



# Klimawandel

Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft  
Urbane Räume

## Auswirkungen des Klimawandels auf den Temperaturkomfort in Österreichs Städten

Wolfgang Loibl<sup>a</sup>, Tanja Tötzer<sup>a</sup>, Mario Köstl<sup>a</sup>, Stefan Nabernegg<sup>b</sup>, Karl W. Steininger<sup>b</sup>, Matthias Themeßl<sup>c</sup>, Angelika Wolf<sup>c</sup>, Michael Kriechbaum<sup>c</sup>, Michael Pech<sup>c</sup>

a Austrian Institute of Technology | b Karl-Franzens Universität Graz | c CCCA Servicezentrum

Das Projekt COIN evaluiert die Auswirkungen des Klimawandels auf das temperaturbedingte Wohlbefinden in Österreichs Städten und bewertet diese Auswirkungen auch monetär.

Hauptergebnisse

- Unter der Berücksichtigung von drei Klimaszenarien (geringer, moderater, starker Klimawandel) werden in Österreichs Städten in Zukunft vermehrt sogenannte Hitzeinseln entstehen, welche sich unter anderem negativ auf das Wohlbefinden der Stadtbewohner auswirken können.
- Die monetäre Bewertung der vielfältigsten Auswirkungen dieser Hitzeinseln erfolgt aufgrund deren Komplexität nicht direkt (so wie in allen anderen Bereichen im Projekt COIN), sondern auf indirektem Weg. Es werden hierfür jene Kosten herangezogen, die aufgewendet werden müssten, um ein verstärktes Auftreten von Hitzeinseln zu vermeiden (Präventivkostenansatz).
- Unter der Annahme eines moderaten Klimawandels würde eine Kompensierung des Temperaturanstiegs durch die Errichtung von zusätzlichen städtischen Grünanlagen in der Periode von 2011 bis 2030 (2031 bis 2050) durchschnittlich € 127 Millionen (Mio.) (€ 107 Mio.) pro Jahr kosten. Rund zwei Drittel dieser Kosten wären jedoch nicht dem Klimawandel selbst geschuldet, sondern der schlechteren Durchlüftung durch das Städtewachstum.
- Die österreichischen Städte sind unterschiedlich stark betroffen – die absolut höchsten Kosten unter den Landeshauptstädten werden für die Stadt Wien, die niedrigsten für die Städte Innsbruck und Klagenfurt erwartet.

Aufgrund der wärmespeichernden Eigenschaften von bebauten Flächen und schlechten Durchlüftungsbedingungen sind die Temperaturen in urbanen Räumen grundsätzlich höher als in ländlichen Gebieten. Vor allem während Hitzeperioden entstehen dadurch oftmals regelrechte Hitzeinseln, in denen die Temperatur überdurchschnittlich stark steigt. Ein klimawandelbedingter Temperaturanstieg würde das Ausmaß solcher Hitzeinseln signifikant vergrößern.

Die negativen Auswirkungen von Hitzeinseln sind vielfältig. So können extrem hohe Temperaturen zu vermehrten gesundheitlichen Beschwerden der Stadtbevölkerung (z. B. Herzprobleme, Atemstörungen), zu Einbußen des städtischen Sommertourismus sowie zu hitzebedingten Schäden

Das interdisziplinäre Projekt COIN (Cost of Inaction - Assessing Costs of Climate Change for Austria) evaluiert die ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels für Österreich. Dazu werden in 12 Schlüsselsektoren sektorintern und -übergreifend mittels Szenarien mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen in Kombination mit sozio-ökonomischen Änderungen analysiert. Im Projekt COIN geht das Hauptszenario für den Zeithorizont 2050 von einer Erwärmung innerhalb der 2 Grad Grenze aus. Diese Annahme setzt eine stärkere als die derzeit beobachtbare Klimapolitik voraus. Die hier vorgestellten Analysen zeigen nur jenen Ausschnitt aller möglichen Auswirkungen, der bereits quantifizierbar ist, und berücksichtigen bereits Anpassungen des Einzelnen.

Projekt Info-box

an der Verkehrsinfrastruktur führen. Generell würden vermehrte Hitzeperioden in urbanen Räumen einen geringeren Temperaturkomfort für die Einwohner und somit einen Rückgang des Wohlbefindens bedingen.

### Was wurde untersucht?

Die vorliegende Studie untersucht den durch zunehmende Hitze verursachten Rückgang des Temperaturkomforts in österreichischen Ballungsräumen. Um die diesbezüglich zu erwartenden Auswirkungen monetär bewerten zu können, wurde ein Präventivkostenansatz gewählt. Ausgehend von der Tatsache, dass Grünanlagen kühlend auf das Stadtklima wirken<sup>1</sup>, wurde berechnet, wie viel zusätzliche Grünflächen in den sechs größten österreichischen Städten hypothetisch zukünftig benötigt werden würden, um bei geänderten Klimabedingungen den Temperaturkomfort auf gegenwärtigem Niveau zu halten. Diese benötigte Erweiterung der Grünflächen wurde monetär bewertet. Die Wahl eines solchen Ansatzes bedeutet weder, dass diese eine Anpassungsoption die bestmögliche ist, noch dass die tatsächlich auftretenden Schäden (wenn diese Maßnahme nicht durchgeführt wird) nicht deutlich anders (vor allem auch größer) sein werden. Insbesondere bleiben gesundheitliche Auswirkungen, infrastrukturelle Schäden sowie Konsequenzen für den Tourismus unbeachtet. Die ermittelten Kosten geben aber zumindest einen ersten Anhaltspunkt.

<sup>1</sup> Laut Untersuchungen sind Parkanlagen um 3 bis 6 Grad Celsius kühler als angrenzende verbaute Flächen (e. g. Gill et al. 2007, Oliveira et al. 2011, Loibl et al. 2014)

## Welche Auswirkungen sind zu erwarten?

Ausgehend von einem moderaten Klimawandel<sup>2</sup> und mittleren sozio-ökonomischen Entwicklungen<sup>3</sup> zeigen die Ergebnisse, dass zwischen 2011 und 2030 insgesamt für die 6 betrachteten Städte zusätzliche 195 Hektar Parkanlagen sowie 4.300 neu gepflanzte Bäume hypothetisch benötigt würden, um den derzeitigen städtischen Temperaturkomfort zu erhalten. Für die Periode von 2031 bis 2050 würden 143 zusätzliche Hektar Parkanlagen und 4.500 neu gepflanzte Bäume benötigt. Rund zwei Drittel der Parkanlagen und neu zu pflanzender Bäume sind jedoch nicht dem Klimawandel geschuldet, sondern der durch das zu erwartende Wachstum der dicht verbauten städtischen Gebiete schlechteren Durchlüftung.

Die hypothetisch für die zusätzlichen Grünanlagen benötigten Investitionskosten liegen in der Periode von 2011 bis 2030 bei durchschnittlich € 120 Mio. pro Jahr sowie bei € 94 Mio. pro Jahr in der Periode von 2031 bis 2050. Rechnet man die Erhaltungskosten der zusätzlichen Parkanlagen dazu erhöhen sich die Kosten in der Periode von 2011 bis 2030 (2031 bis 2050) auf € 127 Mio. (€ 107 Mio.) pro Jahr. Die geringeren Kosten der späteren Analyseperiode entstehen auf Grund des im Vergleich zur ersten Periode angenommenen dann geringeren Städtewachstums.

## Gibt es regionale Unterschiede in Österreich?

Die Untersuchungen zeigen, dass Österreichs Städte unterschiedlich stark betroffen sein werden. Während Innsbruck und Klagenfurt bis zum Jahr 2050 mit gesamten hypothetischen Investitionskosten von weniger als € 100 Mio. rechnen müssen, würden für Linz, Salzburg und Graz in etwa doppelt so viel an Investitionskosten benötigt. Mit knapp € 4 Milliarden (Mrd.) würden für Wien die bei Weitem höchsten Kosten für die Begrünung anfallen – diese entstehen unter anderem aufgrund eines (trotz geringeren relativen Flächenwachstums) größeren absoluten Bedarfs an zusätzlichen Grünflächen sowie aufgrund der im Vergleich zu den anderen Landeshauptstädten höheren Grundstückspreise.

## Ändern sich die Ergebnisse bei veränderten Zukunftsannahmen?

Eine Änderung der Annahmen hinsichtlich der Stärke des Klimawandels wirkt sich auf den hypothetischen Bedarf an zusätzlichen Grünflächen aus und führt zu veränderten ökonomischen Auswirkungen (jeweils bei konstantem Städtewachstum). So würden, im Vergleich zu einem moderaten Klimawandel, unter der Annahme eines schwachen Klimawandels die durchschnittlichen Kosten pro Jahr in der Periode von 2011 bis 2030 (2031 bis 2050) auf € 108 Mio. (€ 75 Mio.) sinken (siehe Tabelle 1). Ein starker Klimawandel würde in der Periode von 2011 bis 2030 (2031 bis 2050) hingegen zu Kosten in der Höhe von € 166 Mio. (€ 172 Mio.) führen.

<sup>2</sup> Das Szenario eines moderaten Klimawandels unterstellt eine mittlere Temperaturerhöhung von +1,0 °C (+2,0 °C), eine Änderung der jährlichen Niederschlagsmenge von +1,4 % (-2,3 %) und eine Änderung der Tage mit Niederschlag von +2,1 % (-3,5 %) zwischen Referenzperiode 1981–2010 und der ersten (zweiten) Szenarioperiode 2016–2045 (2036–2065).

<sup>3</sup> Basierend auf den ÖROK-Prognosen der Einwohner sowie der Wohnungen werden die dicht verbauten Gebiete in den Landeshauptstädten bzw. in Wien von 2011 bis 2030 zwischen 9 % und 14,8 %, von 2031 bis 2050 zwischen 4 % und 7 % anwachsen (Bezugsbasis jeweils 2012).

<sup>4</sup> Das Ergebnis bezieht sich auf den Vergleich des moderaten Klimaszenarios mit einem Baselineszenario (betrachtet den Sektor bei moderaten sozio-ökonomischen Entwicklungen ohne Klimawandel).

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

Zukünftige ökonomische Auswirkungen*	Klimawandel			
		schwach	moderat	stark
Ø 2011-2030	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.

## Mit welchen volkswirtschaftlichen Auswirkungen kann gerechnet werden?

Sektorübergreifende, gesamtwirtschaftliche Auswirkungen konnten aufgrund des speziellen Bewertungsansatzes (Präventivkostenansatz) nicht untersucht werden, da keine tatsächlich getätigten Ausgaben sondern hypothetisch mögliche untersucht wurden. Geht man jedoch davon aus, dass es für die durch vermehrte Hitzeinseln entstehenden Schäden öffentlich finanzierte Kompensation oder Anpassungsmaßnahmen geben wird, und setzte diese in der Höhe der Kosten der Präventivkosten (Investitions- und Pflegekosten der zusätzlichen Grünanlagen) an, kann man die Auswirkungen dieser Finanzierungslast auf das Bruttoinlandsprodukt ableiten. Die öffentliche Finanzierung der Kompensation würde bei einem moderaten Klimawandel in der Periode 2016 bis 2045 (2036 bis 2065) einen Rückgang des Bruttoinlandsproduktes<sup>4</sup> um € 24 Mio. (€ 38 Mio.) pro Jahr verursachen.

## Referenzen

Gill S, Handley J, Ennos R, Pauleit S. 2007. Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, 30/1: 97–115.

Loibl W, Stiles R, Pauleit S, Hagen K, Gasienica B, Tötzer T, Trimmel H, Köstl M. 2014. Improving Open Space Design to Cope Better with Urban Heat Islands Effects. *GAIA* 23/1: 64–66.

Oliveira S, Andrade H, Vaz T. 2011. The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. *Building and Environment* 46: 2186–2194.

Loibl W, Tötzer T, Köstl M, Nabernegg S, Steinger KW. 2015. Cities and Urban Green, Chapter 17 in: Steinger KW, u. a. (Hg.), *Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria*. Vienna, Springer.



Dieses Projekt wird gefördert von:



**Impressum**  
CCCA

Servicezentrum  
Krenngasse 37  
A-8010 Graz  
ZVR: 664173679

Projektleitung  
Karl Steinger  
Wegener Center für Klima  
und Globalen Wandel/Uni Graz  
<http://coin.ccca.at/>

servicezentrum@cca.ac.at  
www.ccca.ac.at  
Stand: Mai 2014  
ISSN 2410-096X