



wege entstehen, indem wir sie gehen  
*paths emerge in that we walk them*

Wegener Center



Economics of Climate and Environmental Change Research Group

EconClim

# Klimawandelfolgen und -anpassung: Ökonomische Effekte

Dr. Gabriel Bachner  
Wegener Center für Klima und Globalen Wandel  
Karl-Franzens-Universität Graz

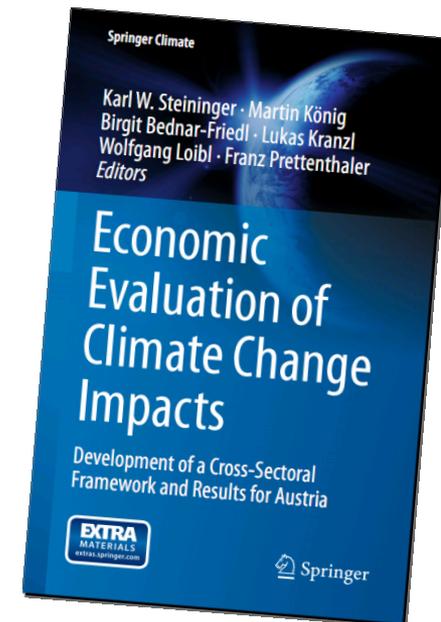
29.11.2017 – Rathaus, Graz  
Workshop: „Klimawandelanpassung in Graz“

- Die Kosten des Nicht-Handelns
  - Inkl. „Städte und urbane Grünräume“
  - Volkswirtschaftliche Kosten des Klimawandels für Österreich
  
- Öffentliche Klimawandelanpassung
  - Volkswirtschaftlicher Nutzen von Anpassung
  - Erkenntnisse aus vier Städten in Österreich (case-studies)





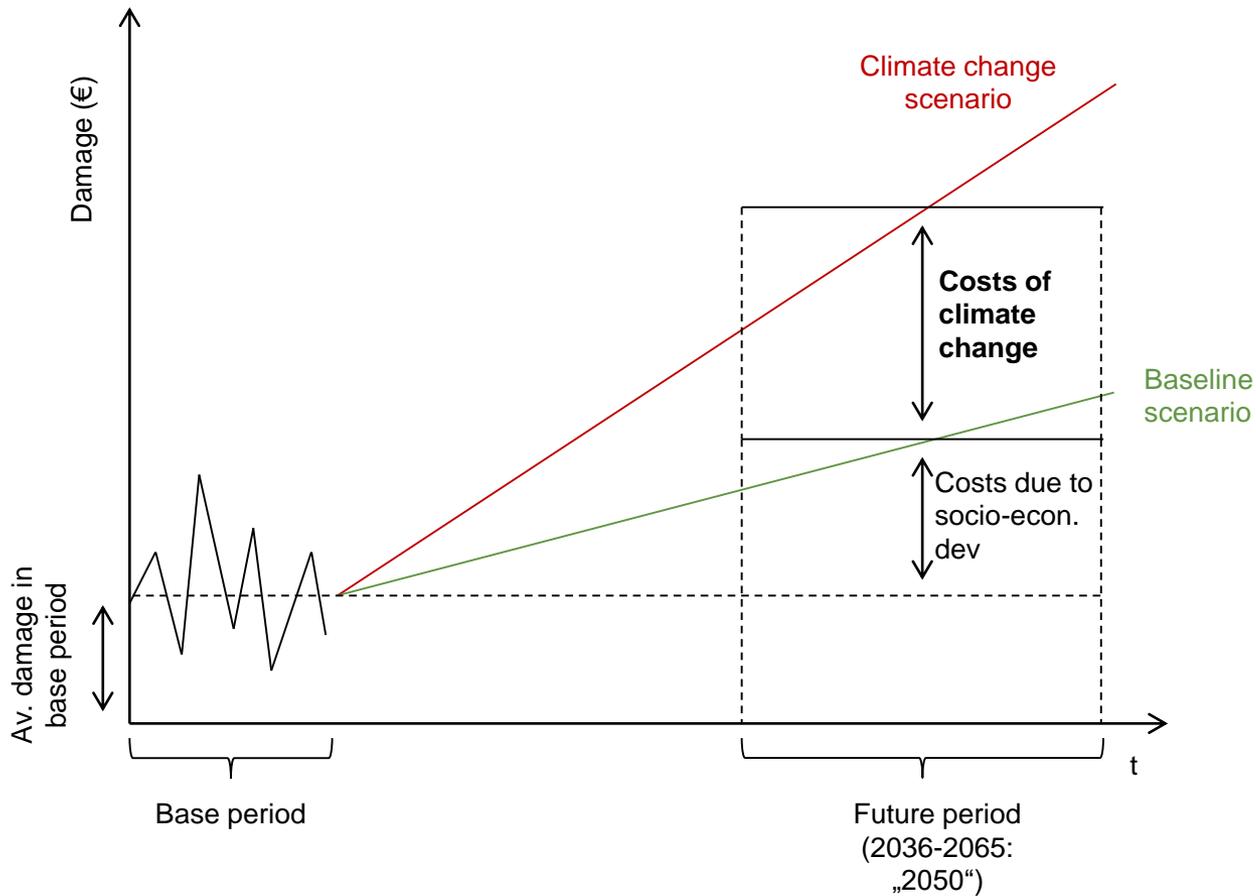
COIN



## Zielsetzung in COIN:

- Bewertung der Aktivitätsfelder der österreichischen nationalen Anpassungsstrategie (z.B. Landwirtschaft, Tourismus, Energie etc.)
- Derzeitige Klimaschutzbemühungen miteinbeziehen, jedoch **keine aktive Anpassung** („inaction“)
- Konsistentes Rahmenwerk (Annahmen zur sozioökonomischen Entwicklung, Klimawandelszenarien)

Breiter bottom-up Ansatz mit wissenschaftlichen Experten und Expertinnen aus den einzelnen Aktivitätsfeldern



**Baseline-Entwicklung bestimmt zukünftige Kosten stark mit!**

## 12 „Aktivitätsfelder“:

1. Landwirtschaft
2. Forstwirtschaft
3. Ökosystemdienstleistungen
4. Gesundheit
5. Wasserversorgung und -entsorgung
6. Gebäude: Heizen und Kühlen
7. Elektrizität
8. Transport
9. Herstellung und Handel
10. Städte und urbane Grünräume
11. Katastrophenmanagement (Hochwasser)
12. Tourismus

## Fokus auf **Hitzeinsel-Effekt**

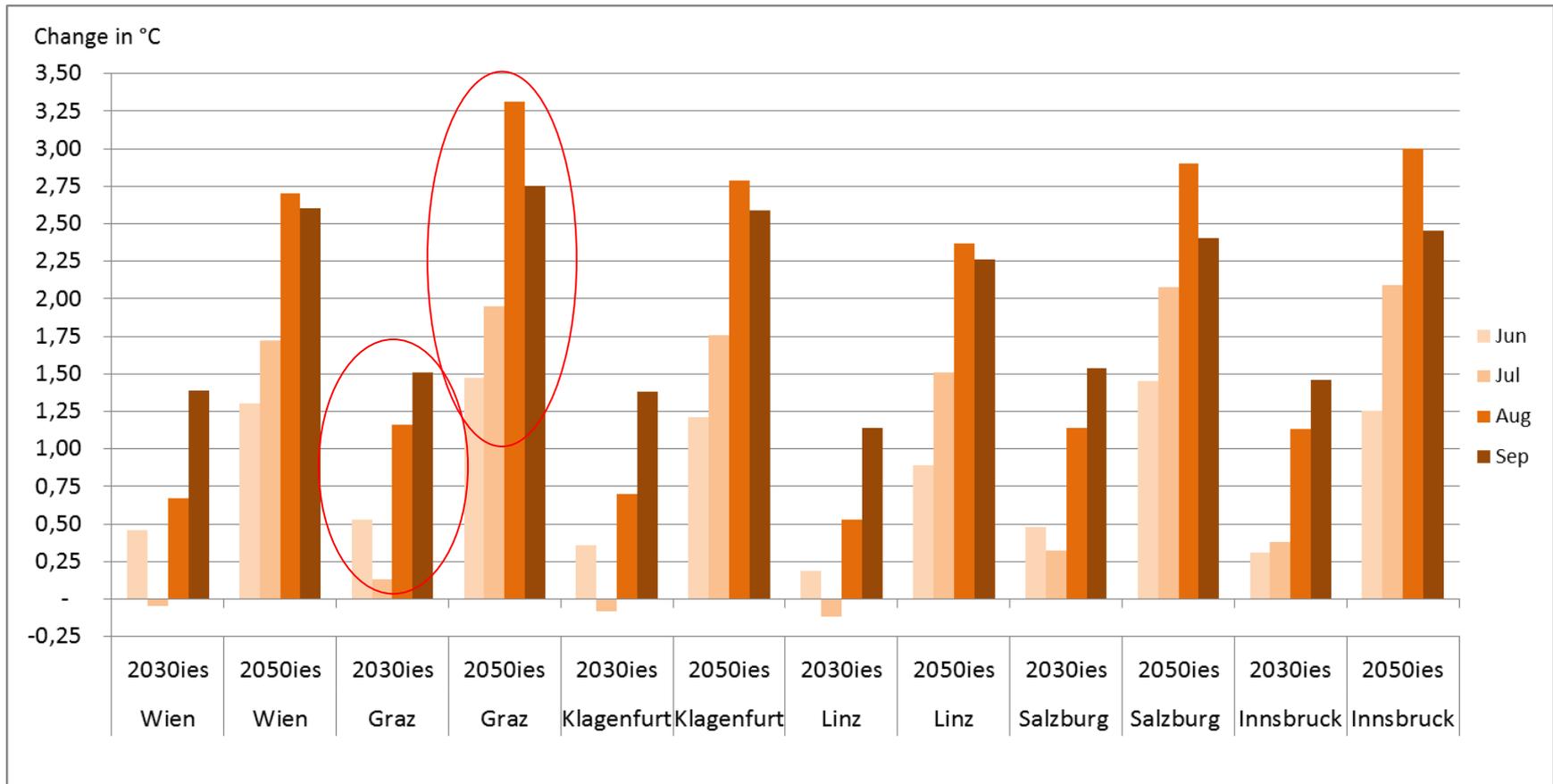
### Ansatz für ökonomische Bewertung: **Präventivkosten**

- Wie viele ha Grünflächen und zusätzliche Bäume wären zusätzlich notwendig, um Temperaturkomfort konstant (heutiges Niveau) zu halten?
- Was würde das kosten?
- Könnte bereits als Anpassungskosten interpretiert werden

### Vorsicht:

- Bedeutet nicht, dass diese bestmögliche Anpassungsoption ist
- Tatsächlich auftretende Schäden könnten größer sein (sollte „Maßnahme“ nicht durchgeführt werden). Zum Beispiel: Gesundheitliche Auswirkungen, infrastrukturelle Schäden, Konsequenzen für den Tourismus unbeachtet
- Kosten geben einen ersten Anhaltspunkt

# Städte und urbane Grünräume



Change of monthly maximum temperatures between 1981/2010 and the 2030s/2050s (30 year averages) in Austria ' s larger cities (NUTS-3 regions). Note: orders of the bars from left to right: Jun-Jul-Aug-Sep (Loibl et al., 2015, p.333)

# Städte und urbane Grünräume

ha additional green space

250

200

150

100

50

City	green space ha 2010	additional ha 2011-30 baseline	additional ha 2011-30 climate	additional ha 2031-50 baseline	additional ha 2031-50 climate	additional ha 2011-30 baseline	additional ha 2031-50 climate	additional ha 2011-50 total
Graz	235	14	5	5	7	19	12	31
Innsbruck	120	4	2	1	1	5	3	8
Klagenfurt	215	13	6	2	4	15	10	25
Linz	400	32	12	4	8	36	20	56
Salzburg	200	12	6	2	4	14	10	24
Wien	1.900	70	31	38	57	108	88	197
	3.070	144	62	52	82	196	143	339

additional ha 2031-50 climate **+7**
 additional ha 2031-50 baseline **+5**  
 additional ha 2011-30 climate **+5**
 additional ha 2011-30 baseline **+14**

Graz Innsbruck Klagenfurt Linz Salzburg Wien

Expected expansion of urban green spaces 2011–2030 and 2031–2050 as response to urban growth (baseline scenario) and as response to climate change (mid-range scenario) (Loibl et al., 2015, p.338)

Zusätzlich erhobene Kostenfaktoren:

- Laufende Kosten für zusätzliche Grünflächen
- Zusätzliche Baumpflanzungen

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

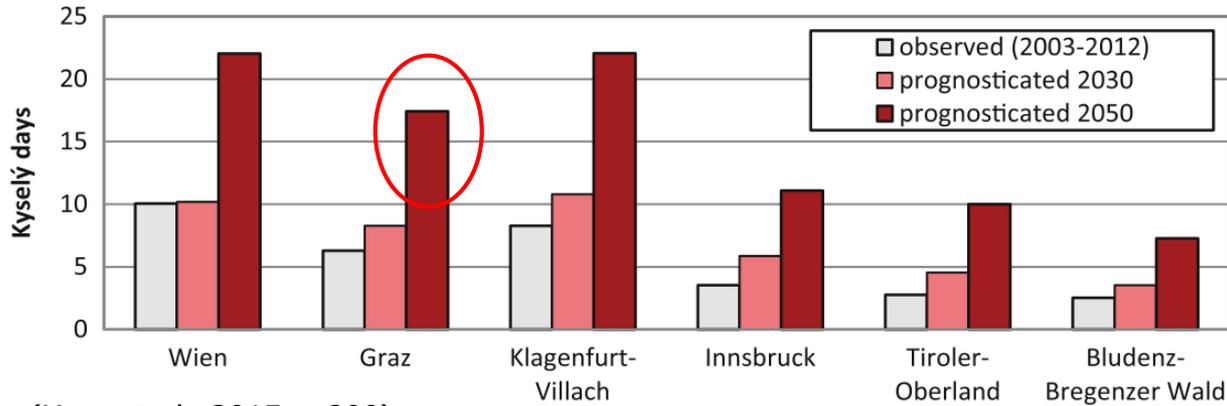
Zukünftige ökonomische Auswirkungen*		Klimawandel			
			schwach	moderat	stark
Ø 2011-2030	Sozio-ökonomische Entwicklung (Sensitivität**)	mittel	-108	-127	-166
Ø 2031-2050		mittel	-75	-107	-172

\* Zukünftige ökonomische Auswirkungen: negative Zahlen bedeuten Netto-Verluste, positive Zahlen bedeuten Netto-Gewinne.

\*\*Ergebnissensitivität hinsichtlich der sozioökonomischen Eingangsparameter.

(Loibl et al., 2014, COIN Factsheet #8)

observed and prognosticated Kyselý days of the mid-range climate scenario



(Haas et al., 2015, p.200)

## Kyselý Episode:

Hitzewelle mit einer Dauer von mind. 3 Tagen an denen jeweils

- max. Temp  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  und
- min. Temp  $\geq 25^{\circ}\text{C}$

Tage innerhalb dieser Episoden sind "Kyselý Tage"

→ Zusammenhang Kyselý-Tage und Sterblichkeit nach Moshhammer et al. (2006)

Tabelle 1: Durchschnittliche jährliche hitzebedingte Todesfälle an aufeinander folgenden Hitzetagen für unterschiedliche klimatische und sozio-ökonomische Entwicklungen.

Hitzebedingte Todesfälle pro Jahr Ø2003-2012: 240		Klimawandel			
		schwach	moderat	stark	
Ø 2016-2045	Sozio-ökonomische Entwicklung (Sensitivität*)	gering	540	370	1010
		mittel	580	400	1100
		hoch	640	430	1200
Ø 2036-2065	Sozio-ökonomische Entwicklung (Sensitivität*)	gering	640	920	2280
		mittel	730	1060	2610
		hoch	830	1200	2960

\*Ergebnissensitivität hinsichtlich der sozioökonomischen Eingangsparameter

(Haas et al., 2014, COIN Factsheet #6)

		CDD		HDD	
		Absolute increase (Kd)	Relative increase (%)	Absolute increase (Kd)	Relative increase (%)
	Ø 1981–2010	89	0	4,338	0
Hottest	2030	233	262	−1,235	−28
	2050	583	655	−1,879	−43
Coldest	2030	38	43	−391	−9
	2050	89	100	−554	−13

(Kranzl et al., 2015, p.244)

Tabelle 1: Durchschnittliche jährliche klimabedingte ökonomische Auswirkungen auf Energie- und Stromversorgung basierend auf klimatischen und sozio-ökonomischen Entwicklungen (in Mio. €) .

Ökonomische Auswirkungen* Ø 2036-2065 relativ zu Ø 1981-2010		Klimawandel			
		schwach	moderat	stark	
Energie für Heizen	Sozio-ökonomische Entwicklung (Sensitivität**)	gering	293	294	619
		mittel	395	390	809
		hoch	n.v.	n.v.	n.v.
Energie für Kühlen	Sozio-ökonomische Entwicklung (Sensitivität**)	gering	-153	-153	-218
		mittel	-152	-156	-222
		hoch	-253	-253	-343
Stromerzeugung	Sozio-ökonomische Entwicklung (Sensitivität**)	gering	-207	-207	-355
		mittel	-205	-227	-363
		hoch	-435	-435	-638

\* Zukünftige ökonomische Auswirkungen: negative Zahlen bedeuten Netto-Verluste, positive Zahlen bedeuten Netto-Gewinne. n.v.: Daten nicht verfügbar.

\*\*Ergebnissensitivität hinsichtlich der sozioökonomischen Eingangsparameter.

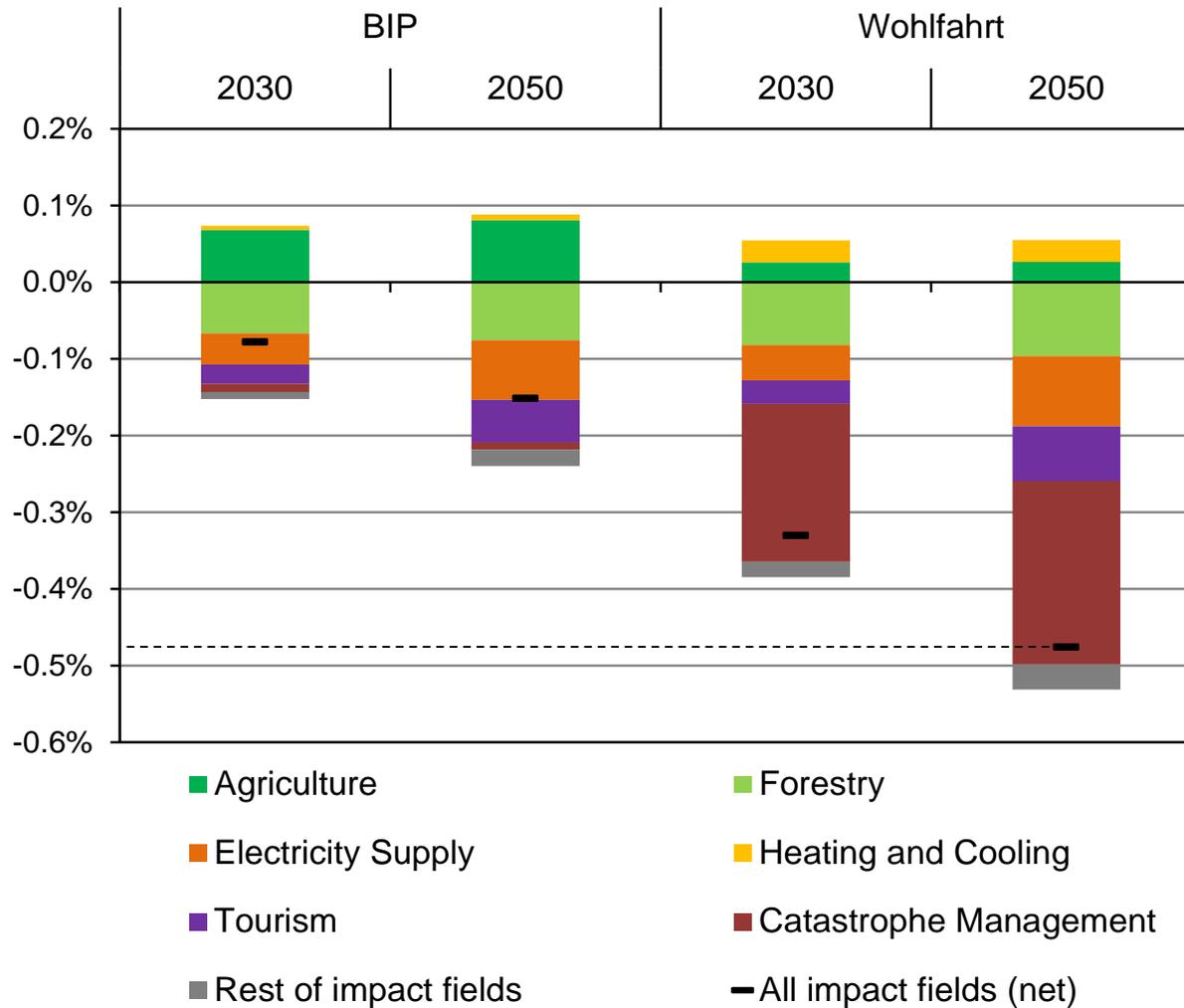
(Kranzl et al., 2014, COIN Factsheet #10)

## 12 „Aktivitätsfelder“:

1. Landwirtschaft
2. Forstwirtschaft
3. Ökosystemdienstleistungen
4. Gesundheit
5. Wasserversorgung und -entsorgung
6. Gebäude: Heizen und Kühlen
7. Elektrizität
8. Transport
9. Herstellung und Handel
10. Städte und urbane Grünräume
11. Katastrophenmanagement (Hochwasser)
12. Tourismus

Gemeinsame  
volkswirtschaftliche  
Bewertung mittels  
volkswirtschaftlichen  
Modell

# Österreich: BIP und Wohlfahrt



Abweichung relativ zu Szenario ohne Klimawandel (=Baseline). BIP und Wohlfahrt würden durch Klimawandel im Schnitt, in den Jahren 2030 und 2050 niedriger sein, also ohne Klimawandel. Manche Effekte wirken positiv, der Großteil jedoch negativ.

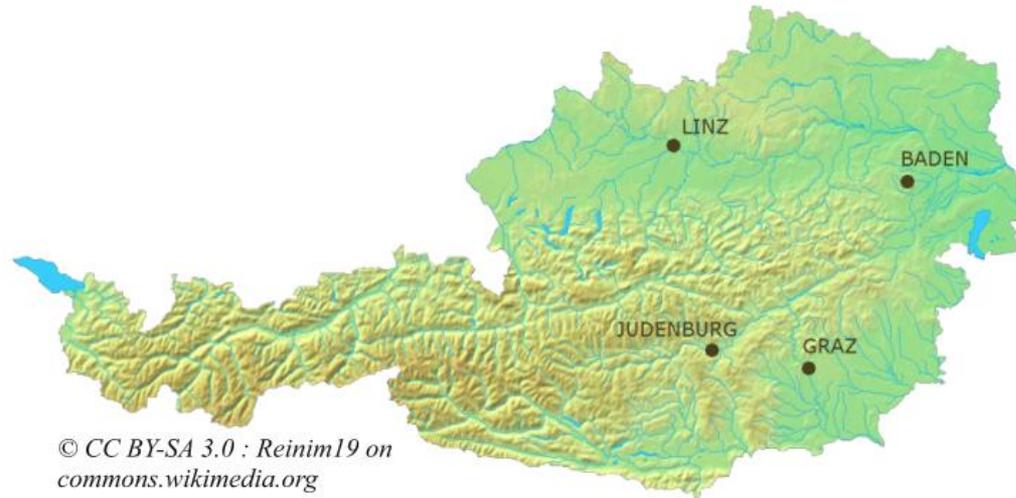


# PACINAS

Public Adaptation to Climate Change

- Fortführung von COIN: Volkswirtschaftliche Auswirkungen von Anpassung (Österreich Ebene)  
→ Ergebnisse

- Fallstudien
  - Linz
  - Baden
  - Judenburg
  - Graz



## 12 „Aktivitätsfelder“:

1. Landwirtschaft (AGRI)

Anpassung

2. Forstwirtschaft (FORE)

Anpassung

3. Ökosystemdienstleistungen

4. Gesundheit

5. Wasserversorgung und –entsorgung (WATE)

6. Gebäude: Heizen und Kühlen

7. Elektrizität

8. Transport

9. Herstellung und Handel

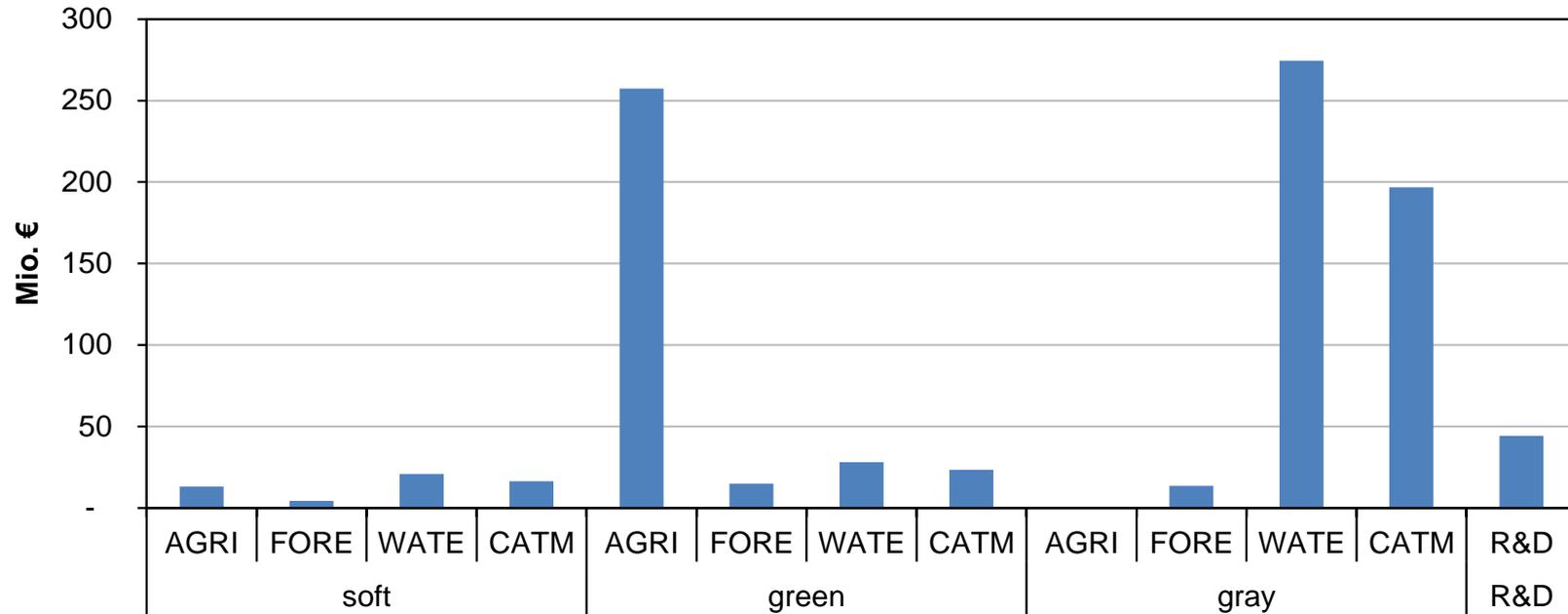
10. Städte und urbane Grünräume

11. Katastrophenmanagement (Hochwasser) CATM

Anpassung

12. Tourismus

# Derzeitige Anpassungs(relevante) Ausgaben



Gesamt: € 900 Million p.a. (Österreich; Bund)

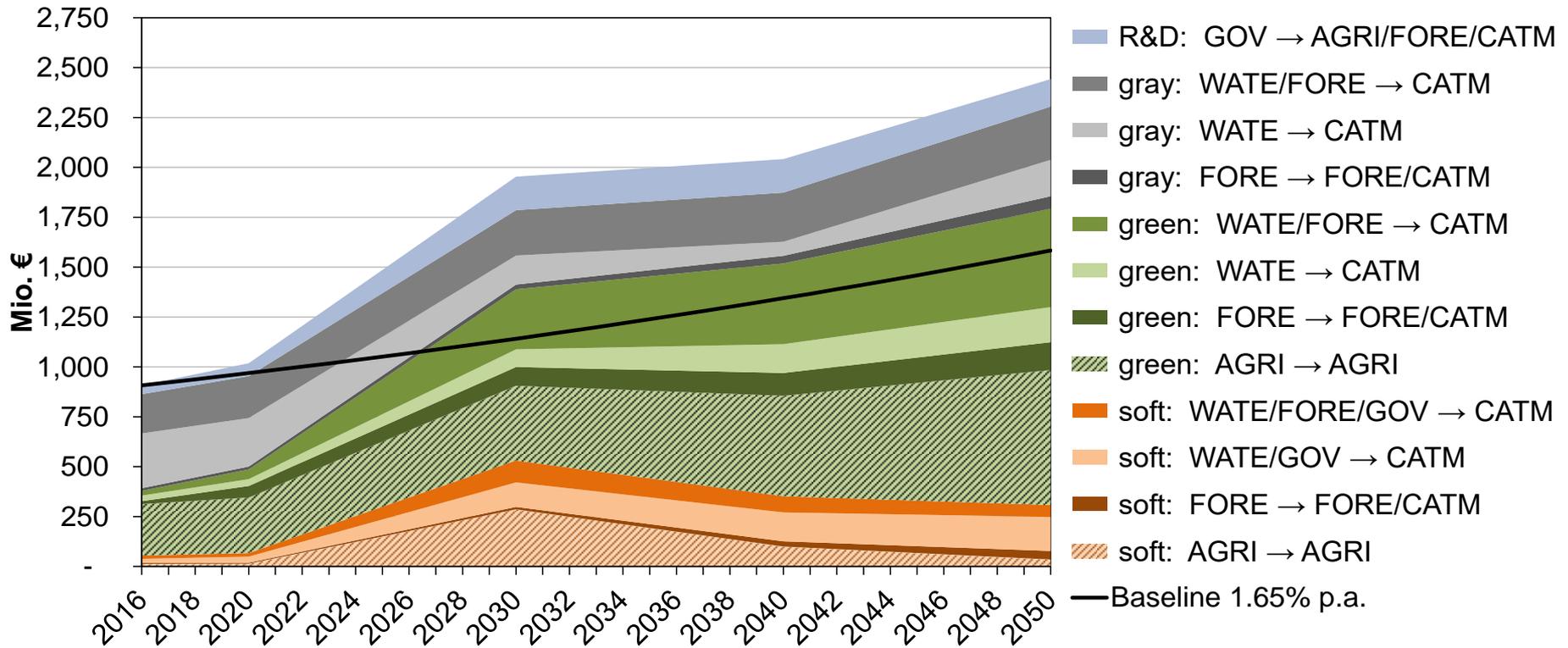
53% grau

36% grün

6% soft

5% Forschung und Entwicklung (R&D)

# Beispielhafter Anpassungspfad



Basierend auf

- Derzeitigen Ausgaben (Startpunkt 2016)
- Stakeholder Information aus Ministerien in
- Internationale Empfehlungen und Literatur (Watkiss et al., 2014)
- Mittelfristige Budgetplanung des BMF (BMF, 2015).

## Reduktion von Klimawandel-Kosten

### Landwirtschaft (AGRI):

- Mitter et al. (2015) und Schönhart et al. (2016):  
Ertragssteigerungen durch Anpassung um ~10%

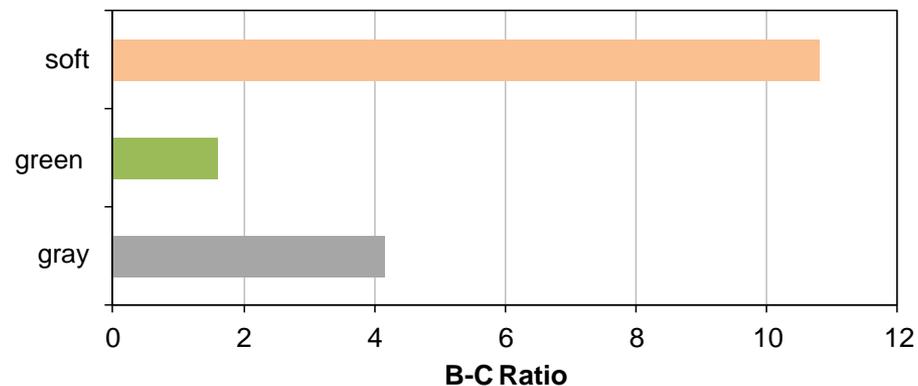
### Forstwirtschaft (FORE):

- Expertenschätzungen: Reduktion von Schäden zwischen 5%-30%, abhängig von Schadenstyp und Anpassungsmaßnahme

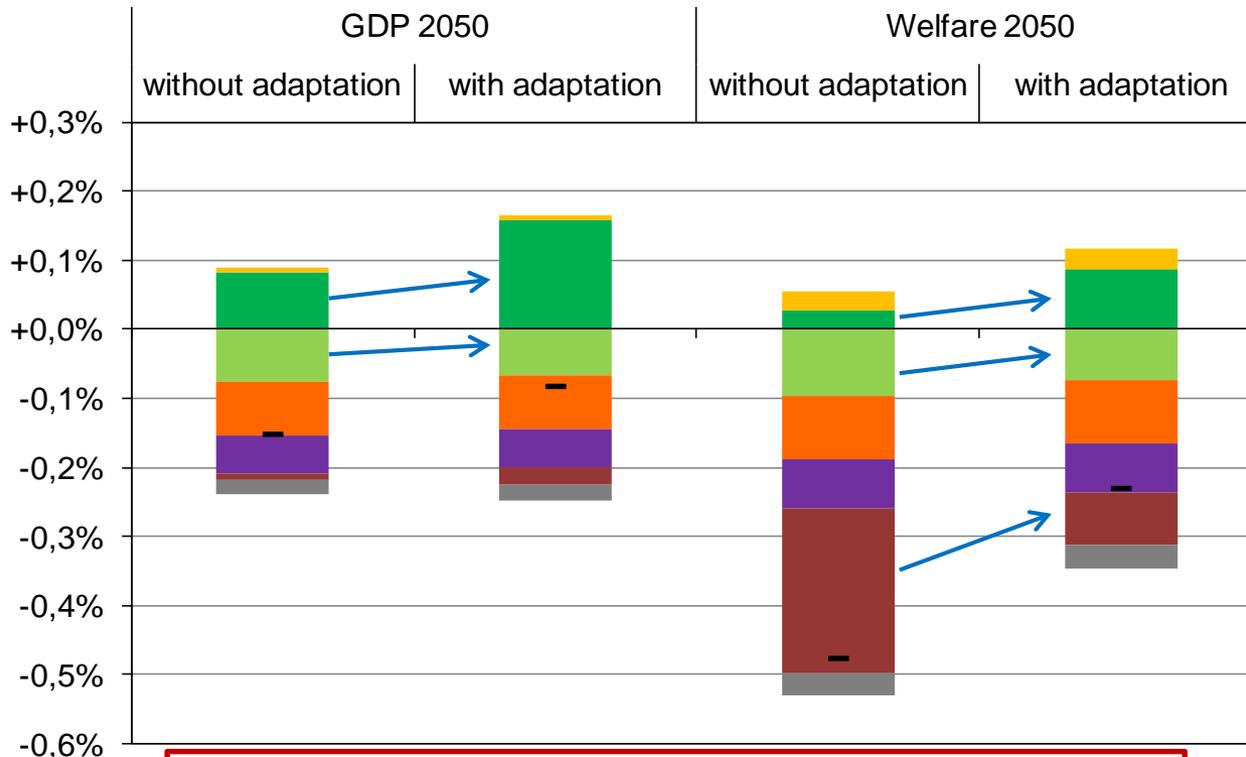
### Katastrophenmanagement (Hochwasserschutz) (CATM)

- Nutzen-Kosten-Verhältnisse  
(Kuik et al. 2016)

- soft 11:1
- grün 2:1
- grau 4:1



# Österreich: BIP und Wohlfahrt



Positive BIP Effekte durch Anpassung in Land- und Forstwirtschaft

Stark positive Wohlfahrtseffekte durch Anpassung; v.a. im Bereich Katastrophenschutz (Hochwasser)



Impacts

Anpassung

## Beispiele für „anpassungsrelevante“ Maßnahmen

### *Grün- und Freiraum*

- Kontrolle, Pflege und Sanierung (Verbesserung Standortbedingungen) von Stadtbäumen
- Verwendung „stadtklimafester“ Arten und Sorten (z.B. Hitze- und Trocken-toleranz, Windwurfsicherheit)
- Städtische Grünraumkonzeption mit schrittweiser Umsetzung (Vernetzung der Grünanlagen, Ausgleich von vorhandenen Defiziten in der Grünausstattung)
- Begrünung von baumlosen Straßen mit Bäumen
- Intensive Grünplanung bei allen städtebaulichen Vorhaben

## Beispiele für „anpassungsrelevante“ Maßnahmen

### *Gewässer*

- Einrichtung eines Rückhalteraumsystems
- Bau von Hochwasserschutzmaßnahmen oder Hochwasserrückhaltebecken
- Monitoring des Niederschlagsgeschehens
- Hydraulische Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes
- Ausbau des Sammlernetzverbunds zur Optimierung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
- Analyse des Klärwerks bzgl. der Hochwassergefährdung
- Niederschlagswasserversickerung bei allen Baumaßnahmen
- Regenwasserrückhaltung durch Rückhaltebecken

## Beispiele für „anpassungsrelevante“ Maßnahmen

### *Gesundheit*

- Einrichtung von Hitzewarnsystemen (Kooperation mit dem Land und Gesundheitsbehörden)
- Berücksichtigung von thermischen Anforderungen insbesondere bei Neubauten von Schulen und Kindergärten
- Öffentlich zugängliche Trinkwasserspender: auch in öffentlichen Einrichtungen (z.B. Rathaus)
- Lokale Bekämpfung von Ambrosia und des Eichenprozessionsspinners

## Beispiele für „anpassungsrelevante“ Maßnahmen

### *Blaulicht-/Einsatzorganisationen*

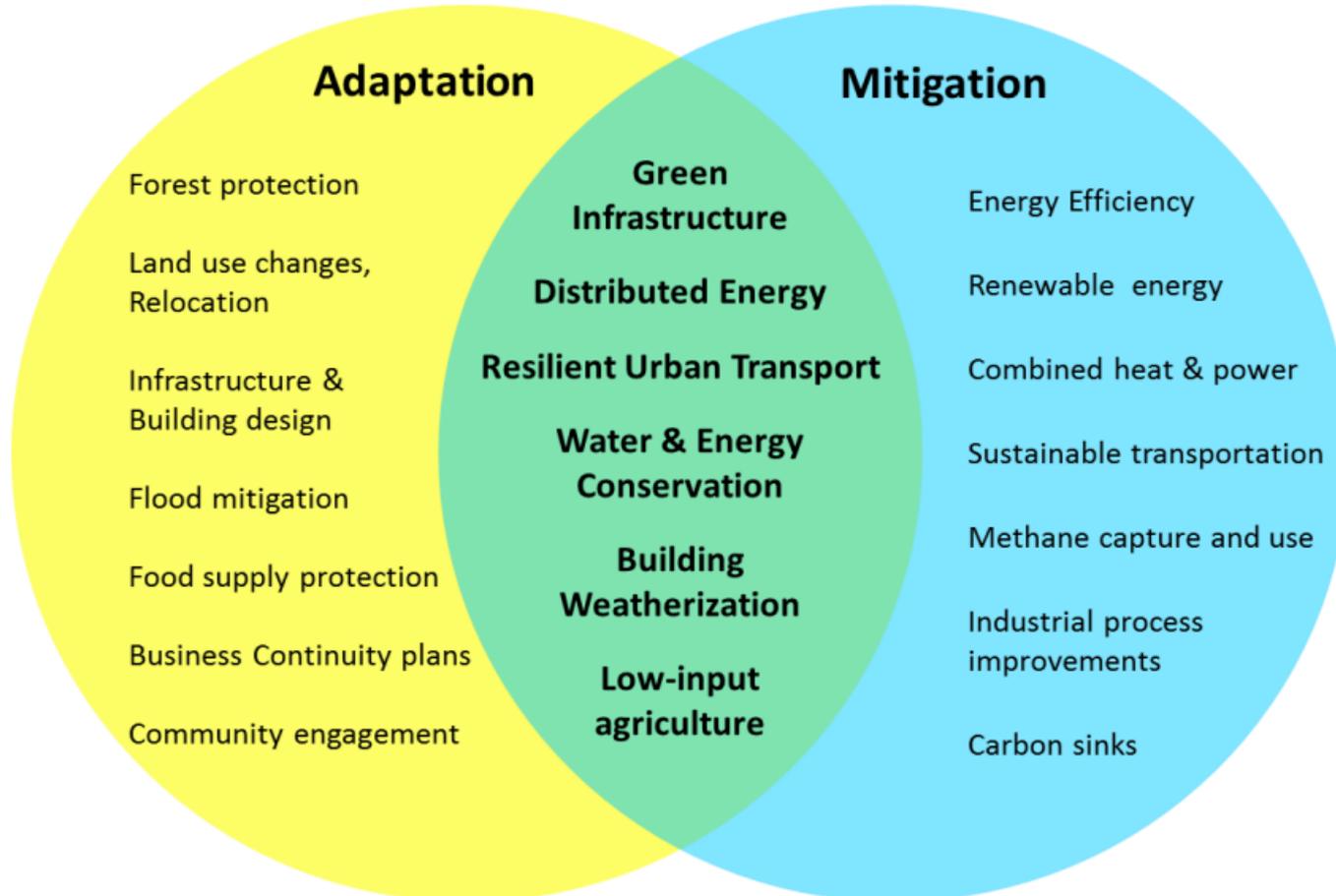
- Neufassung und regelmäßige Überarbeitung von Alarm- und Einsatzplänen zur Bewältigung von Schäden durch Extremwetterereignisse
- Erneuerung der technischen Ausrüstung für den Katastrophenschutz
- Katastrophenschutzübungen (mit klimawandelbedingten Szenarien)
- Sensibilisierung der Bevölkerung für Eigenvorsorge

## Beispiele für „anpassungsrelevante“ Maßnahmen

### *Verkehr*

- Bevorzugte Anlage von Rasengleisen bei Neu- und Umbauten
- Wiederherstellung von Straßeninfrastruktur
- Gezielte Begrünung trassen-naher Hangbereiche mit durchwurzelungsstarken Pflanzen zur Bodensicherung bei Starkregenereignissen
- Schienen- und Straßenentwässerung

## Adaptation + Mitigation Synergies



**S. Winkelman 2016.**

Graphic concept modified with acknowledgement of David MacLeod, City of Toronto.

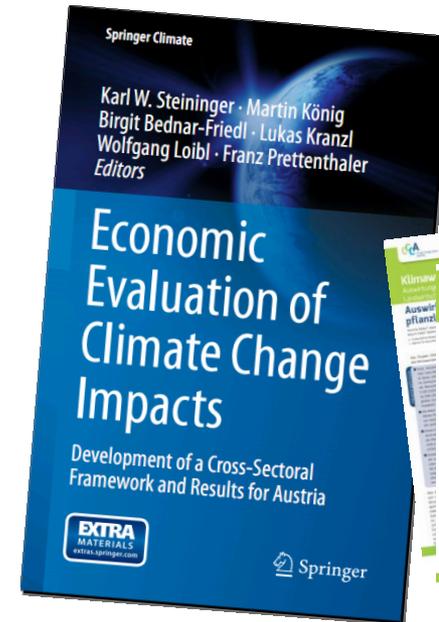
- Bereits unvollständige Analyse der Kosten des Nicht-Handels deuten auf erhebliche volkswirtschaftliche Kosten hin.
- Baseline-Entwicklung bestimmt zukünftige Kosten stark mit
- Durch Anpassung können volkswirtschaftliche Kosten deutlich reduziert werden
  - Obwohl Anpassung auch mit Kosten verbunden ist
  - Es bleibt ein „Rest-Schaden“
  - Co-Benefit: Positive Beschäftigungseffekte durch „softe“ Maßnahmen
- Bereits heute sind viele öffentliche Aktivitäten „anpassungsrelevant“
  - Anpassung wird bereits (unbewusst) betrieben
  - Anpassung ist stark Ressort-übergreifend
  - „Mainstreaming“ quer über alle Ressorts notwendig
- **Klimaschutz** (Mitigation) und **Klimawandelanpassung** (Adaptation) lassen sich in vielen Bereichen verbinden

## COIN

Steininger, K., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W., Prettenhaler, F. (ed.), (2015), Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria. Springer, Berlin.

Web: <http://coin.ccca.at>

- Executive Summary
- Factsheets
- Broschüre – Klimafolgen in 10 Bildern
- Link zu Springer Books



## PACINAS

Web: <http://anpassung.ccca.at/>

- Factsheets
- Arbeitspapiere
- Publikationen
- Vorträge



**Fallstudie S von Anpassung**

**Projektüberl**

**Volkswirtschaftliche Effekte von öffentlicher Klimawandelanpassung**

**Factsheet**

**Ziel von PACINAS**

Das Projekt PACINAS (Öffentliche Untersuchung der ökonomischen Auswirkungen der Klimawandelanpassung) beschäftigt sich mit den Kosten durch die Fallstudien auf Stadt-, Länder- und nationaler Ebene. Die Studie zielt auf die Identifizierung der besten Anpassungsmaßnahmen ab, die die Auswirkungen des Klimawandels mindern und die Kosten für die Wirtschaft und die Bevölkerung reduzieren. Die Studie wird von der Österreichischen Forschungsgemeinschaft (ÖFGR) und dem Umweltministerium (BMULFU) unterstützt.

**Was verstehen wir unter der Klimawandelanpassung?**

Die Anpassung an den Klimawandel ist die Anpassung der menschlichen Systeme an die Auswirkungen des Klimawandels. Dies kann die Vermeidung von Schäden und die Ausnutzung von Chancen umfassen. Die Anpassung kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden, von der individuellen Ebene bis hin zur globalen Ebene.

**Methodischer Ansatz**

Die volkswirtschaftlichen Effekte werden mittels eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells (EGE-Modell) untersucht. Das EGE-Modell ist ein Modell, das die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Sektoren der Wirtschaft darstellt. Das Modell wird mit Daten aus der österreichischen Wirtschaft (Landwirtschaft, Industrie, Dienstleistungen) kalibriert.

Dr. **Gabriel Bachner**

Wegener Center für Klima und Globalen Wandel

Karl Franzens Universität Graz

[gabriel.bachner@uni-graz.at](mailto:gabriel.bachner@uni-graz.at)