



Volkswirtschaftliche Effekte von öffentlicher Klimawandelanpassung

Ziel von PACINAS

Das Projekt PACINAS (Öffentliche Anpassungskosten – Untersuchung der österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel) beschäftigt sich mit den Kosten durch Klimawandelanpassung für den Öffentlichen Haushalt und den damit verbundenen Effekten für die Volkswirtschaft. Mit Fallstudien auf Stadt-, Länder- und Bundesebene werden sowohl das bereits bestehende Anpassungsdefizit als auch potenzielle zukünftige Anpassungskosten bis 2050 abgeschätzt. Im Mittelpunkt stehen die Anpassungskosten durch Extremereignisse wie Hochwasser, Massenbewegungen und Hitze sowie Aktivitätsfelder der österreichischen Anpassungsstrategie (BMLFUW, 2012) mit hoher Bedeutung für den Öffentlichen Haushalt (Land- und Forstwirtschaft, Wasser, Schutz vor Naturgefahren, Katastrophenmanagement, Verkehr, Stadt und Grünräume). PACINAS wird vom Wegener Center der Universität Graz in Kooperation mit dem Umweltbundesamt, AIT und IIASA durchgeführt.

Kontext

Klimawandelanpassung verursacht Kosten (vgl. PACINAS Factsheet #4), gleichzeitig werden durch Anpassung aber auch negative Klimawandelfolgen reduziert, es wird also auch Nutzen geschaffen. Diese Kosten und Nutzen werden oft in betriebswirtschaftlichen oder sektoralen „Kosten-Nutzen Analysen“ gegenübergestellt, in solch engen Betrachtungen wird jedoch übersehen, dass aus volkswirtschaftlicher Sicht weitere indirekte Effekte durch Anpassung entstehen; z.B. auf Beschäftigung, Bruttoinlandsprodukt (BIP) und auch auf die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt. Diese volkswirtschaftlichen Effekte sind Thema des vorliegenden Factsheets.

Methodischer Ansatz

Die volkswirtschaftlichen Effekte werden mittels eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells (CGE Modell) untersucht, welches bereits im Projekt COIN verwendet wurde (Bachner et al., 2015a). Das COIN-Modell bildet die Folgen des Klimawandels unter einem +2°C-Szenario für zehn Aktivitätsfelder (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasser, Energie, Heizen und Kühlen, Verkehr, Industrie, Tourismus, Katastrophenmanagement, Städte und Grünraum) bis zur Mitte

des Jahrhunderts (2050) ab und errechnet deren volkswirtschaftliche Effekte¹.

Im Rahmen von PACINAS wurde zusätzlich öffentliche Anpassung in das COIN-Modell integriert. Da aus öffentlicher Perspektive nicht alle Aktivitätsfelder die gleiche Wichtigkeit haben, wurden in PACINAS nur jene Aktivitätsfelder näher untersucht, die die höchste budgetäre Relevanz haben (siehe PACINAS Factsheet #4): Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft sowie Katastrophenmanagement (inklusive Schutz vor Naturgefahren).

Diese Art von Analyse bietet wichtige neue Erkenntnisse hinsichtlich öffentlicher Anpassung. Aus budgetärer Sicht wirkt sich öffentliche Anpassung einerseits in Form von veränderten laufenden Ausgaben (z.B. Aufträge für Planungsbüros, Instandhaltungskosten öffentlicher Infrastruktur, Arbeitseinsatz) aus, und andererseits in Form von veränderten öffentlichen Investitionen. Der entstehende direkte Effekt dieser Veränderungen ist die Reduktion von Klimawandel-induzierten Schäden je Aktivitätsfeld (siehe Steininger et al. 2015, 2016). Es stellt sich demnach die Frage der Effizienz von Anpassung; also wieviel im jeweiligen Aktivitätsfeld an Schäden reduziert werden kann und zu welchen Kosten.

Für die notwendigen Modellinputs wurden extensive Literatur-Recherchen sowie Expertenbefragungen durchgeführt; vor allem hinsichtlich möglicher Kosten und Nutzen verschiedener Anpassungsmaßnahmen.

Für das Aktivitätsfeld Katastrophenmanagement (Hochwasserschutz) wurde hierfür auf eine Metastudie mit über 80 Hochwasser-Anpassungsprojekten in Europa im Zeitraum 1991-2015 (Kuik et al., 2016) zurückgegriffen. Laut dieser Studie unterscheidet sich die Effizienz von Anpassung nach Maßnahmentyp maßgeblich. Gemessen als Schadensreduktion (in €) im Verhältnis zu den Anpassungsausgaben (in €) sind „softe“ Maßnahmen (z.B. Frühwarnsysteme) effizienter als „graue“ (z.B. Hochwasserschutzdämme) und „grüne“ Maßnahmen (z.B. Retentionsflächen). Für softe Maßnahmen wird für gegenwärtige Projekte ein Nutzen in Höhe von 11 Euro pro eingesetzten Euro angegeben, während der Nutzen für grüne und graue Maßnahmen bei 2 Euro bzw. 4 Euro liegt.

Für das Aktivitätsfeld Forstwirtschaft wurden Schadensreduktionspotentiale basierend auf ExpertInnenenschätzungen verwendet, die je nach Schadensart und Maßnahmentyp

¹ Die Auswirkungen auf die einzelnen Aktivitätsfelder wurden für ausgewählte Wirkungsketten in sektoralen Modellen bzw. Abschätzungen unter Beteiligung von 19 Forschungsteams aus Österreich im Rahmen des COIN-Projekts ermittelt (Steininger et al. 2015)



zwischen 5% und 30% liegen (für Details siehe Bachner et al. 2017).

Für das Aktivitätsfeld Landwirtschaft wurde ebenfalls auf ExpertInnenenschätzungen sowie auf bestehende Literatur zurückgegriffen (Mitter et al., 2015, Schönhart et al., 2016), wonach in Österreich die landwirtschaftlichen Ernteerträge durch Anpassung um rund 10% erhöht werden können². Wichtig ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass hinsichtlich potentieller Klimafolgen (aus COIN) und Anpassungspotential in der Landwirtschaft erhebliche Unsicherheiten bestehen und weitere Sensitivitätsanalysen durchgeführt werden müssen.

Zeitliche Entwicklung der anpassungsrelevanten Ausgaben des Bundes

Um die volkswirtschaftlichen Auswirkungen von öffentlicher Anpassung bis 2050 zu errechnen, wurde in einem ersten Schritt ein exemplarisches Anpassungs-Szenario entwickelt. Der Ausgangspunkt hierfür sind die derzeitigen anpassungsrelevanten Ausgaben³ des Bundes (vgl. PACINAS Factsheet #4), welche bis 2050 fortgeschrieben werden⁴. Diese Fortschreibung beruht auf Stakeholdereinschätzungen bezüglich des Mehrbedarfs für einzelne Handlungsempfehlungen (beispielsweise für softe Maßnahmen wie Monitoringsysteme), auf internationalen Empfehlungen bezüglich einer sinnvollen zeitlichen Abfolge von grauen, grünen, soften Maßnahmen (Watkiss et al., 2014) sowie auf dem mittelfristigen Strategiebericht zum Bundesbudget (BMF, 2015). Abbildung 1 zeigt dieses Szenario unterteilt nach Maßnahmentyp und Aktivitätsfeldern bzw. Sektoren, in denen Anpassung implementiert und finanziert wird. Da Anpassung eine Querschnittsmaterie ist, sind Finanzierer und Nutznießer von Anpassung nicht immer deckungsgleich. So entstehen zum Beispiel durch Schutzwälder, die im Forstsektor finanziert werden, Nutzen für Dritte im Sinne von reduzierten Schäden an Infrastruktur oder Gebäuden.

Ausgaben für graue Maßnahmen wie Schutzbauten dominieren in der aktuellen Periode bis 2020. Da aber der laufende Investitionszyklus im Bereich Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur bis 2020 enden sollte, wird angenommen, dass es 2020-2040 zu einer Abnahme dieser Ausgabenkategorie kommt, ab 2040 aber wieder eine Zu-

nahme erfolgt (Reinvestitionen). Ausgaben für softe Maßnahmen wie Informationsbereitstellung und Frühwarnsysteme spielen im derzeitigen laufenden Budget eine sehr geringe Rolle, jedoch nehmen die Ausgaben in der Periode 2020-2030 in diesem Szenario stark zu, um die Anpassungskapazität⁵ in den einzelnen Aktivitätsfeldern zu erhöhen (vgl. Watkiss et al., 2014). Ausgaben für grüne Maßnahmen wie beispielsweise die Ausweitung von Retentionsflächen, anpassungsrelevante Maßnahmen der ländlichen Entwicklung (ÖPUL) oder Waldbaumanagement ersetzen ab 2030 bis zu einem gewissen Grad graue Maßnahmen, weil die budgetären oder strukturellen Grenzen eines möglichen Ausbaus grauer Maßnahmen erreicht sind. Ausgaben für Forschung und Entwicklung sind aktivitätsfeldübergreifend und es wird hier eine Zunahme der Ausgaben bis 2030 unterstellt, mit anschließender Stagnation. In Summe ergibt sich eine Steigerung der Ausgaben um durchschnittlich 3% pro Jahr für die Periode 2016-2050. Im Vergleich dazu wachsen die anderen öffentlichen Ausgaben annahmegemäß mit dem Wirtschaftswachstum von durchschnittlich 1.65% pro Jahr („Referenz“ in Abbildung 1). Die sich ergebenden Ausgabenstrukturen des exemplarischen Anpassungspfades wurden im nächsten Schritt in das COIN-Modell implementiert, um die volkswirtschaftlichen Auswirkungen von Anpassung zu errechnen (für Details der Anpassungskosten und ihrer sektoralen Zuordnung siehe Bachner et al., 2017).

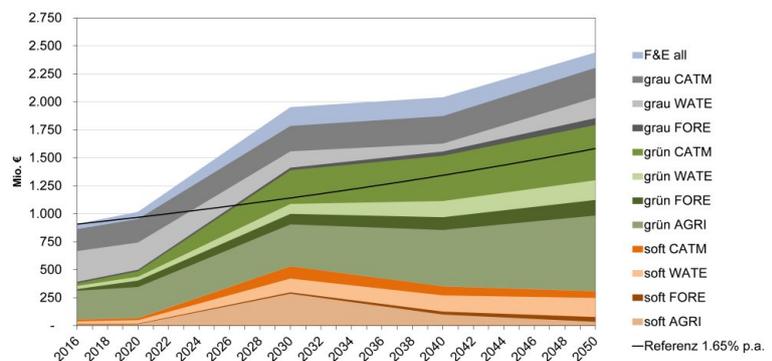


Abbildung 1: Exemplarisches Szenario für anpassungsrelevante Ausgaben in den öffentlichen Budgets (UG41-43) für die Aktivitätsfelder Landwirtschaft (AGRI), Forstwirtschaft (FORE), Wasser (WATE) und Katastrophenmanagement (CATM) sowie Forschung und Entwicklung (F&E) für die Periode 2016-2050

Quelle: PACINAS Working Paper #5 (Bachner et al., 2017)

² Durch zusätzliche Anpassung in einem sich geänderten Klima, relativ zu einem Referenzszenario ohne Klimawandel.

³ Ausgaben für Schieneninfrastruktur wurden nicht berücksichtigt, da dafür keine Klimaschäden errechnet wurden.

⁴ Es handelt sich lediglich um ein exemplarisches Szenario. Vorhersagen, wie sich anpassungsrelevante Ausgaben tatsächlich entwickeln werden, sind auf Grund von Unsicherheiten nur schwer zu treffen.

⁵ Die Fähigkeit von Systemen, Institutionen, Menschen und anderen Organismen, sich an potentielle schädliche Konsequenzen anzupassen, Vorteile zu nutzen oder darauf zu reagieren (IPCC, 2014).



Volkswirtschaftliche Effekte von Anpassung

Errechnet man die volkswirtschaftlichen Konsequenzen des Klimawandels aus allen zehn Aktivitätsfeldern entstehen negative Auswirkungen auf Bruttoinlandsprodukt (BIP: -0,15%), Wohlfahrt⁶ (-0,48%) und Arbeitslosigkeit (+0,2%); im „mittleren“ Klimawandelzenario im Vergleich zu einem Referenz-Szenario 2050 ohne Klimawandel (Bachner et al., 2015b).⁷

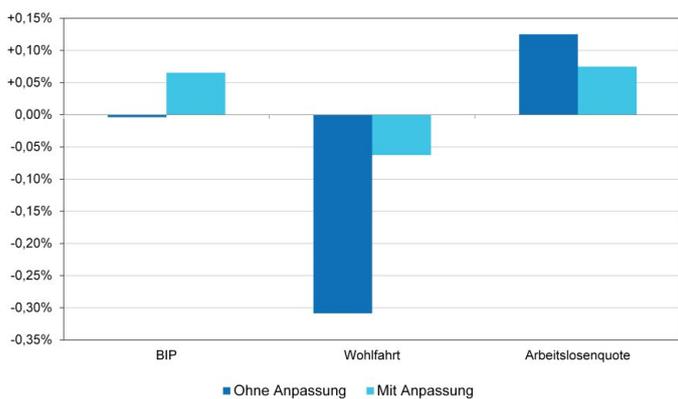


Abbildung 2: Effekte von Klimawandel (mittleres Klimawandel-Szenario) in den Aktivitätsfeldern Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Katastrophenmanagement, mit und ohne Anpassung für das Jahr 2050 (relativ zu Referenzszenario ohne Klimawandel)

Quelle: PACINAS Working Paper #5 (Bachner et al., 2017)

Im weiteren wird lediglich auf die drei Aktivitätsfelder Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Wasser fokussiert.⁸ Dementsprechend werden auch nur die Effekte von Klimawandel und Anpassung in diesen drei Feldern gezeigt. Durch öffentliche Anpassung in den Aktivitätsfeldern Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft sowie Katastrophenmanagement können negative Effekte reduziert werden. Abbildung 2 zeigt die makroökonomischen Modellergebnisse. Der Effekt auf das BIP ohne Anpassung ist leicht negativ und wird mit Anpassung positiv (+0,07%); jeweils im Vergleich zu einem Szenario ohne Klimawandel. Im unterstellten Szenario hat Anpassung demnach einen positiven Effekt auf das BIP. Einerseits ergeben sich diese durch Anpassungsspezifische Produktivitätsgewinne (Landwirtschaft) sowie positive Beschäftigungseffekte, die vor allem durch grüne und weiche Maßnahmen erzeugt werden (z.B. in der Forstwirtschaft oder für die Erstellung von Gefahrenzonenkarten). Andererseits entstehen positive BIP-Effekte durch

vermeidene negative Klimawandelfolgen (wie zum Beispiel die Reduktion von Schäden durch Borkenkäfer).

Betrachtet man die Wirkung auf die Wohlfahrt sieht man, dass die positive Wirkung von Anpassung stärker ist als auf das BIP. Ohne Anpassung sinkt das Wohlfahrtsniveau durch Klimawandel um 0,3%, während mit Anpassung das Niveau nur um 0,06% sinkt (jeweils relativ zum Referenz-Szenario ohne Klimawandel). Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass durch öffentliche Anpassung Schäden an privaten Vermögen reduziert werden können und auch mehr Beschäftigung und somit mehr Einkommen aus Arbeit entsteht, welches wiederum für Konsum verwendet wird. Abbildung 3 zeigt, wie sich die in Abbildung 2 dargestellten Gesamteffekte auf BIP und Wohlfahrt zusammensetzen.

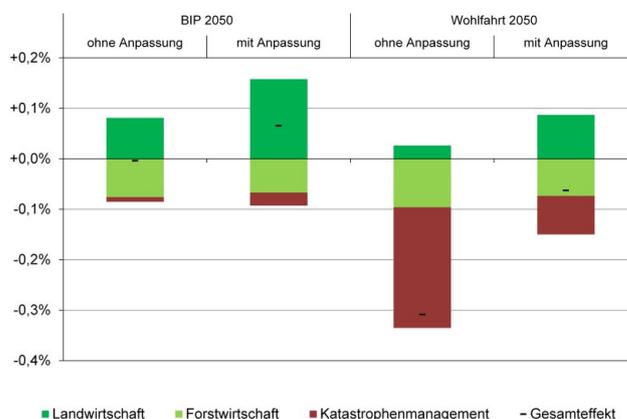


Abbildung 4: Beiträge der Klimawandel-Effekte der einzelnen Aktivitätsfelder zum Gesamteffekt auf Bruttoinlandsprodukt (BIP) sowie Wohlfahrt, jeweils mit und ohne Anpassung für das Jahr 2050 (relativ zu Referenzszenario ohne Klimawandel).

Quelle: PACINAS Working Paper #5 (Bachner et al., 2017)

Vergleicht man nun die Zusammensetzung des BIP und Wohlfahrtseffekts aus dem Szenario ohne Anpassung zum Szenario mit Anpassung, zeigt sich, dass der positive BIP-Effekt aus den Aktivitätsfeldern Landwirtschaft (Produktivitätsgewinn) und Forstwirtschaft (v.a. Reduktion von Schäden am Schutzwald) stammt. Der gesamte BIP-Effekt („Gesamteffekt“) wird im Szenario mit Anpassung sogar positiv, während er im Szenario ohne Anpassung leicht negativ ist. Durch Anpassung entstehen auch positive Effekte auf die Wohlfahrt, die zum Großteil aus reduzierten Schadenskosten im Feld Katastrophenmanagement resultieren, die wiederum zu einem Rückgang des wohlfahrtsmindernden „erzwungenen Konsums“⁹ führen. Auch im Aktivitäts-

⁶ Gemessen als Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Konsummöglichkeit

⁷ Man beachte, dass in COIN nur bestimmte Wirkungsketten berücksichtigt werden konnten und diese Ergebnisse (ohne Anpassung) somit als untere Schranke der Kosten des Nicht-Handelns zu interpretieren sind. Je nach unterstelltem Klimaszenario können die Effekte stärker ausfallen.

⁸ Das Aktivitätsfeld Wasser ist nur indirekt berücksichtigt, da der Wasser Sektor Anpassung teilweise mitfinanziert.

⁹ Werden Konsumgüter wie z.B. Möbel oder Fahrzeuge durch Extremwetterereignisse zerstört oder beschädigt, müssen diese neu angeschafft oder repariert werden. Diese Ausgaben („erzwungener Konsum“) stellen lediglich den Zustand vor dem Extremwetterereignis wieder her und wirken somit nicht als wohlfahrtssteigernd, sondern reduzieren hingegen die Konsummöglichkeiten der Haushalte.



feld Landwirtschaft ergeben sich positive Effekte auf die Wohlfahrt und zwar durch Ertragssteigerungen und dämpfende Preiseffekte für Nahrungsmittel. Im Aktivitätsfeld Forstwirtschaft ergeben sich ebenfalls positive Wohlfahrtseffekte, vor allem dadurch, dass Klimawandel-induzierte Borkenkäferschäden im Schutzwald reduziert werden können und somit wieder mehr öffentliche Mittel für Transfers an private Haushalte zu Verfügung stehen. Betrachtet man den Gesamteffekt auf die Wohlfahrt, ist dieser auch mit Anpassung negativ, allerdings weniger gravierend als ohne Anpassung (jeweils im Vergleich zu einem Szenario ohne Klimawandel). Annahmegemäß wurde in PACINAS Anpassung nur in den drei Feldern Landwirtschaft, Forstwirtschaft sowie Katastrophenmanagement modelliert, weshalb die Ergebnisse als untere Grenze für die positive Wirkung von Klimawandelanpassung zu verstehen sind.

HAUPTERGEBNISSE

Die volkswirtschaftlichen Effekte von Klimawandelanpassung in den Aktivitätsfeldern Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Katastrophenmanagement sind durchwegs positiv; im Vergleich zum Klimawandelszenario ohne Anpassung.

Die Klimawandel-induzierten negativen BIP-Effekte werden durch Anpassung positiv und Wohlfahrtsverluste können durch Anpassung in den Aktivitätsfeldern Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasser und Katastrophenmanagement auf ein Fünftel reduziert werden.

Klimawandelanpassung kann langfristig zu positiven Beschäftigungseffekten führen, falls vermehrt auf softe und grüne Maßnahmen gesetzt wird.

AutorInnen: Gabriel Bachner, Birgit Bednar-Friedl, Nina Knittel

Satz & Layout: Astrid Felderer

QUELLEN

Bachner, G., Bednar-Friedl, B., Knittel, N. (2017), *Economy-wide effects of public adaptation and funding of public adaptation*. PACINAS Working Paper 5.

Bachner, G., Bednar-Friedl, B., Nabernegg, S., Steininger, K. (2015a), *Economic Evaluation Framework and Macroeconomic Modelling*. In: Steininger, K.W., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W., Pretenthaler, F. (ed.), *Economic Evaluation*

of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria. Springer, Berlin, S. 101-122.

Bachner, G., Bednar-Friedl, B., Nabernegg, S., Steininger, K. (2015b), *Macroeconomic Evaluation of Climate Change in Austria: A Comparison Across Impact Fields and Total Effects*, in: Steininger, K.W., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W., Pretenthaler, F. (ed.), *Economic Evaluation of Climate Change Impacts: Development of a Cross-Sectoral Framework and Results for Austria*. Springer, Berlin, S. 415-440.

Bundesministerium für Finanzen (BMF) (2015), *Strategiebericht zum Bundesfinanzrahmengesetz 2016-2019 gemäß § 14 BHG 2013*. BMF, Wien, <https://www.bmf.gv.at/budget/das-budget/bundesfinanzrahmen-und-strategiebericht.html>

IPCC (2014), *Annex II: Glossary* [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: *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, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 117-130.

Kuik, O., Scussolini, P., Mechler, R., Mochizuki, J., Hunt, A., Wellman, J. (2016), *Assessing the economic case for adaptation to extreme events at different scales*. ECONADAPT Deliverable 5.1, <http://econadapt.eu/reports>.

Mitter, H., Heumesser, C., Schmid, E., (2015), *Spatial modeling of robust crop production portfolios to assess agricultural vulnerability and adaptation to climate change*. *Land Use Policy* 46, 75-90.

Schönhart, M., Schauppenlehner, T., Kuttner, M., Kirchner, M., Schmid, E., (2016), *Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria*. *Agricultural Systems* 145, 39-50.

Steininger, K., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W., Pretenthaler, F. (eds.) (2015), *Climate Change in Austria: The Costs of Inaction*, Springer, Berlin.

Steininger, K.W., Bednar-Friedl, B., Formayer, H., König, M. (2016), *Consistent economic cross-sectoral climate change impact scenario analysis: Method and application to Austria*, *Climate Services* 1, 39-52, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cliser.2016.02.003>.

Watkiss, P., Hunt, A., Blyth, W. and Dyszynski, J. (2014), *The use of new economic decision support tools for adaptation assessment: A review of methods and applications, towards guidance on applicability*. *Climatic Change*. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-014-1250-9>