisher verzeichnete Wien durchschnittlich 4,8 Tage dauernde Hitzeperioden im Jahr. Gemäß ÖKS15-Klimaszenarien für Wien werden es in naher Zukunft ca. 10 Tage sein, in ferner Zukunft sogar zwischen 15 bzw. 28 Tagen in Abhängigkeit von den globalen Treibhausgasemissionen¹⁰.

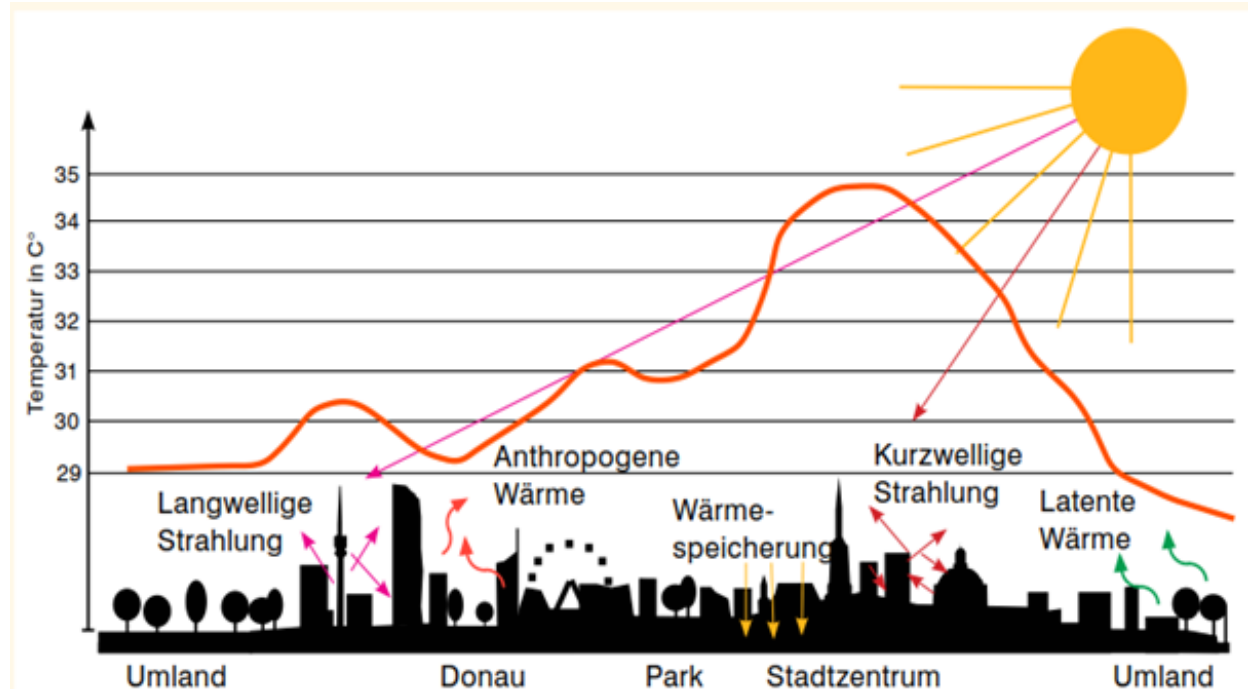
Aus den Daten der schon erwähnten ÖKS 15-Klimaszenarien wurden auch regionale Klimakarten im Rahmen des Projekts „CLIMA-MAP“ erstellt. Diese Klimakarten liefern detaillierte Informationen zu Klimafolgen, wie beispielsweise Hitzetage oder Tropennächte¹¹.

^b Im Emissions-Szenario A1B werden alle technologischen Möglichkeiten zur Energiegewinnung gleichberechtigt eingesetzt

2.2.1 „Urban Heat Islands“ (Wärmeinselleffekt)

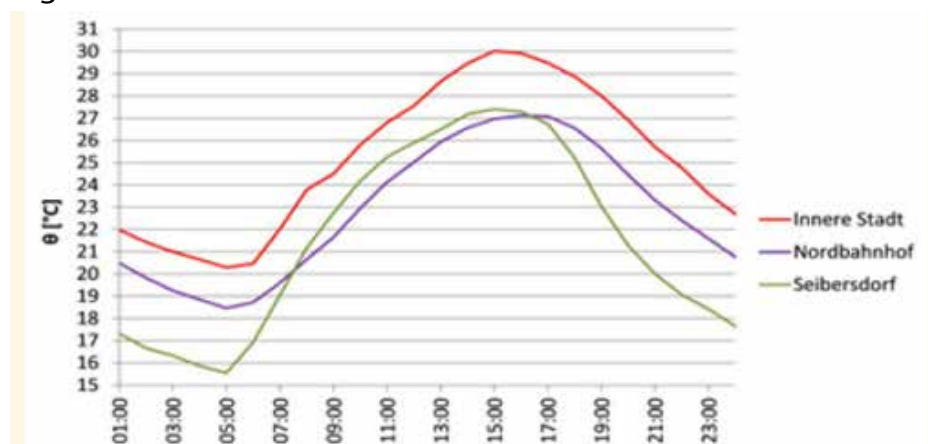
Wie aus den obigen Abbildungen bereits ersichtlich ist, gibt es deutliche Unterschiede zwischen städtischem Ballungsraum und Randzonen. Dicht über- und verbaute Stadtkerngebiete mit geringen Grünanteilen heizen sich im Sommer viel stärker auf (erhöhtes Energiebudget) als das Umland – man spricht von sogenannten „Urban Heat Islands (UHI, Wärmeinsel)“ (siehe untenstehende Abbildungen 5, 6 und 7, die im UHI Strategieplan Wien¹² enthalten sind).

Abbildung 5: Das Energiebudget von Siedlungsgebieten und der UHI-Effekt



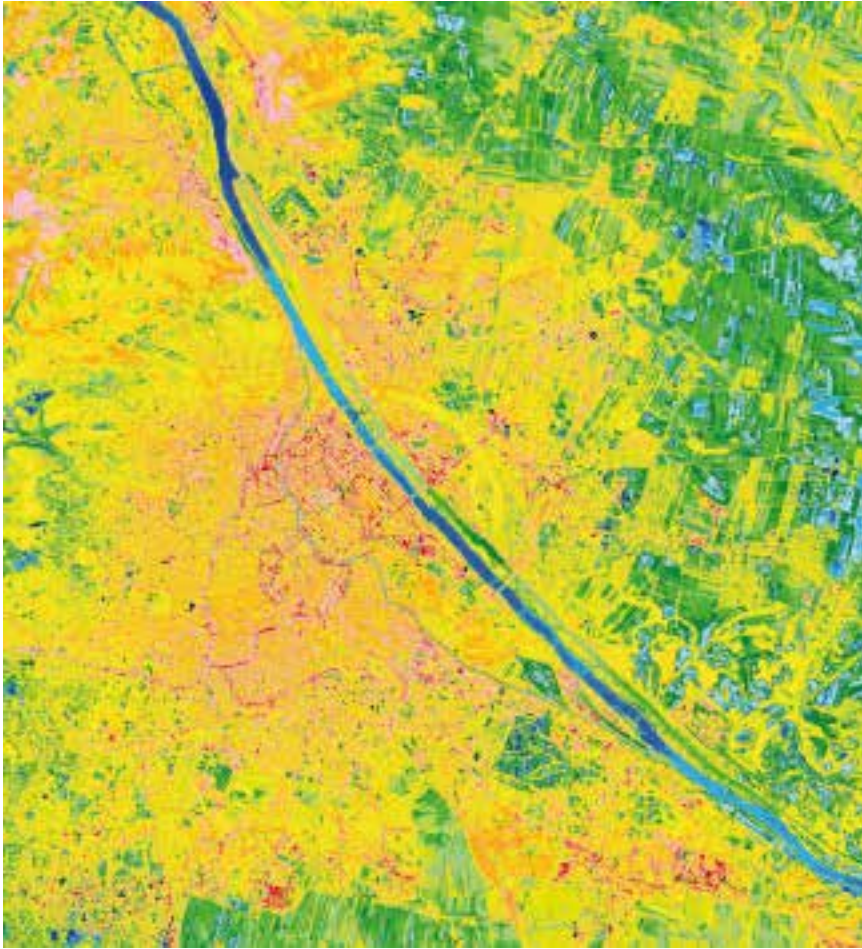
Quelle: MA 22¹², verändert nach U.S. Environmental Protection Agency (EPA 2008)

Abbildung 6: Durchschnittliche stündliche Temperaturverteilung an einem Referenztag im Sommer 2012



Quelle: Mahdavi, A., Kiesel, K., Vuckovic, M. 2015. TU Wien. Siehe: Urban Heat Islands - Strategieplan Wien, Kapitel 1: Einleitung - UHI in Wien, Wiener Umweltschutzabteilung - Magistratsabteilung 22

Abbildung 7: Abendliches Thermalbild der Stadt Wien und des Umlands



Quelle: MA 22 (2002)¹²

In dicht bebauten Stadtkerngebieten mit geringen Grünanteilen sinkt die Temperatur auch während der Nacht deutlich weniger ab als im Umland. Versiegelte dunkle Oberflächen führen zu einer starken Wärmeabsorption. Die Hitze wird während der Nachtstunden abgegeben und verhindert so eine Abkühlung.

2.3 Thermische Belastung und epidemiologische Daten

Bei der Belastung durch die Hitze spielen zusätzlich zur gemessenen Lufttemperatur auch noch folgende Faktoren eine Rolle:

- der Dampfdruck (bei hoher Luftfeuchtigkeit ist der Anteil des Wasserdampfs hoch und hoher Wasserdampfdruck in der Luft erschwert und verringert die Verdunstung von Schweiß),
- die Windgeschwindigkeit (Luftbewegung fördert die Verdunstung des Schweißes),
- die direkte Sonneneinstrahlung.

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren ergibt sich die physiologisch äquivalente Temperatur (PET). Sie ist definiert als die Temperatur, die dem thermischen Empfinden eines Menschen bei leichter Tätigkeit (metabolische Rate 80 W) in einem Innenraum mit einer Luftbewegung von 0,1 m/s, einem Wasserdampfdruck von 12 hPa (entspricht einer Luftfeuchtigkeit von 50% bei 20°C) und einer typischen leichten Bekleidung entspricht.

Abbildung 8: Zuordnung der PET-Bereiche für die thermophysiologische Belastung von Menschen in Mitteleuropa

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

Quelle: Mayer, H., & Matzarakis, A. (1997). The urban heat island seen from the angle of human-biometeorology. In T. Ichinose (Editor) Proceedings International Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island, Fujisawa, November 19-20, 1997 (Pg 84-95)¹³

Die „gefühlte Temperatur“, die für die Hitzewarnungen von der ZAMG herangezogen wird, wird ebenso wie die PET mittels eines Wärmehaushaltsmodells des Menschen berechnet. Das sogenannte „Klima-Michel-Modell“ verknüpft das Wetter (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung) mit dem Energieumsatz einer Standardperson, dem „Klima-Michel“ (männlich, 35 Jahre alt, 175 cm groß und 75 kg schwer) beim Gehen mit konstanter Geschwindigkeit von 4 km/h, wobei dieser seine Bekleidung zwischen leichter Sommer- und dicker Winterbekleidung so anpasst, dass er Behaglichkeit empfindet. Gefühlte Temperaturen bis zu ungefähr 20°C werden als behaglich empfunden, deutlich darüber und darunter fühlt sich der Klima-Michel nicht mehr wohl.

Für die Hitzewarnungen der Wiener Landessanitätsdirektion wird die „gefühlte“ Temperatur herangezogen, die das gesamte Wettergeschehen berücksichtigt und damit die Hitzeempfindlichkeit bestimmter Personen- oder Patientengruppen besser abbildet als die Tagesmaximaltemperatur.

Von einer Hitzewelle mit starker Belastung wird im Rahmen dieses Leitfadens gesprochen, wenn die mittlere gefühlte Tagesmaximaltemperatur an mindestens drei aufeinanderfolgenden Tagen über 35°C liegt, ohne dass es zu einer nächtlichen Abkühlung unter 20°C (gemessene Temperatur) kommt. Wenn erwartet wird, dass dieser Schwellenwert überschritten wird, erfolgen in Kooperation mit der ZAMG Hitzewarnungen.

Epidemiologische retrospektive Analysen zeigen, dass es bei älteren Personen über 65 Jahren durch Hitzebelastungen in Wien zwischen 1998 und 2004 zu einer erhöhten Mortalität gekommen ist. Durchschnittlich 4 zusätzliche Todesfälle pro Kysely-Tag wurden von Hutter et al.¹⁴ für Wien errechnet. Dies bedeutet eine Erhöhung der Gesamtmortalität um 13 % an Hitzewellentagen (entsprechend einem relativen Mortalitätsrisiko von 1,13 [95% Konfidenzintervall 1.09-1.17]).

Im Rahmen der Studie „Die Auswirkungen des Klimawandels: Eine ökonomische Bewertung (COIN Wien)“, wurde nicht nur der monetär zu erwartende Schaden durch den Klimawandel sondern auch die hitzebedingte Mortalität in Wien untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Bezirke, wo städtische Hitzeinseln auftreten und gleichzeitig ein hoher Anteil älterer Personen lebt, besonders stark betroffen sein werden¹⁵.