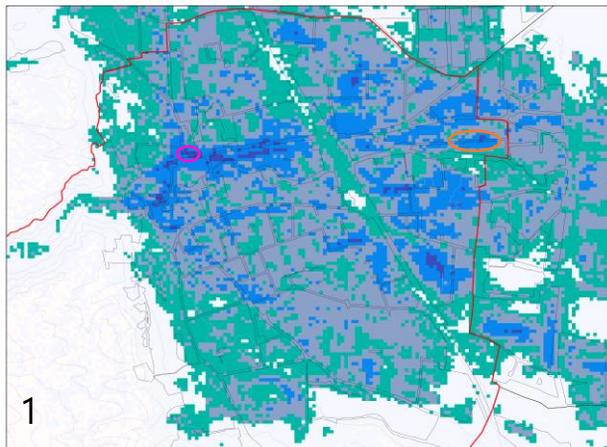
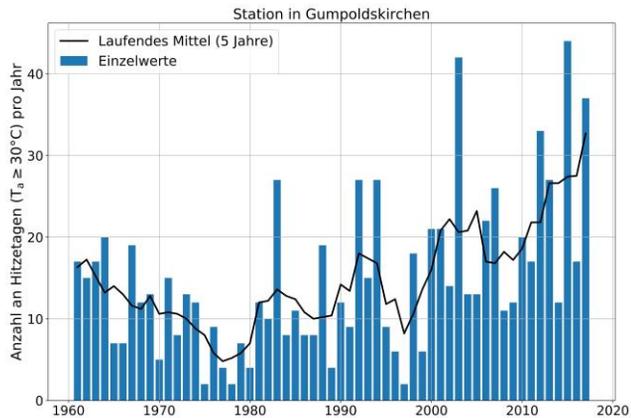


Die durchschnittliche Anzahl an Hitzetagen (HT) pro Jahr (Lufttemperatur > 30°) ist seit den 60er Jahren erheblich gestiegen. Dies ist in der Abbildung rechts ersichtlich, wo die Temperaturveränderung für Gumpoldskirchen im Zeitraum 1960 bis 2018 dargestellt ist. Mit der Klimaveränderung wird sich dieser Trend verstärken. Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sind für die gesamte Region Mödling ein wichtiges Thema. Der durchschnittliche Jahreswert für HT liegt derzeit bei 15,5 (in einem Schwankungsbereich von 3 bis 24).

Im Projekt ADAPT-UHI wurden anhand eines Klimamodells die Effekte unterschiedlicher Anpassungsmaßnahmen simuliert und die Reduktion der jährlichen HT errechnet. In den Abbildungen unten sind drei unterschiedliche Szenarien dargestellt.

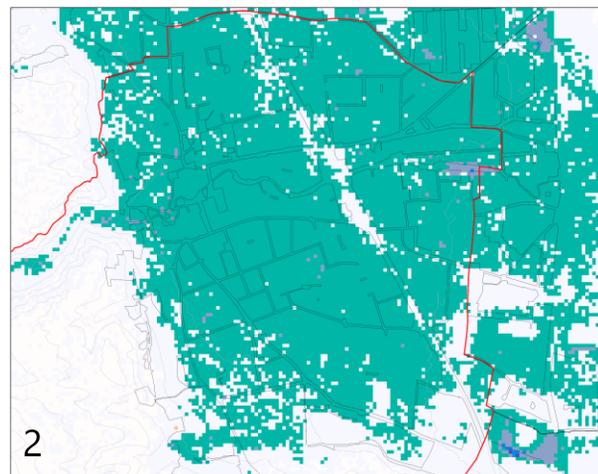


Szenario 1 (Weiße Stadt): Weiße Oberflächen reflektieren Sonneneinstrahlung in einem hohen Ausmaß, während dunkle Oberflächen absorbieren. In diesem Szenario wurde das Ausmaß der Reflektion von Oberflächen verdoppelt (Dächer, Wände, Straßen). Dies würde beispielsweise den Einsatz von hellen Dachziegeln und hellen Straßenbefestigungen bedeuten.

Wichtigste Erkenntnisse

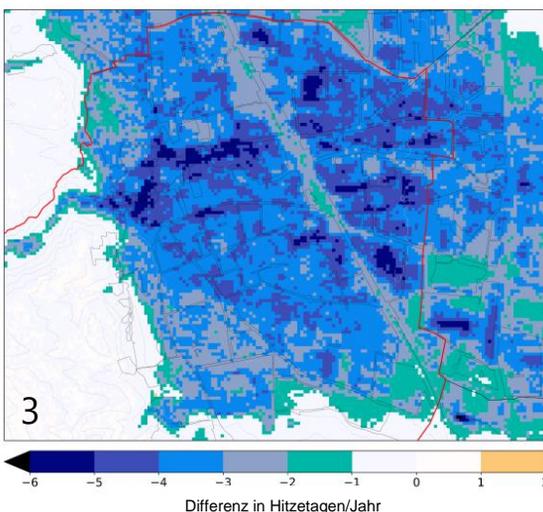
- ✓ Höchste Reduktion **4,5 HT** pro Jahr
- ✓ Am Freiheitsplatz würden die Maßnahmen **17,5 HT** statt 22 HT (ohne Maßnahmen) erwirken.

Szenario 2 (Grüne Stadt): Flächen mit Pflanzenbewuchs („grüne Flächen“) erzielen einen Kühlungseffekt durch die von ihnen verursachte Luftfeuchtigkeit. In diesem Szenario wurden die versiegelten Flächen um 30% reduziert, die Anzahl der grünen Dächer um 50% erhöht und die Anzahl der Stadtbäume und begrünten Flächen erhöht.



Wichtigste Erkenntnisse

- ✓ Höchste Reduktion **4,4 HT** pro Jahr
- ✓ Im Hirtlpark würden die Maßnahmen **8,8 HT** statt 11,9 HT (ohne Maßnahmen) erwirken



Szenario 3 (Grüne und weiße Stadt): Die Maßnahmen von Szenario 1 und von Szenario 2 werden in diesem Szenario kombiniert. Der Kühlungseffekt ist im kombinierten Szenario am höchsten und kann in der ganzen Stadt eine Reduktion von mindestens 3 HT pro Jahr erwirken.

Wichtigste Erkenntnisse

- ✓ Höchste Reduktion **6,3 HT** pro Jahr
- ✓ Am Freiheitsplatz würden die Maßnahmen **16,2 HT** statt 22 HT (ohne Maßnahmen) erwirken
- ✓ Im Hirtlpark würden die Maßnahmen **7,8 HT** statt 11,9 HT (ohne Maßnahmen) erwirken

Weitere information:

ZAMG Urban Modelling – Scientific base for climate sensitive urban planning, ZAMG, 2017

Es gibt zahlreiche Maßnahmen zur Klimawandelanpassung für den städtischen Raum. Die nachstehende Tabelle zeigt eine Übersicht jener Maßnahmen, die in der Modellierung für **Szenario 1 - weiße Stadt** (Erhöhung der Oberflächenreflexion), **Szenario 2 - grüne Stadt** (Erhöhung der Oberflächenverdunstung) und **Szenario 3** (kombinierte Maßnahmen) berücksichtigt wurden. Die Ergebnisse der Modellierung zeigen die Reduktion der durchschnittlichen jährlichen Hitzetage in absoluten Zahlen und als Prozentsatz.

Anpassungsmaßnahme	Beschreibung	Illustration	Mittlere Reduktion von Hitztagen	Höchste Reduktion von Hitztagen
Verdoppelung der Dach-Albedo	Erhöhung der Reflexion von Dachoberflächen (z.B. helle Dachziegel oder weiße Dächer)		5,8% (1,0 HT)	10,0% (2,2 HT)
Verdoppelung der Wand-Albedo	Erhöhung der Reflexion von Wänden durch z.B. weiße oder sehr helle Fassadenanstriche		3,1% (0,5 HT)	7,1% (1,6 HT)
Verdoppelung der Straßen-Albedo	Verwendung von Sickerpflaster (Erhöhung der Verdunstung) oder Straßenbelag in hellen Farben		3,8% (0,7 HT)	9,9% (2,3 HT)
Reduktion der versiegelten Fläche	Rasenflächen und Vegetationsflächen an Stelle von Asphaltflächen		2,0% (0,3 HT)	5,2% (1,2 HT)
50% Gründächer im Außenbereich	Dachbegrünung auf 50% der Gebäude im suburbanen Bereich von Mödling	 1	1,9% (0,3 HT)	7,3% (1,0 HT)
50% mehr Bäume	Mehr Bäume im öffentlichen Bereich		2,1% (0,4 HT)	21,7% (3,8 HT)
Reduktion von sickerfähigen Flächen ohne Vegetation	Rasenflächen und Vegetationsflächen an Stelle von Kiesflächen		2,4% (0,4 HT)	15,3% (1,8 HT)
Weiße Stadt (Szenario 1)	Erhöhung der Lichtreflexion auf Dächern, Wänden und Straßen	 2	13,2% (2,3 HT)	20,3% (4,5 HT)
Grüne Stadt (Szenario 2)	Reduktion der versiegelten Flächen, mehr Gründächer, Bäume und Flächen mit Vegetation		7,8% (1,4 HT)	25,1% (4,4 HT)
Kombination (Szenario 3)	Alle Maßnahmen von Szenario 1 und 2 kombiniert	 3	20,0% (3,5 HT)	34,4% (6,3 HT)

Weitere information:

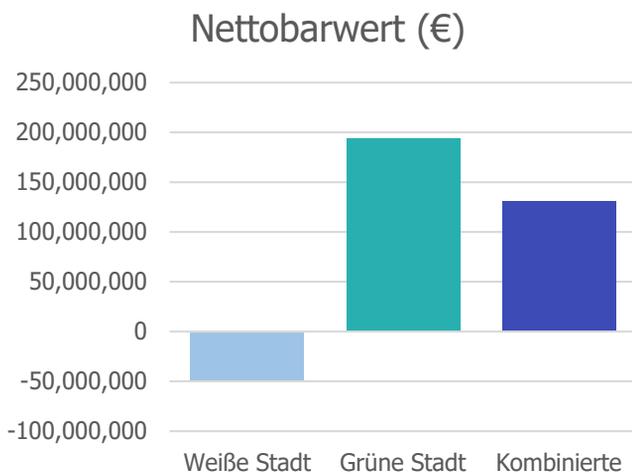
- Stadtverkehrsflächen – Optimierter Beton für den innerstädtischen Bereich, Peyerl M., 2018
- Bäume kühlen Städte wie natürliche Klimaanlage, botanikguide.de, 2018
- Weiße Dächer kühlen heiße Städte, n-tv.de, 2019
- Warum Wien mehr grüne Dächer braucht, energieleben.at, 2019

Die Fotografien:

1. Flickr @Grand River Conservation Authority
2. Flickr @Harvey Barrison
3. <https://talkofthecities.iclei.org/paradoxes-of-a-smart-city-3-open-data-vs-data-management/>

In einer Kosten-Nutzen Analyse werden die Kosten der Anpassungsmaßnahmen mit dem gewonnenen Nutzen verglichen. Der Nutzen wird durch eine monetäre Bewertung quantifiziert. Folgende Aspekte wurden im gegebenen Fall berücksichtigt: die Reduktion von Todesfällen, Krankheitsfällen, Krankenhausaufenthalten und der Verlust der Arbeitsproduktivität. Darüber hinaus wurden zahlreiche Ökosystemdienstleistungen quantifiziert, wie die Herstellung von neuen Habitaten, die Kostenersparnis bei der Abwasserbehandlung, Heizung und Kühlung von Gebäuden, die Steigerung der Grundstückspreise und die Erhöhung der Langlebigkeit von Gebäuden.

Die Kosten-Nutzen Analyse wurde für Szenario 1 - weiße Stadt (Erhöhung der Oberflächenreflexion), Szenario 2 - grüne Stadt (Erhöhung der Oberflächenverdunstung) und Szenario 3 (kombinierte Maßnahmen) durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Szenarien 2 und 3 den höchsten Nutzen erzielen. In Szenario 1 wird zwar ein gesundheitlicher und wirtschaftlicher Nutzen erzielt, aber weitere soziale und ökologische Belange werden nicht verbessert.

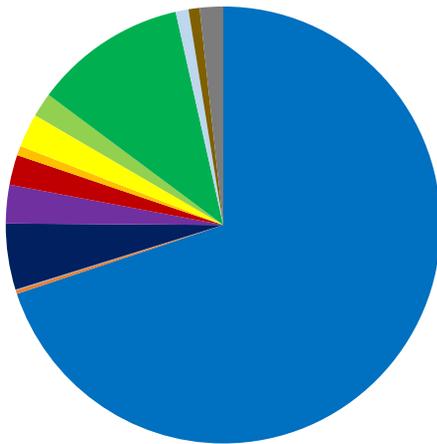


Der wichtigste Indikator der Kosten-Nutzen Analyse ist der **Nettobarwert**.

Nettobarwert = aktueller Wert aller Nutzen abzüglich des aktuellen Wertes aller Kosten über einen Zeitraum von 50 Jahren valorisiert.

Die Szenarien 2 (grüne Stadt) und 3 (grüne und weiße Stadt) erzeugen einen hohen Nettobarwert und weisen auf einen hohen Mehrwert für die Gesellschaft hin.

Gesamtnutzen für Szenario 3



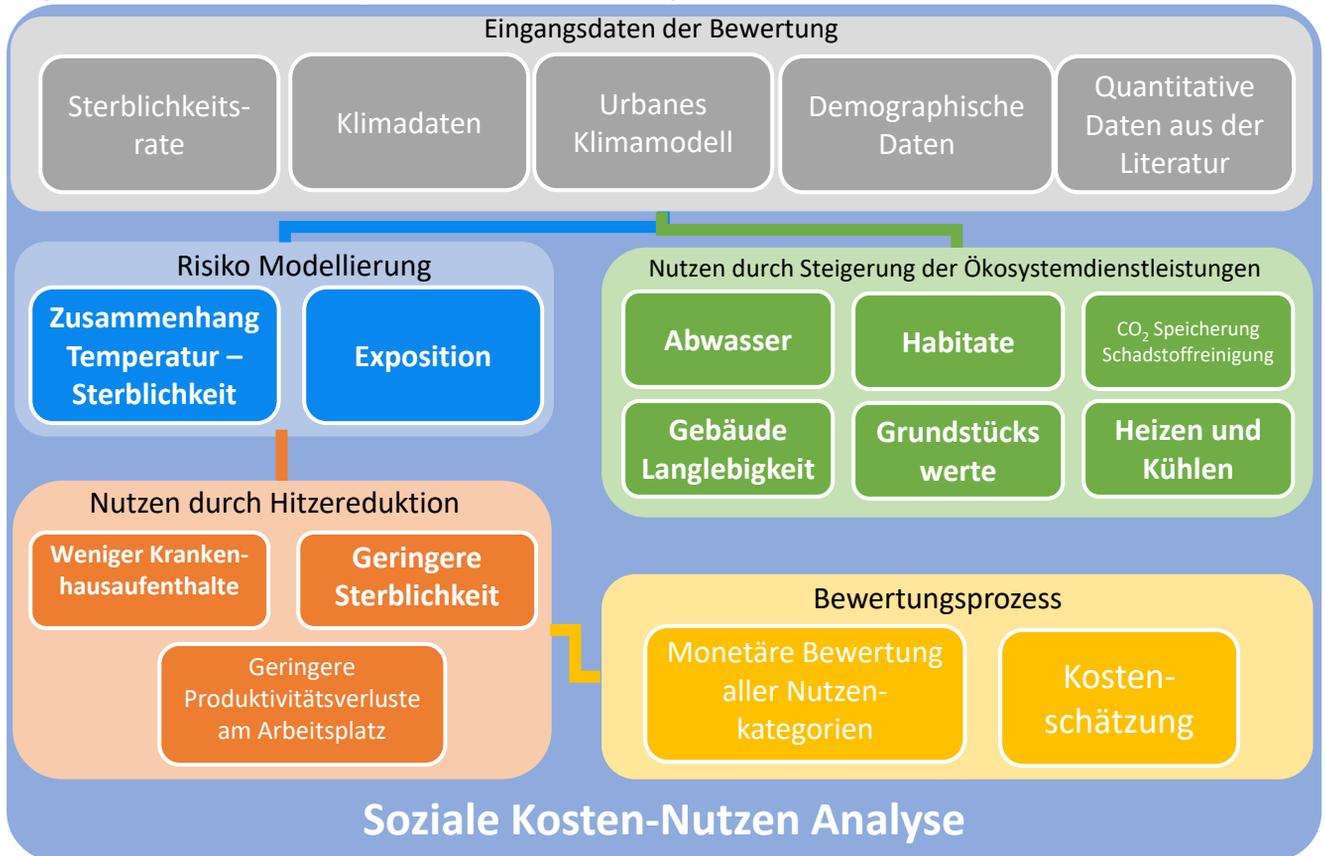
- Reduktion der Todesfälle
- Reduktion der Krankheitsfälle
- Reduktion der Krankenhausaufenthalte
- Geringerer Verlust der Arbeitsleistung
- Niedrigere Kosten bei der Abwasserbehandlung
- Erhöhung der Langlebigkeit von Dächern
- Ersparnisse bei der Kühlung
- Ersparnisse bei der Heizung
- Ersparnisse bei externen Heizungskosten
- Erhöhung der Grundstückswerte
- Erhöhung der Biodiversität
- Erhöhte Schadstoffreinigung
- CO2 Einsparungen

Wichtigste Erkenntnisse

- ✓ Die Reduktion der Sterblichkeitsrate hat den höchsten Mehrwert für die Gesellschaft.
- ✓ Die Erhöhung der Ökosystemdienstleistungen erzeugt einen Nutzen im Wert von 142 Mio. € und hat einen Anteil von 25% am Gesamtnutzen.

Durch den Einsatz von Klimawandelanpassungsmaßnahmen, in besondere solche im Zusammenhang mit dem Szenario "Green City" werden Oberflächen entsiegelt, mehr grüne Dächer geschaffen und die Vegetationsflächen erweitert. Neben der erheblichen Reduktion der Hitzetage werden zahlreiche weitere Nutzen generiert, dazu zählen vor allem reduzierte Abwasserkosten, geringere Kühlungskosten, die Erhöhung der Biodiversität und die Verbesserung der Lebensdauer von Gebäuden. All dies sind Vorteile die die BürgerInnen von Mödling in Zukunft nutzen können.

Nachstehend ist die soziale Kosten-Nutzen Analyse erläutert, insbesondere die Bewertung des Nutzens der durch Klimawandelanpassungsmaßnahmen entsteht. Die Analyse beginnt mit verschiedenen Input Daten insbesondere zu Sterblichkeit, Klima und Demographie. Die Inputdaten werden in einem zweiten Schritt verwendet um den Zusammenhang von Temperatur und Sterblichkeit zu ermitteln. Davon abgeleitet wird die Hitze-Exposition der Bevölkerung ermittelt.



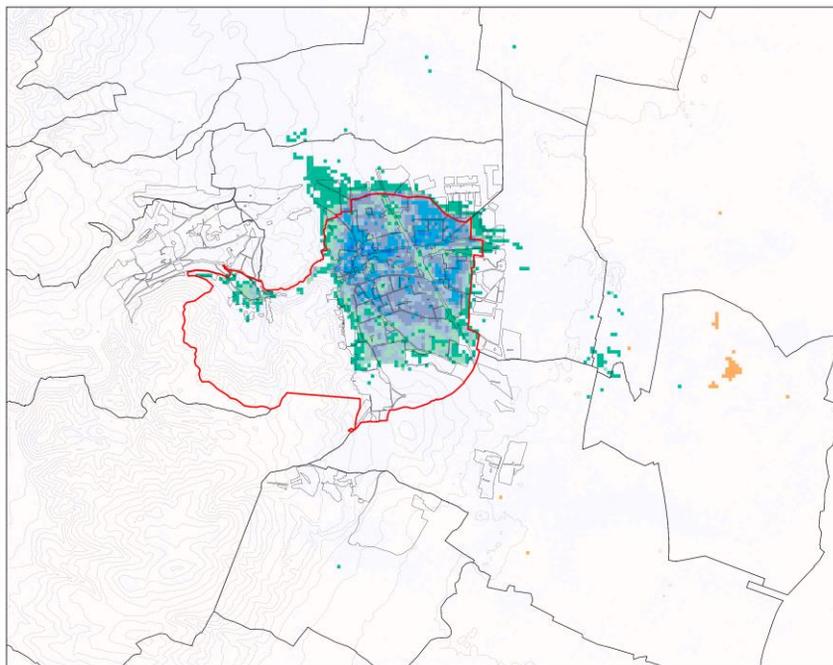
Insgesamt werden zwei Typen auf der Seite des Nutzens betrachtet. Erstens **Nutzen durch Hitzereduktion**, wie zum Beispiel die Reduktion der Sterblichkeit, der Krankenhausaufenthalte und der Produktivitätsverluste am Arbeitsplatz. Der ökonomische Nutzen wird auf Basis der Hitzereduktion errechnet, diese wiederum ergibt sich aus den gesetzten Klimawandelanpassungsmaßnahmen. Zum Beispiel ist die Produktivität am Arbeitsplatz an einem Hitzetag um 7% reduziert. Die Reduktion der jährlichen Hitzetage um 1,7 HT würde im Falle von Mödling geschätzte 1,3 Mio. € bei den Arbeitskosten und 1,8 Mio. € bei den Krankenhauskosten einsparen.

Zweitens der **Nutzen durch Ökosystemdienstleistungen**. Dieser ergibt sich durch die grüne Infrastruktur, wie zum Beispiel grüne Dächer, Entsiegelung, mehr Bäume und mehr Flächen mit Vegetation. Für Szenario 3 (Weiße und grüne Stadt) wurde der Nutzen der Ökosystemdienstleistungen für die nächsten 50 Jahre wie folgt berechnet:

- ✓ 16 Mio. € Kostenreduktion bei der Abwasserbehandlung
- ✓ 13 Mio. € Kostenreduktion bei Dachreparaturen, da durch Dachbegrünung die Langlebigkeit erhöht wird
- ✓ 65 Mio. € Steigerung der Immobilienwerte
- ✓ 5,5 Mio. € Wert der zusätzlichen Habitatsfläche
- ✓ 15 Mio. € durch erhöhte Schadstoffreinigung und CO₂ Speicherung
- ✓ 18 Mio. € Kostenersparnis im Bereich Kühlung und Heizung

Die Gesamtkosten der Anpassungsmaßnahmen wurden dem Wert des Gesamtnutzens gegenübergestellt. Im Falle von Mödling ergibt sich ein positiver **Nettoarwert** für die Klimawandelanpassungsmaßnahmen.

Klimawandel hört nicht bei der Gemeindegrenze auf. Andere Gemeinden sind ebenfalls von einer Zunahme an Hitzetagen (HT) betroffen, die von 3 HT in Grünflächen bis 29 HT reicht. Daher ist eine Zusammenarbeit benachbarter Gemeinden sinnvoll. Es ergeben sich dadurch viele Synergien. Am Beispiel von Szenario 3 wird veranschaulicht wie sich Klimawandelanpassungsmaßnahmen auswirken wenn sie lokal eingesetzt werden (in der Kernstadt Mödling, Beispiel oben) gegenüber einer regionalen Anwendung (gesamter Bezirk, Beispiel unten).



Im ersten Beispiel werden die kombinierten Klimawandelanpassungsmaßnahmen (Szenario 3) nur in der Kernstadt eingesetzt. Die Klimamodellierung wurde aber für die gesamte Region durchgeführt.

Wichtigste Erkenntnisse

- ✓ In den benachbarten Gemeinden sind die Effekte sehr gering.
- ✓ Die maximale Reduktion an jährlichen Hitzetagen ist **7,2** für Szenario 3.

Im zweiten Beispiel werden die kombinierten Klimawandelanpassungsmaßnahmen (Szenario 3) in der gesamten Region eingesetzt. Daraus ergeben sich folgende Unterschiede.

Wichtigste Erkenntnisse

- ✓ Die maximale Reduktion an jährlichen Hitzetagen ist **9,5** in Mödling (innerhalb der roten Umrandung).
- ✓ Die maximale Reduktion an jährlichen Hitzetagen ist **11,1** für die ganze Gegend (in Guntramsdorf).

