

Die gesellschaftlichen Kosten von Anpassung: Ansätze für eine Bewertung von Anpassungsoptionen (SALDO)

Wegener Zentrum für Klima und
Globalen Wandel, Universität Graz

Umweltbundesamt



ProjektmitarbeiterInnen und AutorInnen des Berichts:

Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz

Dr. Birgit Bednar-Friedl (Projektleitung)

Dr. Olivia Koland

Janine Raab

Umweltbundesamt

Dipl.-Geogr. Martin König

Diese Publikation sollte folgendermaßen zitiert werden:

Bednar-Friedl, B., Koland, O., König, M., Raab, J. (2011): Die gesellschaftlichen Kosten von Anpassung: Ansätze für eine Bewertung von Anpassungsoptionen (SALDO). Endbericht von StartClim2010.C in StartClim2010: Anpassung an den Klimawandel: Weitere Beiträge zur Erstellung einer Anpassungsstrategie für Österreich, Auftraggeber: BMLFUW, BMWF, BMWFJ, ÖBF

Bednar-Friedl, B., Koland, O., König, M., Raab, J. (2011): Die gesellschaftlichen Kosten von Anpassung: Ansätze für eine Bewertung von Anpassungsoptionen (SALDO) [The Social Costs of Adaptation: Approaches to an Evaluation of Adaptation Options]. Final Report of StartClim2010.C in StartClim2010: Adaptation to Climate Change: Further Contributions for the development of a policy paper for adaptation to climate change in Austria, funded by: BMLFUW, BMWF, BMWFJ, ÖBF

Graz/Wien, im Juli 2011

StartClim2010.C

Teilprojekt von StartClim2010

Projektleitung von StartClim2010:

Universität für Bodenkultur, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt

Institut für Meteorologie, Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien

URL: <http://www.austroclim.at/startclim/>

StartClim2010 wurde aus Mitteln des BMLFUW, des BMWF, des BMWFJ und der ÖBf gefördert.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Abstract	4
C-1 Einleitung	4
C-2 Entwicklung eines Bewertungsschemas für Anpassungsoptionen	7
C-3 Indikatoren	9
C-3.1 Kriterium A: Wichtigkeit	10
C-3.2 Kriterium B: Dringlichkeit	10
C-3.3 Kriterium C: Klimapolitische Ziele	11
C-3.4 Kriterium D: Umwelt- und soziale Folgen	11
C-3.5 Kriterium E: Flexibilität	12
C-3.6 Kriterium F: Ökonomische Vernunft	13
C-3.7 Kriterium G: Umsetzbarkeit	15
C-4 Bewertungsschema	22
C-4.1 Codevergabe für die Indikatoren	22
C-4.2 Zusammenführen der Indikatoren	22
C-4.3 Varianten des Bewertungstools	24
C-5 Berücksichtigung von Unsicherheiten	26
C-5.1 Quellen anpassungsrelevanter Unsicherheiten	26
C-5.2 Handhabung von Unsicherheiten im Rahmen von SALDO	26
C-6 Die praktische Umsetzung und Benutzung des Bewertungstools	28
C-6.1 Technische Implementierung	28
C-6.2 Benutzung und Durchlauf	29
C-7 Ergebnisse	33
C-7.1 Illustration anhand eines Maßnahmenportfolios	33
C-7.2 Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen	39
C-8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	42
Literaturverzeichnis	45
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	46
Anhang	48

Kurzfassung

Die Anpassung an den Klimawandel betrifft eine Vielzahl von Sektoren, Akteuren und Entscheidungsträger auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen. Ziel dieses Projektes ist es daher, eine Entscheidungshilfe zur Auswahl von Anpassungsoptionen anzubieten. Zu diesem Zweck wird ein Excel-basiertes Bewertungstool entwickelt, das den/die Nutzer/in durch einen Kriterienkatalog führt, um die Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Maßnahmen zu identifizieren und auf Kriterienebene vergleichbar zu machen. Auf Basis von anderen nationalen Studien (D, GB, NL) werden sowohl ökonomische Kriterien wie Nutzen (vermiedene Schäden) und Kosten der Maßnahme als auch nicht-ökonomische Kriterien wie Dringlichkeit, Synergien und Trade-offs zu klimapolitischen Zielen sowie Flexibilität bezüglich unsicherer Klimaentwicklungen und veränderter Rahmenbedingungen berücksichtigt. Darüber hinaus werden Leitkriterien ‚guter Anpassung‘ integriert (z.B. Eignung als ‚No-/Low-Regret‘ oder ‚Win-Win‘ Maßnahmen). Der/die Nutzer/in kann neben einer Basisvariante (alle Kriterien gleichrangig) mittels Schwerpunktwahl (ökonomisch, ökologisch/nachhaltig, Unsicherheiten) unterschiedliche Vorgaben des Tools für die Bewertung testen. Anhand von vier konkreten Maßnahmen wird die Funktionsweise des Tools illustriert. Der Hauptbeitrag des Tools liegt im Sichtbarmachen der Wirkungen einer Maßnahme bezüglich der entscheidungsrelevanten Kriterien und im Identifizieren von Synergien und Trade-offs hinsichtlich der Zielerreichung unterschiedlicher Kriterien. Darüber hinaus zeigt das Tool auf, welche Informationen für die Entscheidungsfindung notwendig sind und wo Datenlücken gefüllt werden sollten. Bezüglich des Vergleichs unterschiedlicher Maßnahmen ergibt sich, dass Maßnahmen mit einem gemeinsamen Anpassungsziel sich v.a. in den Kriterien Flexibilität und ökonomische Bewertung unterscheiden, wohingegen sich Maßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen zusätzlich hinsichtlich Schadensvermeidung und Wechselwirkungen zum Klimaschutz unterscheiden. Ergebnisse zu Dringlichkeit, Umwelt- und sozialen Folgen können sehr unterschiedlich ausfallen.

Abstract

Adaptation is set in a complex environment of sectors, stakeholders and policy makers at different scales. SALDO's prime objective is to develop a decision support tool to ease the selection of adaptation measures for diverse actors. The tool was developed in an Excel format to allow for a broad application by different users. The user is guided through a criteria catalogue to identify the pros/cons and constraints of a distinct adaptation measure. Comparing each measure criteria by criteria allows for a cumulative evaluation of different (up to five) measures at criteria level as well as a ranking of measures. Based on other national studies (namely UK, NL and D), SALDO encompasses economic (benefits and costs, avoided damages) as well as non-economic criteria such as urgency, synergies/trade-offs with mitigation, no/low regret measures, flexibility potential in response to the demands that uncertainty is putting on adaptation, and mainstreaming potential of measures in other policy domains. In addition to a basic variant with equal weighting of all indicators the user can choose between an ecological, economic or uncertainty-driven bias. The function of the tool is illustrated by four examples of adaptation measures. The main contribution of the SALDO tool is on the one hand the visualization of impacts of a certain measure in terms of the decisive key criteria and on the other hand the identification of synergies and trade-offs with respect to different policy goals reflected in the criteria. Furthermore, the tool shows the information gaps necessary to fill in order to get to information-based policy decisions for adaptation. When comparing different measures with a common adaptation target, the decisive criteria encompass flexibility and economic performance, while a comparison of measures from different areas shows additional differences in terms of potentially avoided damages, urgency, and interaction with mitigating climate change.

C-1 Einleitung

Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sind wichtige und notwendige Instrumente, um die negativen Auswirkungen durch den Klimawandel abzufedern bzw. die Anpassungsfähigkeit von Wirtschaft, Gesellschaft und natürlichen Lebensräumen zu erhöhen. Da Klimawandelanpassung ein komplexes Feld an Themen und Akteuren aufspannt, erfordert sie eine koordinierte Herangehensweise. Dem wird in Österreich in der Entwicklung einer nationalen Anpassungsstrategie, wie sie bereits in vielen europäischen Ländern stattgefunden hat bzw. stattfindet (siehe z.B. Swart et al., 2009, für eine Übersicht), Rechnung getragen.

Die Anpassung an den Klimawandel ist einerseits sektoral und regional spezifisch, andererseits sind private und öffentliche Akteure bzw. Entscheidungsträger auf unterschiedlichen Verwaltungs- und Regierungsebenen involviert. Anpassung liegt außerdem in sehr unterschiedliche Arten vor, die oftmals nur schwer differenzierbar sind und/oder sich mit anderen Entwicklungszielen überschneiden: Ausgehend von den „potentiellen Schäden“ durch Klimawandel (wenn keinerlei Anpassung stattfindet), ergibt sich durch sogenannte *autonome Anpassung* der Firmen und Haushalte das niedrigere Level der „erwarteten Schäden“. *Politik-induzierte* oder *geplante Anpassung* kann weitere Schäden verhindern, aber nicht sämtliche (Restschäden). Da man jedoch durch Klimawandelanpassungen nur einen Teil der Schäden vermeiden kann, treten selbst bei theoretisch perfekter Anpassung „unvermeidbare Schäden“ auf (vgl. Füssel, 2007).

Weitere Formen der Anpassung betreffen einerseits die Unterscheidung zwischen *proaktiven* und *reaktiven Maßnahmen* (ein Beispiel für ersteres wären Versicherungen gegen Sturmschäden, während letzteres beispielsweise Katastropheneinsätze nach einer Überflutung umfasst), sowie der Einteilung in *technische Maßnahmen* (Dammbauten etc.), *planerische Maßnahmen* (z.B. Ausweisen von Risikoflächen in Flächenwidmungsplänen) und *ökosystemstärkende Maßnahmen* (z.B. Aufforstung). Darüber hinaus kommt bei Klimawandelanpassung der zeitlichen Komponente eine Schlüsselrolle zu (Vorlaufzeit, kurz-/mittelfristiger vs. nachhaltiger Nutzen von Anpassungsoptionen, rechtzeitiger Handlungsbedarf), ebenso wie der Berücksichtigung von Unsicherheiten in Klimavariabilität und dem Eintreten von Extremereignissen.

Das vorliegende Projekt SALDO hat sich daher zum Ziel gesetzt, ein Bewertungstool für unterschiedlichste Anpassungsoptionen zu entwickeln, das die Entscheidungsfindung im Rahmen der österreichischen Anpassungsstrategie – sowohl in der Planungs- als auch der Durchführungsphase – unterstützen soll. Um die Entwicklung eines verlässlichen Bewertungsinstrumentes zu bewerkstelligen, werden bereits bestehende Methoden zur Bewertung von Anpassungsmaßnahmen evaluiert. Herausragende europäische Entwicklungen in Sachen nationaler Anpassungsstrategien dienen als Vorbilder für das Projekt SALDO. Dazu zählen insbesondere das UK Climate Impacts Programme (Kernpapiere daraus sind z.B. Willows und Connel, 2003, zur Entscheidungsfindung unter Unsicherheit, und UKCIP, 2004, zur ökonomischen Bewertung von Klimafolgen), der niederländische „Ruiteplanner“ (Van Ierland et al., 2007 zu Anpassungsoptionen und -kosten) und die deutsche Anpassungsstrategie – insbesondere die Arbeit vom „Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung“ am Umweltbundesamt (KomPass, www.anpassung.net), das 2006 zur Unterstützung der nationalen Anpassungsstrategie geschaffen wurde.

Aufbauend auf diesen internationalen Erfahrungen wird ein vorrangig qualitative Excel-basiertes Bewertungstool entwickelt, mit dem Maßnahmen zur Klimawandelanpassung evaluiert und verglichen werden können. Wesentliches Ziel von SALDO ist es, die politischen Ziele hinsichtlich Finanzierbarkeit, Nachhaltigkeit, Erhalt der Funktionen von Ökosystemen sowie sozialen Entwicklungszielen unserer Gesellschaft Rechnung zu tragen. Eine ebenfalls kritische Komponente in der Frage zu Klimafolgen und wie man ihnen

begegnet ist das Thema der Unsicherheiten, dem im Bewertungstool ebenfalls Rechnung getragen wird. Auch die Integration von Leitkriterien „guter“ Anpassung ist bei der Entscheidungsfindung zentral. Um die unterschiedlichen Maßnahmen entlang der zentralen Ziele (Kriterien) vergleichen zu können und somit beispielsweise Zielkonflikte sichtbar zu machen, nutzt SALDO die in komplexen Entscheidungsprozessen häufig verwendete Methode der Multikriterien-Analyse (MCA).

Ultimatives Ziel des SALDO-Bewertungstools ist ein rechtzeitiger und umfassender Diskurs für reaktives wie proaktives Handeln in der Klimawandelanpassung, sodass idealerweise beide Formen von Fehlanpassung, sprich Über- wie Unteranpassung, vermieden werden können. Das Tool dient dabei primär der Entscheidungsaufbereitung, indem es die bewusste Reflexion von Maßnahmen hervorbringt. Ziel des Tools ist es *nicht*, eine konkrete Maßnahme auszuwählen, sondern vielmehr die Vor- und Nachteile gegenüber alternativen Maßnahmen abzuwägen. Im Rahmen von Stakeholderprozessen sollten die Ergebnisse eines Tooldurchlaufs weiter diskutiert werden. Dies setzt insbesondere die Reflexion über entscheidungsrelevante Kriterien voraus und deren Bedeutung für die Politik bzw. das Management der Klimawandelanpassung. Das bewusste Reflektieren erhöht letztlich auch die Transparenz von Entscheidungsprozessen.

Die Nutzerschaft des Tools ist idealerweise sehr breit angelegt – entsprechend der thematischen Breite des Bereichs der Klimawandelanpassung. Auch Nicht-ExpertInnen im Bereich der Klima- und Klimafolgenforschung, die Maßnahmen planen und/oder das Tool benützen, sollen beispielsweise spezifische Aussagen zu Betroffenheit oder Unsicherheitsbandbreiten abgeben können. Das Bewertungstool soll für Entscheidungsträger und Projekte, die Anpassungsmaßnahmen entwickeln oder planen, öffentlich zur Verfügung gestellt werden.

Dieser Bericht ist wie folgt aufgebaut. In Kapitel C-2 erfolgt eine Beschreibung der zentralen Kriterien, die im Bewertungstool berücksichtigt werden. Kapitel C-3 beschreibt die Indikatoren, mit deren Hilfe die Kriterien operationalisiert werden. Die Zusammenführung mehrerer Indikatoren zu einem Kriterium erfolgt in Kapitel C-4, während Kapitel C-5 auf die Berücksichtigung von Unsicherheiten eingeht. Kapitel C-6 gibt eine kurze Einführung in die Nutzung des Excel-basierten Tools, bevor in Kapitel C-7 die Funktionsweise des Tools anhand von vier Anpassungsmaßnahmen illustriert wird. Schlussfolgerungen runden den Bericht ab.

C-2 Entwicklung eines Bewertungsschemas für Anpassungsoptionen

Um adäquat auf bereits eingetretene Klimafolgen zu reagieren (reaktive Anpassung) bzw. rechtzeitig hinsichtlich zukünftig erwarteter und unsicherer Entwicklungen des Klimasystems Maßnahmen zur Abfederung von Schäden zu treffen (proaktive Anpassung), müssen vorhandene Mittel zur Klimawandelanpassung sinnvoll verteilt werden, Zeitpfade mit eingeplant und die Unsicherheiten von Klimaänderungen berücksichtigt werden. Ein Bewertungstool soll aus der Fülle von Kriterien, die in diese Entscheidungen einfließen, eine strukturierte Abfolge von Kriterien erstellen, die es erlaubt, Maßnahmen der Klimawandelanpassung umfassend zu evaluieren.

Aufbauend auf bereits bestehenden Klimawandelanpassungsstrategien anderer europäischer Länder (siehe Tabelle) erfolgt die Bewertung von Maßnahmen anhand von sieben Kriterien. Dabei wurde insbesondere darauf geachtet, entscheidungsrelevante Faktoren möglichst vollständig zu erfassen und Doppelzählungen zu vermeiden.

Tab. C- 1: Kriterien

	Kriterium	Priorität	Literatur/ Anpassungsstrategien anderer Länder
A	WICHTIGKEIT	Maßnahme kann Schäden in großer Höhe vermeiden (reversibel/irreversibel, monetär/ nicht monetär fassbar)	OECD (2008), UKCIP (2004), Ruiteplaner NL (2007)
B	DRINGLICHKEIT	Schäden sind bereits eingetreten oder in naher Zukunft zu erwarten; Wirkung der Maßnahme tritt erst verzögert ein	UBA-D (2010), De Bruin et al. (2009), Ruiteplaner NL (2007)
C	KLIMAPOLITISCHE ZIELE	Maßnahme erzeugt positive Effekte für Klimaschutz und/oder Anpassung in anderen Bereichen („win-win“ Maßnahmen)	UBA-D (2010), De Bruin et al. (2009)
D	UMWELT- UND SOZIALE FOLGEN	Maßnahme bringt – über den Klimawandel hinausgehend – positive Folgen für Umwelt, wertvolle/sensible Schutzgüter und soziales Umfeld	UBA-D (2010), De Bruin et al. (2009)
E	FLEXIBILITÄT	Maßnahme ist für eine weite Bandbreite möglicher Klimaänderungen geeignet. Maßnahme kann modifiziert und an aktuelle Entwicklungen angepasst werden	Willows and Connel (2003), UBA-D, Prutsch et al. (2010), Ruiteplaner NL (2007)
F	ÖKONOMISCHE VERNUNFT	Gesellschaftlicher Nutzen übersteigt Kosten der Maßnahme unter unterschiedlichen Klimaentwicklungen (inklusive nicht monetärer Werte) (No- und Low-Regret Maßnahmen)	EEA (2007), OECD (2008), Parry et al. (2009), Ruiteplaner NL (2007), UBA-D (2010)
G	UMSETZBARKEIT	Beurteilung der Maßnahme hinsichtlich ihrer Komplexität / Rahmenbedingungen für Entscheidungsträger/ politische und gesellschaftliche Relevanz [ohne Bewertung]	De Bruin et al. (2009)

Leitkriterien guter Anpassung sind bei der Planung und Umsetzung von Anpassungsoptionen zentral. Diese umfassen das vorrangige Setzen von

- No-/Low-Regret Maßnahmen
- Win-Win-Maßnahmen
- Maßnahmen, die frühes Handeln erfordern

Sie werde in der Bewertung an folgenden Stellen berücksichtigt:

No-Regret-Maßnahmen zeichnen sich dadurch aus, dass positive Effekte bei allen möglichen Klimaentwicklungen generiert werden (selbst ohne Klimawandel). D.h. der ökonomische und/oder ökologische Nutzen übersteigt die Kosten der Maßnahme für alle Klimaentwicklungen, und die Maßnahme bringt daher jedenfalls keine Nachteile. Ein Indikator für No-Regret Maßnahme ist das Verhältnis von Kosten/Nutzen im Kriterium F Ökonomische Vernunft; das (gesellschaftliche) Kosten-Nutzen-Verhältnis wird hier für drei unterschiedliche Klimaentwicklungen abgefragt. Moderate Investitionen im Gebäudesektor, die auf die Anpassung an geänderte Temperaturen im Wohnraum durch geänderte Außentemperaturen reagieren, können zu einer vergleichsweise starken Erhöhung der Anpassungskapazität führen und – selbst im Falle eines schwächeren Klimawandels – Energiekosten einsparen, sodass der Nutzen der Maßnahme die Kosten jedenfalls übersteigt. No-Regret Maßnahmen sollten demnach möglichst wenig invasiv sein im Sinne des Kriteriums D (Umwelt- und soziale Folgen) sowie natürlich den klimapolitischen Zielen im Kriterium C (Anpassung in anderen Bereichen/Regionen und Klimaschutz) nicht zuwider laufen. Letztlich sollten sie auch flexibel im Sinne des Kriteriums E bzw. kostengünstiger Adaptierung der Maßnahme selbst sein.

Win-Win-Maßnahmen sind Maßnahmen, die sowohl zu Anpassung als auch anderen Entwicklungszielen beitragen (z.B. Umweltzielen, Klimaschutz, etc.). Sie bringen daher in jedem Fall Vorteile. Im Tool sind diese einerseits in Kriterium C (klimapolitische Ziele) implementiert, wo es um zusätzliche Synergien zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen sowie zu Anpassungserfordernissen in anderen Bereichen geht. Andererseits zeigt Kriterium D (Umwelt- und soziale Folgen) den Zusatznutzen („Co-Benefits“) einer Anpassungsoption für Umwelt und Gesellschaft an. So liefern beispielsweise Lawinenschutzmaßnahmen durch Aufforstung einen wünschenswerten Beitrag für die Bilanz der Treibhausgasemissionen (indem zusätzliches CO₂ gespeichert wird). Außerdem trägt Lawinenschutz – sei es durch Aufforstung oder bauliche Konstrukte – nicht nur zum Schutz der Verkehrsinfrastruktur und dem Erhalt von Transportwegen bei, sondern auch zur allgemeinen Sicherheit (Schutz vor Naturgefahren).

Maßnahmen, die besonders dringend sind und frühes Handeln erfordern (**early action**), weil sie entweder auf bereits eingetretene oder aber in Zukunft zu erwartende starke Klimawandelschäden abzielen, finden in Kriterium B Dringlichkeit Berücksichtigung.

Kriterien A bis F bilden die Basis für die Abschätzung von Vor- und Nachteilen unterschiedlicher Maßnahmen. Die Kriterien werden durch ökonomische und nicht ökonomische Indikatoren operationalisiert, die im nachfolgenden Kapitel genauer dargestellt werden.

Kriterium G nimmt eine Sonderstellung ein: Die technischen, politisch-institutionellen und sozialen Rahmenbedingungen werden in diesem Kriterium rein qualitativ betrachtet und dienen als Zusatzinformation für den Entscheidungsträger hinsichtlich der Umsetzbarkeit der Maßnahme. Eine separate Bewertung der Rahmenbedingungen (zur besseren Vergleichbarkeit zwischen Maßnahmen) ist ebenso denkbar (so geschehen z.B. in der niederländischen Anpassungsstrategie, vgl. de Bruin et al., 2009).

C-3 Indikatoren

Um den Grad der Zielerreichung je Kriterium zu bestimmen, werden die Kriterien durch Indikatoren operationalisiert (siehe Abb. C-1). Idealerweise kann ein Indikator über verfügbaren Daten quantitativ bestimmt werden (z.B. misst der Indikator „Tonnen CO₂-Äquivalente“ die Synergien zum Klimaschutz). Ist die Datenlage nicht hinreichend, müssen semi-quantitative oder qualitative Indikatoren herangezogen werden (z.B. „hohes, mittleres oder niedriges Niveau an CO₂-Äquivalenten“). Da die Datensituation für unterschiedliche Maßnahmen und Sektoren/Bereiche der Klimawandelanpassung unterschiedlich gut ist, das hier entwickelte Bewertungstool aber einen Vergleich unterschiedlicher Anpassungsoptionen zulassen soll, wird im Folgenden primär mit semi-quantitativen und qualitativen Indikatoren gearbeitet.

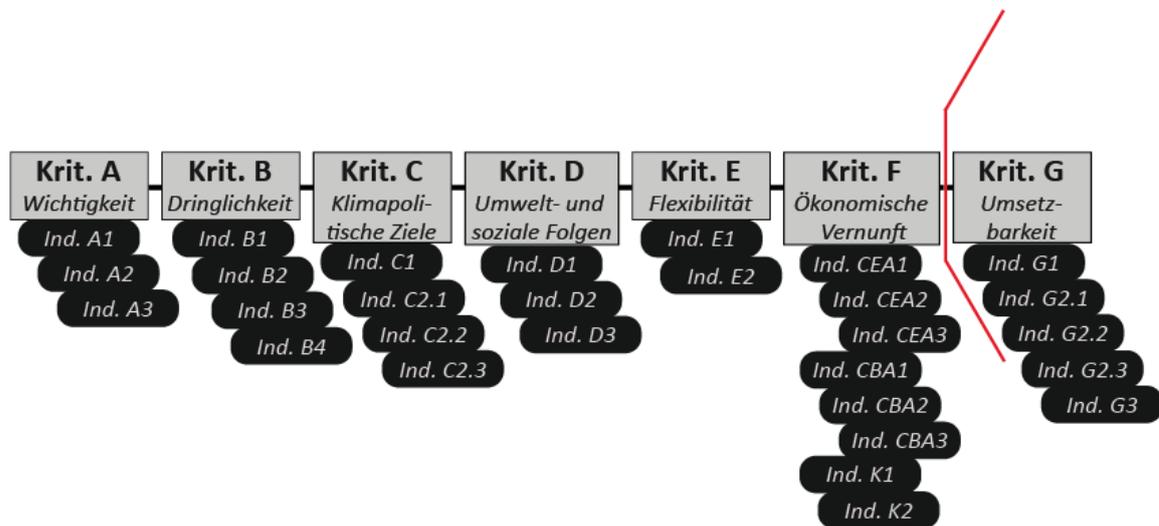


Abb. C- 1: Aufbau des Bewertungstools

Es werden sowohl ökonomische als auch nicht-ökonomische Kriterien, soweit fassbar bzw. quantifizierbar, verwendet. Als primär **ökonomische Indikatoren** werden solche bezeichnet, die in monetären Einheiten darstellbar (also z.B. in Millionen EUR) bzw. Gegenstand einer monetären Bewertung sind (vgl. UKCIP, 2004). Sie sollen die Auswirkungen der Klimaänderung auf die Ökonomie abbilden und somit einerseits erfassen, andererseits sektorale Effekte sowie Effekte, die unmittelbar für Entscheidungsträger relevant sind (z.B.: „Was kostet eine Maßnahme dem öffentlichen Budget?“). Ökonomische Kriterien bzw. Indikatoren sind: Indikator A2 (Potenzial zur Verhinderung von Schäden) und Kriterium F (ökonomische Vernunft).

Als primär **nicht-ökonomisch** werden einfachheitshalber all diejenigen Kriterien und Indikatoren bezeichnet, deren Input- und Outputgrößen sich sehr schwer in ökonomisch operationalisierbaren Werten darstellen lässt:: Indikator A3 (Potenzial zur Verhinderung von irreversiblen und/oder nicht-monetär fassbaren Schäden), Kriterien B (Dringlichkeit), C (klimapolitische Ziele), D (Umwelt- und soziale Folgen), E (Flexibilität) und G (Umsetzbarkeit). Der Vollständigkeit halber sei hier angemerkt, dass es durchaus Konzepte und Methoden gibt, um Umweltfolgen monetär zu bewerten (eine Annäherung etwa über die Zahlungsbereitschaft – „Willingness-To-Pay“) oder positive Auswirkungen auf den Klimaschutz (indem z.B. eingesparte Treibhausgasemissionen mit einem CO₂-Preis bewertet werden) – so enthalten in Kriterien C und D. Diese Konzepte stellen jedoch eine stark vereinfachte Annäherung dar, und die Grenze zu ökonomischen Indikatoren ist

verschwommen (für eine umfassende Übersicht zu Bewertungsmethoden von Klimaauswirkungen siehe z.B. UKCIP, 2004).

C-3.1 Kriterium A: Wichtigkeit

Indikator A1 zur allgemeinen ‚**Betroffenheit**‘ weist die Maßnahme einem Sektor/Bereich zu. Eine eindeutige Zuordnung zu den Aktivitätsfeldern der Anpassungsstrategie Österreich (KWAS) ist damit gegeben. Die Zuordnung erfolgt für jenen Bereich, für den die Maßnahme primär gedacht ist. Darüber hinaus kann es Sektoren/Bereiche geben, auf welche die Maßnahme z.B. über vor- und nachgelagerte Elemente der Produktionskette wirkt; diese werden in Kriterium C berücksichtigt.

Das ‚**Potenzial zur Verhinderung von Schäden**‘ (**Indikator A2**) ist eine der Schlüsselgrößen in der Anpassungspolitik. Sie gibt an, in welchem Umfang Klimafolgen bzw. Schäden (bewertet in EUR) durch das Setzen einer Anpassungsmaßnahme vermieden werden können. Der Indikator könnte auch mit „potentieller Nutzen“ einer Maßnahme betitelt werden, da sich der Nutzen einer Anpassungsoption stets aus den vermiedenen Schäden ableitet. Schäden werden durch eine konkrete Maßnahme nicht nur im primären Handlungsfeld vermieden, sondern z.B. auch in vor- und nachgelagerten Sektoren, die ebenfalls von der Maßnahme betroffen sind. So kann beispielsweise die Förderung hitzeresistenter Kulturen in der Landwirtschaft Auswirkungen auf die Nahrungsmittelproduktion haben.

Unter **Indikator A3** ‚**Potenzial zur Verhinderung irreversibler und/oder nicht monetär fassbarer Schäden**‘ sind insbesondere Schäden an Natur (etwa Verlust an Artenvielfalt), Ökosystemfunktionen (etwa durch Bodenerosion) und natürlichen Ressourcen (etwa Verlust an Trinkwasserressourcen) zu verstehen. Er ist auch als ein sog. „Go-Indikator“ definiert, d.h. werden durch eine Anpassungsmaßnahme irreversible Schäden vermieden, sollte diese jedenfalls umgesetzt werden.

C-3.2 Kriterium B: Dringlichkeit

Mit Indikator **B1** ‚**Schäden heute**‘ werden bereits auftretende Schäden und deren Frequenz und Intensität abgefragt. Hierbei können sowohl Schäden aufgrund von Extremereignissen (etwa durch Hochwasser, Sturm, Hagelschlag u.ä.) Berücksichtigung finden als auch Schäden durch graduelle Änderungen von Temperatur, Niederschlag oder Schneesicherheit (etwa auf Ernteerträge in der Land- und Forstwirtschaft respektive Buchungen in Wintersportorten). Sollte die Maßnahme bereits stattfindende Schäden vermeiden bzw. reduzieren können (*reaktive* Anpassung), so ist dies ein wesentlicher Indikator, da damit im Normalfall auch ein unkritischerer Umgang bzgl. Unsicherheiten erlaubt wird.

Neben der reaktiven Anpassung kommt der *proaktiven* Anpassung eine besondere Rolle zu. Dies wird im Indikator **B2** ‚**zukünftige Schäden**‘ Rechnung getragen. Es werden künftig erwartete Schäden betrachtet bzw. deren Eintreffen abgeschätzt. Dieser Indikator verlangt bereits eine Interpretation zumindest qualitativer Informationen aus Klimaszenarien, ist jedoch aufgrund des vorausschauenden Charakters der Maßnahme von zentraler Bedeutung.

Indikator **B3** ‚**Vorlaufzeit**‘ untersucht, wie schnell eine Maßnahme nach ihrer konkreten Umsetzung Wirkung entfalten kann. Bestimmte Maßnahmen benötigen Retentionszeiten, bevor sie ihr Schadenvermeidungspotenzial entfalten können (Beispiel: Aufforstung von Schutzwäldern brauchen gut 10 bis 20 Jahre), während andere Maßnahmen sofort Wirkung zeigen (etwa Hochwasserschutz mit Mobilelementen oder Deicherhöhungen).

Indikator **B4** ‚**Lebensdauer**‘ berücksichtigt die Notwendigkeit, dass Maßnahmen, die eine lange Lebenszeit haben bzw. langfristige Entwicklungspfade implizieren und/oder den aktuellen Zustand konservieren, als dringend eingestuft werden und frühes Handeln erfordern (vgl. de Bruin et al., 2009).

C-3.3 Kriterium C: Klimapolitische Ziele

In **Indikator C1 ‚Synergien/Konflikte mit Klimaschutzmaßnahmen‘** werden win-win und trade-off Beziehungen zum Klimaschutz beleuchtet. Dabei steht das klimapolitische Ziel der Emissionsminderung im Mittelpunkt. Sollten Anpassungsmaßnahmen dabei Klimaschutzziele massiv negativ beeinflussen, sinkt somit die Maßnahme in der Prioritätenliste (Beispiel: massive Nutzung von mit fossiler Energie betriebenen Klimaanlage oder Landnutzungsänderungen durch Anpassung in der Raumordnung).

Weiters sind Maßnahmen mit positiven/negativen Folgen für Anpassungserfordernisse in anderen Bereichen in **Indikator C2 ‚Synergien/Konflikte mit Anpassungsmaßnahmen in anderen Bereichen‘** umgesetzt (Beispiel: Die massive Nutzung von Beschneiungsanlagen für den Tourismus-Sektor läuft nicht nur Klimaschutzziele sondern zudem den Anpassungserfordernissen eines Anpassungsziels im Bereich Wasserwirtschaft zuwider, das sich durch eine effiziente Bewirtschaftung von Wasserressourcen auf vermehrte Dürreperioden einzustellen versucht).

C-3.4 Kriterium D: Umwelt- und soziale Folgen

Weiters ist der mit Hinblick auf zentrale umweltstrategische Prozesse wesentlichste Indikator hier der **Indikator D1 ‚Umweltfolgen‘**, welcher letztlich eine (verkürzte) Umweltfolgenprüfung darstellt. Es können u.a. (positive oder negative) Umweltauswirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf folgende Bereiche ausgemacht werden (BMLFUW, 2011):

- ▶ Luft
- ▶ Strahlung
- ▶ Energieflüsse und Stoffströme
- ▶ Landschaft
- ▶ Ökosysteme, Pflanzen und Tiere
- ▶ Wasser
- ▶ Boden
- ▶ Giftige und umweltgefährdende Stoffe
- ▶ Lärm

Indikator D2 ‚Schutzgüter‘ widmet sich besonders sensibler und/oder wertvoller Schutzgüter, wie sie etwa Arten der roten Liste oder Schutzgebiete (Naturschutz- oder Wasserschutzgebiete) repräsentieren. Durch bauliche (technische) Maßnahmen zur Anpassung wie etwa Hochwasser- oder Lawinenschutz, die direkt in Naturräume eingreifen können, aber auch durch massiven Verbrauch natürlicher Ressourcen (wie es z.B. Beschneiungsanlagen mit Wasservorräten tun) oder etwa die Umstellung auf einen neue Kulturen in der Landwirtschaft, kann u.U. gefährdete Arten (Tiere, Pflanzen) in ihrem Lebensraum beeinträchtigen. Insgesamt können damit einhergehend etwa folgende besonders sensible Schutzgüter betroffen sein:

- ▶ Rote-Liste-Arten und Arten nach Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der EU
- ▶ Sensible Aquifere
- ▶ Sensible Oberflächengewässer
- ▶ Bei kleineren Maßnahmen: Besonders schützenswerte Biotope
- ▶ Bei größeren Maßnahmen: Schützenswerte Ökosysteme und ihre Funktionen

Andere wichtige Aspekte nachhaltiger Entwicklung werden in **Indikator D3 ‚soziale Folgen‘** gefasst. Diese beinhalten im Detail (BMLFUW, 2011):

- ▶ gesellschaftliche Grundprinzipien (Fairness gegenüber Nachbarn¹, Sicherheit)
- ▶ Gesundheit, Wohlbefinden und Ernährung
- ▶ Wohlstand, Arbeit und Freizeit
- ▶ Wohnen und Siedlungsraum sowie
- ▶ Mobilität.

Die „Fairness gegenüber Nachbarn“ ist eine der Lehren etwa aus dem Hochwasserschutz, bei dem es die Ober-/Unterliegerproblematik gibt. D.h., dass harte technische Hochwasserschutzmaßnahmen wie Dämme oder Begradigungen zwar oft eine Verringerung des Schadenspotenzials bestimmter HQs (sog. Jährlichkeiten von Hochwässern, die die Wiederkehrwahrscheinlichkeit von bestimmten Hochwasserständen darstellt) am Flussoberlauf (bei den Oberliegern), dafür aber z.T. massive Erhöhungen des Schadenspotenzials am Flussunterlauf (bei den Unterliegern) zeitigen kann, da etwa Retentionsflächen wegfallen bzw. das Fassungsvermögen der Flussoberläufe verringert wird. Es sind darüber hinaus durchaus Anpassungsmaßnahmen vorstellbar, die die Sicherheit von Nachbarn betreffen können (z.B. Aufstau von Wasserreservoirs zu Bewässerungszwecken – Gefahr von Damnbrüchen bei Extremereignissen). Dergestalt können Anpassungsmaßnahmen natürlich auch zu eher „weicheren“ Auswirkungen auf Nachbarn führen, wie etwa einer Degradation des Landschaftsbildes.

C-3.5 Kriterium E: Flexibilität

Indikator **E1** bildet die **Unsicherheitsbandbreite** zukünftiger Klimaentwicklungen ab, für die eine Maßnahme geeignet ist (vgl. dazu auch Kapitel C-5.2). Je nach Auswahl des Bereichs, dem die Maßnahme primär zugeordnet ist, werden im Tool drei Klimaparameter berücksichtigt, deren Veränderung über die Zeit (z.B. Zunahme der Temperatur oder der Häufigkeit von Hagelschlägen) bestimmend für die in diesem Bereich zu erwartenden Klimafolgen ist. So sind beispielsweise für den Bereich Energiewirtschaft die Änderung der Klimasignale Temperatur und Niederschlag-Sommer von Bedeutung (weil etwa der Grundwasserspiegel und die Wasserverfügbarkeit für den Betrieb von Wasserkraftwerken ausschlaggebend ist) sowie die Häufigkeit und Intensität von Stürmen (da diese etwa Infrastruktur wie z.B. überirdische Leitungen beschädigen können). Eine Anpassungsmaßnahme aus dem Bereich Energiewirtschaft würde also zu den Unsicherheitsbandbreiten dieser drei Klimaparameter abgefragt werden.

Eine Übersicht, welche Klimaparameter für welchen Bereich als relevant eingeschätzt werden, liefert Tabelle C-2. Diese Zuordnung stellt den ersten Versuch einer Einteilung dar, sicherlich jedoch keine endgültige, und soll in Folge mit ExpertInnen der Klima- und Klimafolgenforschung diskutiert und adaptiert werden. Ziel dieser Bestrebung ist es, bestehendes Wissen zu Klimasensitivitäten in eine einfach verständliche (tabellarische) Form zu gießen.

¹ Der Begriff ‚Nachbarn‘ ist hier sehr weitgehend gefasst: Er bezeichnet jene Akteure, die in den Entscheidungsprozess nicht mit einbezogen aber von der Maßnahme betroffen sind. Es sollen darunter sowohl direkte Nachbarn, als auch Anrainer, Ober-/Unterlieger und – je nach räumlichen Auswirkungen der betrachteten Maßnahmen – auch regionale oder nationale Nachbarn verstanden werden – letztlich in einem räumlichen Sinne alle, die von der Maßnahme profitieren bzw. unter ihr leiden. Er meint sowohl Individuen als auch Gruppen, Gemeinschaften oder Staaten (Beispiel für Letzteres wären etwa massive Nutzungen eines Flusses für industrielle- oder Bewässerungszwecke, so dass stromabwärts weniger Wasser bzw. Wasser minderer Qualität ankommt).

Indikator **E2 ‚Änderung der Maßnahme‘** fragt die Möglichkeit der Anpassung der Maßnahme selbst an geänderte Anforderungen bzgl. Anpassungszielen bzw. v.a. auch bzgl. zusätzlicher klimabezogener Anforderungen (etwa stärkere oder häufigere Extremereignisse als angenommen) ab. Eine Flexibilität in der technischen oder planerischen Auslegung der Maßnahme kann sehr maßgeblich für ein effizientes Anpassungsmanagement sein (beispielsweise sind feste Dämme immer nur bis zu einem bestimmten HQ ausgelegt, während die Ausweisung von Retentionsflächen hier eine sehr viel größere Flexibilität zulässt). Oft sind Anpassungen technischer Maßnahmen nur mit erheblichem Kostenaufwand machbar; dem wird ebenfalls im pull-down-Menü des Bewertungstools Rechnung getragen.

C-3.6 Kriterium F: Ökonomische Vernunft

Eingebettet in **Kriterium F** lassen sich drei unterschiedliche Kosten- (und Nutzen-) Varianten durchspielen, die abhängig von sektoraler Zuordnung der Maßnahmen und Datenverfügbarkeit gewählt werden. Während eine **Kosten-Effizienz-Analyse** den Vergleich von Maßnahmen innerhalb eines Bereichs bzw. für ein einheitliches Anpassungsziel erlaubt (z.B. für unterschiedliche Maßnahmen im Bereich Wasserwirtschaft), ist eine **Kosten-Nutzen-Analyse** auch für die Bewertung von Optionen über unterschiedlichen Bereiche hinweg geeignet (z.B. die Bewertung von Maßnahmen aus den Bereichen Wasserwirtschaft, Tourismus und Landwirtschaft). Für beide Ansätze ist eine ausreichende Datenlage (idealerweise in der Form von Vorstudien) Voraussetzung. Als dritte Variante ist eine „**kleine**“ **Kostenvariante** vorgesehen, die eine näherungsweise Abschätzung der Kosten von Anpassungsoptionen hinsichtlich Investitionsvolumen und Betrieb der Maßnahmen erfragt (sollten detaillierte Informationen zu Kosten und Nutzen nicht existieren).

Die Kosten-Effizienz-Analyse bestimmt jene Kosten, die nötig sind, um ein sektorspezifisches (Anpassungs-)Ziel zu erreichen. Dabei werden die Kosten alternativer Optionen zur Zielerreichung abgeschätzt. Dies kann etwa die Stabilisierung landwirtschaftlicher Erträge auf einem bestimmten Niveau (Bereich Landwirtschaft) oder der umfassende Schutz von Straßen vor Lawinenabgängen (Bereich Verkehrsinfrastruktur) sein.

Wie die Kosten-Effizienz-Analyse arbeitet auch die Kosten-Nutzen-Analyse mit den gesellschaftlichen Kosten bzw. Nutzen. Die gesellschaftlichen Kosten einer Anpassungsmaßnahme umfassen dabei sowohl finanzielle („geldliche“) Kosten als auch z.B. Kosten negativer Umweltfolgen (Verlust an Biodiversität, zusätzliche Versiegelung von Flächen, etc.), negative Folgen für "Nachbarn" (Beeinträchtigung der Landschaft, Verursachung von finanziellen Kosten bei Nachbarn) oder Kosten des Klimaschutzes (erhöhter CO₂-Ausstoß). Der gesellschaftliche Nutzen einer Maßnahme umfasst in ähnlicher Weise vermiedene Klimafolgeschäden (direkt und indirekt für nachgelagerte Sektoren) sowie andere positive Nebeneffekte wie z.B. den Erhalt der Biodiversität oder verstärkten Klimaschutz (Rückgang der CO₂-Emissionen).

Tab. C- 2: Unsicherheitsbandbreiten in SALDO

Klimaparameter	Unsicherheitsbandbreite					
	eng		mittel		weit	
	bis 2050	bis 2100	bis 2050	bis 2100	bis 2050	bis 2100
Temperatur	< 0.5°C Temperaturanstieg	1 - 2°C Temperaturanstieg	0.5 - 1.5°C C Temperaturanstieg	2 - 3°C Temperaturanstieg	> 1.5°C Temperaturanstieg	>3°C Temperaturanstieg
Niederschlag Sommer	schwache Zu-/Abnahmen und saisonale Abweichungen vom langjährigen Mittel, moderate Abflussrückgänge glazialer Abflussregime	moderate Zu-/Abnahmen und saisonale Abweichungen vom langjährigen Mittel, nur mehr wenige glazial gespeiste Abflussregime	signifikante Abweichungen im Jahresvergleich und saisonale Abweichungen sowie mehr Extremereignisse, Abflussrückgang bei glazialen Abflussregimen	starke Abweichungen im Jahresvergleich und saisonale Abweichungen sowie mehr Extremereignisse, keine glazialen Wasserspeicher mehr	starke Zunahme von Extremen und Abweichung der Jahreszeiten von den Mittelwerten, kaum mehr glaziale Wasserspeicher	massive Zunahme von Extremen und Abweichung der Jahreszeiten von den Mittelwerten (kaum mehr kalkulierbare Niederschläge), keine glazialen Wasserspeicher mehr
Niederschlag Winter	schwache Zu-/Abnahmen und saisonale Abweichungen vom langjährigen Mittel, in einigen Lagen weniger Schnee	moderate Zu-/Abnahmen und saisonale Abweichungen vom langjährigen Mittel, in vielen Lagen weniger Schnee	signifikante Abweichungen im Jahresvergleich und saisonale Abweichungen sowie mehr Extremereignisse, weniger Schnee in den meisten Lagen	starke Abweichungen im Jahresvergleich und saisonale Abweichungen sowie mehr Extremereignisse, weniger Schnee in fast allen Lagen	starke Zunahme von Extremen und Abweichung der Jahreszeiten von den Mittelwerten, weniger Schnee in fast allen Lagen - bis auf Ausnahmejahre	massive Zunahme von Extremen und Abweichung der Jahreszeiten von den Mittelwerten (kaum mehr kalkulierbare Niederschläge), weniger Schnee in allen Lagen - bis auf Ausnahmejahre
Extremereignisse (Hochwasser, Hagelschlag, Sturm, Hitzewelle)	keine signifikante Änderung der Häufigkeit und schwache Zunahme der Intensität	moderate Zunahme der Häufigkeit und der Intensität	moderate Zunahme der Häufigkeit und Intensität	starke Zunahme der Häufigkeit und Intensität	starke Zunahme der Häufigkeit und Intensität	massive Zunahme der Häufigkeit und Intensität
Potenzielle Evapotranspiration (Verdunstung von Land/Wasser und Pflanzen)	schwache Zunahme	moderate Zunahme mit Konsequenzen hinsichtlich Artenzusammensetzungen, Grundwasserneubildung und lokalen Starkniederschlägen	moderate Zunahme mit Konsequenzen hinsichtlich Artenzusammensetzungen, Grundwasserneubildung und lokalen Starkniederschlägen	starke Zunahme mit deutlichen Konsequenzen hinsichtlich Artenzusammensetzungen, Grundwasserneubildung und lokalen Starkniederschlägen	starke Zunahme mit deutlichen Konsequenzen hinsichtlich Artenzusammensetzungen, Grundwasserneubildung und lokalen Starkniederschlägen	massive Zunahme mit Destabilisierung von Ökosystemen und deutlich verminderter Grundwasserneubildung

C-3.7 Kriterium G: Umsetzbarkeit

Kriterium G ‚Umsetzbarkeit‘ beschäftigt sich mit den technischen, politisch-institutionellen und gesellschaftlichen Implikationen der Maßnahme und somit der Komplexität hinsichtlich ihrer Umsetzung. Zwei Dinge sind hier erwähnenswert in Bezug auf die Bewertung der Umsetzbarkeit:

Zum Einen gehen die Rahmenbedingungen aufgrund der schweren Überführbarkeit in semi-quantitative Indikatoren nicht in die Gesamtbewertung der Maßnahmen ein. Zum Anderen dürfen etwa die Zahl der involvierten politischen Ebenen die Priorisierung einer Maßnahme nicht verändern, wiewohl sie die Umsetzung massiv erschweren können. Künftig kann durchaus diskutiert werden, ob z.T. eine Gewichtung möglich ist. Wird die Komplexität der Umsetzung in die Bewertung mit einbezogen, stellt sich die Frage, ob und inwieweit man einen Abtausch dieser mit anderen Kernkriterien wie z.B. der Wichtigkeit oder Dringlichkeit zulassen möchte. Eine Bewertung der Rahmenbedingungen ist aber auch separat zulässig quasi als Zusatzinformation für Entscheidungsträger (vgl. Ruiteplaner NL, 2007). Die Rahmenbedingungen abgebildet in Kriterium G beschäftigen sich mit folgenden Problemen bzw. Möglichkeiten bei der Umsetzung:

- ▶ **Technische Umsetzbarkeit** der Maßnahme (Anforderungen an die Planung sowie an die ingenieurstechnische Umsetzung)
- ▶ Das Potenzial zur ‚**Einbindung in Instrumente und Entscheidungsprozesse**‘, sprich die Möglichkeit eine Maßnahme in bestehende Planungsinstrumente und laufende Entscheidungsprozesse einzubinden
- ▶ **Zahl der politischen Zuständigkeiten**, die für die Umsetzung der Maßnahme mit einzubeziehen sind
- ▶ **Zahl und Art weiterer gesellschaftlichen Gruppen**, die für Planung und Umsetzung der Maßnahme hilfreich sein könnten (z.B. Interessensvertretungen, NGOs, etc.)
- ▶ Allgemeine **gesellschaftliche Akzeptanz** von Maßnahmen und Verbesserungspotenzial derselben. Beispielsweise können durch Anpassungsmaßnahmen etwa das Landschaftsbild oder Traditionen negativ tangiert werden, was die gesellschaftliche Akzeptanz schmälert.

Hinsichtlich dieses Kriteriums sollen die NutzerInnen auch noch einmal über die vorherigen Kriterien reflektieren und ggf. Teile der Maßnahme – soweit wie möglich – überdenken, um etwa die Akzeptanz der Maßnahme in der Bevölkerung zu erhöhen.

Tab. C- 3: Detailbeschreibung der Indikatoren: Fragenkatalog und Antwortkategorien

Indikatoren	Antwortkategorien (Codierung in Klammer)
A WICHTIGKEIT	
<p>A1: Betroffenheit <i>Für welchen Bereich ist die Maßnahme gedacht?</i> <i>Gibt es noch anderen Bereiche, auf welche die Maßnahme wirkt?</i></p>	<p>Hier erfolgt keine Bewertung. Die Abfrage dient lediglich der Zuordnung der geprüften Maßnahme zu einem Aktivitätsfeld der österreichischen Klimawandel-Anpassungsstrategie (KWAS).</p>
<p>A2*: Potential zur Verhinderung von Schäden <i>In welcher Höhe können durch die Maßnahmen für alle zuvor genannten Bereiche Schäden verhindert werden?</i></p>	<p>bis € 100.000 € 100.000 - 1 Mio. € 1 Mio - 10 Mio. € 10 Mio. - 1 Mrd. > 1 Mrd. keine Angabe</p>
<p>A3*: Potential zur Verhinderung irreversibler und/oder nicht monetär fassbarer Schäden <i>Können durch die Maßnahme irreversible und/oder nicht monetär fassbare Schäden (z.B. Artenverlust, Bodenerosion, Zerschneidung von Lebensräumen etc.) verhindert werden?</i></p>	<p>nein ja, leichte irreversible/nicht monetär fassbare Schäden ja, dramatische irreversible/nicht monetär fassbare Schäden keine Angabe</p>
B DRINGLICHKEIT	
<p>B1: Schäden heute <i>Treten einige der in Kriterium A (Potential zur Verhinderung von Schäden) angeführten Schäden bereits heute auf?</i> <i>Wenn ja, mit welcher Häufigkeit und Intensität?</i></p>	<p>nein keine Angabe graduelle Schäden (1x pro Jahr) graduelle Schäden (mehrmals pro Jahr) Extremereignis (alle paar Jahre) Extremereignis (1x pro Jahr) Extremereignis (mehrmals pro Jahr) keine Angabe</p>

Indikatoren	Antwortkategorien (Codierung in Klammer)
<p>B2: Zukünftige Schäden <i>Welche neuen/zusätzlichen Schäden werden erwartet?</i></p>	<p>gleichbleibend neue oder Zunahme an graduellen Schäden in den nächsten 5 Jahren neue oder Zunahme an Extremereignissen in den nächsten 5 Jahren neue oder Zunahme an graduellen Schäden in 5 bis 10 Jahren neue oder Zunahme an Extremereignissen in 5 bis 10 Jahren neue/zusätzliche graduelle Schäden in 10 Jahren und später neue/zusätzliche Extremereignisse in 10 Jahren und später keine Angabe</p>
<p>B3: Vorlaufzeit <i>Wie rasch wirksam ist die Maßnahme?</i></p>	<p>sie wirkt unmittelbar in < 5 Jahren wirksam in 5-10 Jahren wirksam in 10-20 Jahren wirksam in > 20 Jahren wirksam keine Angabe</p>
<p>B4: Lebensdauer <i>Wie lange ist die Maßnahme wirksam?</i></p>	<p>nur vorübergehend bis 10 Jahre wirksam 10-20 Jahre wirksam 20-30 Jahre wirksam > 30 Jahre wirksam keine Angabe</p>
<p>C KLIMAPOLITISCHE ZIELE</p>	
<p>C1: Synergien/Konflikte mit Klimaschutzmaßnahmen <i>Hat die Maßnahme einen Einfluss auf den Klimaschutz, also auf die Vermeidung von Treibhausgasemissionen? (Beispiel: Der vermehrte Einsatz von Klimaanlage, die mit fossiler Energie betrieben werden, erhöht die Emission von Treibhausgasen)</i> <i>Falls ja, wie sieht dieser Einfluss aus?</i></p>	<p>Nein keine Angabe starker Rückgang der Treibhausgasemissionen schwacher Rückgang der Treibhausgasemissionen</p>

Indikatoren	Antwortkategorien (Codierung in Klammer)
	neutrale Bilanz an Treibhausgasemissionen schwacher Anstieg der Treibhausgasemissionen starker Anstieg der Treibhausgasemissionen keine Angabe
C2: Synergien/Konflikte mit Anpassung in anderen Bereichen <i>Hat die Maßnahme einen Einfluss auf Anpassungserfordernisse an den Klimawandel in anderen Bereichen? (Beispiel: Beschneiungsanlagen für den Wintertourismus verbrauchen große Wassermengen und laufen Anpassungserfordernissen in der Wasserwirtschaft/ Landwirtschaft zuwider, wo man sich auf vermehrte Dürreperioden einzustellen versucht)</i> <i>Wenn ja, wie viele Bereiche sind betroffen? Welche sind das? Geben Sie für die gewählten Bereiche den Einfluss auf Anpassungserfordernisse an.</i>	Nein keine Angabe hohe Synergien mit Anpassung in diesem Bereich moderate Synergien mit Anpassung in diesem Bereich schwacher Konflikt mit Anpassung in diesem Bereich starker Konflikt mit Anpassung in diesem Bereich keine Angabe
D UMWELT- UND SOZIALE FOLGEN	
D1: Umweltfolgen <i>Welche Umweltfolgen sind durch das Setzen der Maßnahme zu erwarten? [Anm.: Wählen Sie betroffene Bereiche und die Art der Folgen (positiv, negativ). Nicht gewählte Bereiche werde als neutral (keine Wirkung) gewertet.]</i>	Luft (positiv/negativ) Strahlung (positiv/negativ) Energieflüsse und Stoffströme (positiv/negativ) Landschaft (positiv/negativ) Ökosysteme, Pflanzen und Tiere (positiv/negativ) Wasser (positiv/negativ) Boden (positiv/negativ) Giftige und umweltgefährdende Stoffe (positiv/negativ) Lärm (positiv/negativ) keine Angabe
D2*: Schutzgüter <i>Sind durch die Maßnahme wertvolle/sensible Schutzgüter betroffen? (z.B. Arten der roten Liste, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete).</i>	ja, positiv betroffen ja, negativ betroffen nein keine Angabe

Indikatoren	Antwortkategorien (Codierung in Klammer)
<p>D3: Soziale Folgen</p> <p><i>Welche sozialen Folgen sind durch das Setzen der Maßnahme zu erwarten?</i></p> <p><i>[Anm.: Wählen Sie betroffene Bereiche und die Art der Folgen (positiv, negativ). Nicht gewählte Bereiche werde als neutral (keine Wirkung) gewertet.]</i></p>	<p>Fairness gegenüber „Nachbarn“⁽¹⁾ (positiv/negativ)</p> <p>Sicherheit (positiv/negativ)</p> <p>Wohlstand und Beschäftigung (positiv/negativ)</p> <p>Gesundheit, Wohlbefinden und Ernährung (positiv/negativ)</p> <p>Wohnen und Siedlungsraum (positiv/negativ)</p> <p>Mobilität (positiv/negativ)</p> <p>keine Angabe</p>
<p>E FLEXIBILITÄT</p>	
<p>E1: Unsicherheitsbandbreite</p> <p><i>Für welche Bandbreite möglicher zukünftiger Klimaänderungen ist die Maßnahme geeignet?</i></p> <p><i>[Anm.: Wählen Sie einen Bereich, auf welchen die Maßnahme primär wirkt. Es werden für diesen Bereich drei aussagekräftige Klimaparameter freigeschaltet, für welche sie die Unsicherheitsbandbreite angeben können. Für genauere Informationen drücken Sie bitten den Hilfe-Button. ²⁾</i></p>	<p>eng</p> <p>mittel</p> <p>weit</p> <p>keine Angabe</p>
<p>E2: Änderung der Maßnahme</p> <p><i>Kann die Maßnahme im Laufe der Zeit an veränderte Rahmenbedingungen (z.B. geänderte Klimaentwicklung/ abrupter Klimawandel, gesetzliche und ordnungspolitische Vorgaben wie z.B. nationale Regelungen, EU-Richtlinien, etc.) angepasst werden?</i></p>	<p>ja, leicht anzupassen</p> <p>ja, aber mit relativ hohem Zusatzaufwand (z.B. finanziell, gesetzliche Neuregelung)</p> <p>nein</p> <p>keine Angabe</p>
<p>F ÖKONOMISCHE VERNUNFT</p>	
<p>Falls Kosten-Effizienzanalyse (CEA)³⁾ gewählt:</p> <p>CEA: Kosten zur Erreichung eines spezifischen Zielwertes je Bereich</p> <p>CEA1: <i>Wie hoch sind die Kosten, um das Anpassungsziel für den gewählten Bereich bei schwachem Klimawandel zu erreichen?</i></p> <p>CEA2: <i>Wie hoch sind diese Kosten bei moderater Klimaänderung?</i></p> <p>CEA3: <i>Wie hoch sind diese Kosten bei starker Klimaänderung?</i></p>	<p>€ 10.000-100.000</p> <p>€ 100.000-1.000.000</p> <p>€ 1.000.000-10.000.000</p> <p>> € 10.000.000</p> <p>keine Angabe</p>

Indikatoren	Antwortkategorien (Codierung in Klammer)
<p><u>Falls Kosten-Nutzen-Analyse (CBA)³⁾ gewählt:</u> CBA*: Kosten-Nutzen-Verhältnis für unterschiedliche Klimaentwicklungen CBA1: <i>Wie hoch sind Kosten und Nutzen der Maßnahme aus gesellschaftlicher Sicht, wenn sich das Klima schwach ändert?</i> CBA2: <i>Gilt das auch bei moderater Klimaänderung? Bestimmen Sie erneut Kosten und Nutzen der Maßnahme.</i> CBA3: <i>Wie hoch sind Kosten und Nutzen, wenn sich das Klima stark ändert?</i></p>	<p>Kosten << Nutzen Kosten < Nutzen Kosten = Nutzen Kosten > Nutzen Kosten >> Nutzen keine Angabe</p>
<p><u>Falls "kleine Variante" gewählt:</u> F1: Investitionskosten <i>Wie teuer ist die Maßnahme hinsichtlich Investitionsvolumen?</i></p> <p>F2: Betriebskosten <i>Wie hoch sind die Betriebskosten?</i></p>	<p>sehr hohe Kosten hohe Kosten geringe Kosten keine Angabe</p> <p>sehr hohe Kosten hohe Kosten geringe Kosten keine Angabe</p>
<p>G UMSETZBARKEIT</p>	<p>Hier erfolgt keine Bewertung. Die Ergebnisse für die Komplexität der Umsetzung einer Maßnahme werden qualitativ abgefragt und dem Entscheidungsträger als Zusatzinformation in einer Übersicht aufbereitet.</p>
<p>G1: Technisch <i>Wie leicht/schwer lässt sich die Maßnahme technisch umsetzen?</i></p>	<p>technisch (sehr) komplex technisch leicht umzusetzen keine Angabe</p>
<p>G2: institutionell/politisch G2.1: Einbindung in Instrumente und Entscheidungsprozesse: <i>Kann die Maßnahme in bestehende Planungsinstrumente und laufende Entscheidungsprozesse eingebunden werden?</i></p>	<p>ja, sie kann eingebunden werden nein, derzeit nur schwer möglich keine Angabe</p>

Indikatoren	Antwortkategorien (Codierung in Klammer)
<p>G2.2: Ebenen politischer Zuständigkeit <i>Welche politischen Zuständigkeiten sind für die Umsetzung der Maßnahme mit einzubeziehen? (Mehrernennung möglich)</i></p> <p>G2.3: Interessensgruppen <i>Welche weiteren Partner könnten für Planung und Umsetzung der Maßnahme hilfreich sein? Wie viele sind das? Nennen Sie diese.</i></p>	<p>lokale Ebene regionale Ebene nationale Ebene EU-Ebene keine Angabe</p> <p>1 Partner 2 Partner 3 Partner 4 Partner 5 Partner keine weiteren Partner notwendig keine Angabe</p>
<p>Gesellschaftlich G.3: Akzeptanz <i>Ist die Akzeptanz der Maßnahme in der Bevölkerung hoch?</i> <i>Wenn nein, wie könnte man sie erhöhen?</i></p>	<p>ja nein keine Angabe</p>

* GO bzw. NO GO Indikatoren: A2: GO, wenn Potential zur Verhinderung von Schäden > EUR 1 Mrd.; A3: GO, wenn dramatische irreversible/nicht monetär fassbare Schäden vermieden werden können; D2: NO GO, wenn sensible/wertvolle Schutzgüter negativ betroffen sind; F-CBA: GO, wenn Kosten << Nutzen für unterschiedliche Klimaentwicklungen (No-Regret_Option) bzw. NO GO, wenn Kosten >> Nutzen für unterschiedliche Klimaentwicklungen (Regret-Option)

¹⁾ Unter „Nachbarn“ werden jene Individuen, Gruppen, Gemeinschaften oder Staaten verstanden, die in den Entscheidungsprozess nicht mit einbezogen aber von der Maßnahme betroffen sind.

²⁾ Für den Zusammenhang zwischen Bereichen und Klimaparametern siehe Tabelle C-11 im Appendix.

³⁾ CEA = cost-efficiency-analysis; CBA = cost-benefit-analysis

C-4 Bewertungsschema

C-4.1 Codevergabe für die Indikatoren

Wie im letzten Abschnitt C-3 erläutert wird der Zielerreichungsgrad der Kriterien durch Indikatoren gemessen. Das Bewertungstool hilft, die nötigen Daten zu den Indikatoren zu erfragen und zu evaluieren. Die NutzerInnen des Bewertungstools werden durch einen Fragenkatalog geführt geben nun für eine konkrete Anpassungsmaßnahme an, wie diese bezüglich der unterschiedlichen Indikatoren abschneidet. Um einen Vergleich der getesteten Maßnahmen zu erleichtern, werden diese Antworten in Zahlen übersetzt (Umkodierung in dimensionslose Werte). Es geht hierbei nicht um die Absolutwerte, sondern um relative Größen, also wie eine Maßnahme in Relation zu einer anderen abschneidet.

Zwei Beispiele für Kriterien A und B sollen dies verdeutlichen. Zu Kriterium A: Je mehr Schäden durch das Setzen von Anpassung vermieden werden können, desto wichtiger wird die Maßnahme eingestuft und desto höher wird sie folglich bewertet (Indikator A2 und Indikator A3). Zu Kriterium B: Je später der Zeitpunkt, zu dem die Maßnahme nach ihrer konkreten Umsetzung Wirkung zeigt, desto dringender ist der Handlungsbedarf bzgl. dieser Maßnahme; auch diese Wahl wird im Tool höher bewertet.

Nun zu einem konkreten Zahlenbeispiel: Indikator A2 hat 5 Auswahlmöglichkeiten plus die Option „keine Angabe“, wobei der besten Wahl der Wert 12, der schlechtesten der Wert 1 zugewiesen wird. Die Antwortmöglichkeiten dazwischen werden mit 3, 6 und 9 versehen. Die Auswahlmöglichkeit „keine Angabe“ erhält den Wert 6. Die Tabelle C-4 zeigt, wie die Werte zugeordnet werden (Code). Um die einzelnen Kriterien vergleichen zu können, werden die Kriterienwerte auf 1 normiert, indem durch den besten Wert (12) dividiert wird. Die daraus resultierenden dimensionslosen Werte gehen in die weitere Berechnung ein.

Tab. C- 4: Codevergabe und dimensionslose Werte für Indikator A2

Ind. A2: Potential zur Verhinderung von Schäden

Frage: In welcher Höhe können durch die Maßnahmen für alle zuvor genannten Bereiche Schäden verhindert werden?

	Code	Dimensionslos
bis € 100.000	1	0,08
€ 100.000 - 1 Mio.	3	0,25
€ 1 Mio - 10 Mio.	6	0,50
€ 10 Mio. – 1 Mrd.	9	0,75
> 1 Mrd.	12	1,00
keine Angabe	6	0,50

Die Fragen zu den jeweiligen Indikatoren bieten entweder 3, 4 oder 5 Auswahlmöglichkeiten plus eine „keine Angabe“ Option. Die Zahl 12 wurde gewählt, um bei allen Indikatoren gleiche Obergrenzen (also 12) anzusetzen und zugleich die verbleibenden Antworten gleichverteilt aufzuteilen (ganzzahlige Werte).

C-4.2 Zusammenführen der Indikatoren

Im nächsten Schritt werden die Indikatoren zu Kriterien aggregiert (siehe Tabelle C-5).

Tab. C- 5: Gewichtung der Indikatoren [expertenbasiert, Basisvariante]

	Kriterium	Indikatoren		Gewicht
A	WICHTIGKEIT	A1: Betroffenheit***		-
		A2: Potential zur Verhinderung von Schäden		0,70
		A3: Potential zur Verhinderung irreversibler Schäden		0,30
B	DRINGLICHKEIT	B1: Schäden heute		0,30
		B2: Zukünftige Schäden		0,30
		B3: Vorlaufzeit		0,20
		B4: Lebensdauer		0,20
C	KLIMAPOLITISCHE ZIELE	C1: Synergien/Konflikte mit Klimaschutzmaßnahmen		0,60
		C2: Synergien/Konflikte mit Anpassung in anderen Bereichen****	C2-Bereich 1	0,13
			C2-Bereich 2	0,13
			C2-Bereich 3	0,13
D	UMWELT- UND SOZIALE FOLGEN	D1: Umweltfolgen		0,40
		D2: Schutzgüter		0,20
		D3: Soziale Folgen		0,40
E	FLEXIBILITÄT	E1: Unsicherheitsbandbreite*****	E1-Parameter 1	0,20
			E1-Parameter 2	0,20
			E1-Parameter 3	0,20
		E2: Änderung der Maßnahme		0,40
F	ÖKONOMISCHE VERNUNFT*	Kosten zur Erreichung eines spezifischen Zielwertes je Bereich (CEA)	CEA1	0,30
			CEA2	0,30
			CEA3	0,40
		Kosten-Nutzen-Verhältnis für unterschiedliche Klimaentwicklungen (CBA)	CBA1	0,30
			CBA2	0,30
			CBA3	0,40
		"kleine Variante": Investitions- und Betriebskosten	Investitionskosten	0,50
			Betriebskosten	0,50
G	UMSETZBARKEIT**	G1: technisch		-
		G2: institutionell/politisch		-
		G3: gesellschaftlich		-

* es ist CEA oder CBA zu wählen ODER es wird die „kleine Variante“ gerechnet

** die Umsetzbarkeit fließt nicht in die Bewertung ein und erhält daher keine Gewichte

*** hier erfolgt eine Zuordnung der Maßnahme zu den Aktivitätsfeldern der Anpassungsstrategie und noch keine Bewertung

**** die Gewichtung ergibt sich aus der Anzahl der betrachteten Bereiche (Kriterium C: bei drei Bereichen je 0,13 bei zwei Bereichen je 0,20 und bei „nein“, also keiner Überschneidung mit Anpassung in anderen Bereichen, oder bei einem Bereich 0,4)

***** für den primär betroffenen Bereich wird die Bandbreite möglicher Änderungen von Klimasignalen (für drei Klimaparameter je Bereich), die durch die Maßnahme abgedeckt werden, angegeben

Die Gewichtungen aller Indikatoren je Kriterium müssen jeweils 1 ergeben. Die gewählten Gewichtungen sind expertenbasiert und eine kombinierte Einschätzung aus einerseits Bedeutung des Indikators für das jeweilige Kriterium und andererseits zu erwartender Verfügbarkeit der Informationen, die durch den Indikator eingeholt werden.

C-4.3 Varianten des Bewertungstools

Ein Vergleich von Anpassungsoptionen auf Kriterienebene liefert wichtige Informationen für Entscheidungsprozesse im Anpassungsmanagement. Es ist sehr wahrscheinlich, dass unterschiedliche Stakeholder aus z.B. Verwaltung und Interessensvertretungen eine differenzierte Sicht der Bedeutung einzelner Kriterien für eine Einschätzung von Anpassungsmaßnahmen haben. So mag die eine Sichtweise das Schadensvermeidungspotential und die Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen priorisieren, während die andere potentielle Synergien zu parallel laufenden Bestrebungen (z.B. Klimaschutz) und den Aspekt der nachhaltigen Entwicklung voranstellen.

Um dem Rechnung zu tragen, werden hier – ausgehend von einer Basisvariante – drei Varianten mit unterschiedlichem Fokus aufgestellt (siehe Abbildung C-2). Der/die Nutzer/in kann dadurch unterschiedliche Vorgaben des Tools testen. In der Basisvariante wird angenommen, dass die sechs zu bewertenden Kriterien (A bis F) vom Nutzer/ von der Nutzerin als gleich wichtig eingestuft werden (hinsichtlich ihrer Entscheidungsrelevanz). Daneben kann man sich eine Schwerpunktsetzung etwa in Form einer ökologisch-nachhaltigen, einer ökonomischen oder ein Unsicherheitsvariante vorstellen.

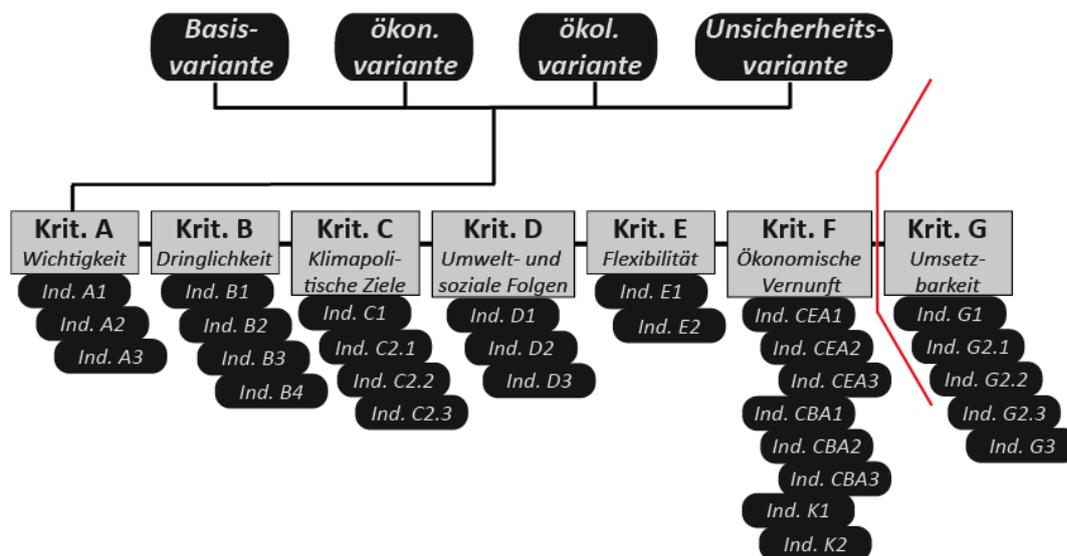


Abb. C- 2: Durchspielen unterschiedlicher Vorgaben des Tools (Varianten)

Die ökologisch-nachhaltige Variante misst Maßnahmen, die Synergien zu Klimaschutz aufweisen und/oder positive Folgen für Umwelt, wertvolle Schutzgüter und soziale Folgen haben, eine besondere Bedeutung bei – ausgedrückt durch den erhöhten Beitrag, den diese Indikatoren relativ zu den verbliebenen hinsichtlich ihrer Entscheidungsrelevanz für eine Auswahl von Maßnahmen liefern können.

Die ökonomische Variante fokussiert auf Maßnahmen, die Schäden in hohem Ausmaß vermeiden und/oder ein niedriges Kosten/Nutzen-Verhältnis unter unterschiedlichen Klimaentwicklungen aufweisen.

Die Unsicherheitsvariante berücksichtigt insbesondere Maßnahmen, die eine hohe Unsicherheitsbandbreite hinsichtlich der Änderung von Klimaparametern (wie z.B. Temperatur, Niederschlag, Hagelschlag) abdecken und/oder flexibel auf Änderungen, insbesondere auf unerwartete Klimaentwicklungen, reagieren können.

In der Basisvariante stehen die sechs Kriterien (A bis F) gleichrangig nebeneinander. In einer Gesamtschau betrachtet, hat jedes Kriterium einen Anteil von 17% (ein Sechstel). In den drei Schwerpunkt-Varianten wird angenommen, dass der jeweils gewählte Fokus durch je 20% vertreten ist (siehe Tabelle C-6). D.h. im Fall der ökologisch-nachhaltigen Variante sind Kriterien C und D betroffen; in der ökonomischen Variante Kriterien A und F und in der Unsicherheitsvariante Kriterium E.

Tab. C- 6: Bewertungsvarianten

Variante	Fokus	Betroffenen Kriterien und deren Gewichtung
Basisvariante	Kein spezieller Fokus	Kriterien A, B, C, D, E und F je 17%
Ökologisch-nachhaltige Variante	Klimaschutz, Umweltfolgen, Schutzgüter, soziale Folgen	Kriterien C und D je 20%, Kriterien A, B, E und F je 15%
Ökonomische Variante	Vermiedenen Schäden, Kosten und Nutzen (monetär bewertet)	Kriterien A und F „große Variante“ je 20%, Kriterien B, C, D und E je 15%
Unsicherheitsvariante	Abgedeckte Unsicherheitsbandbreite, Flexibilität	Kriterium E 20%, Kriterien A, B, C, D und F je 16%

Der/die Nutzer/in kann also die Gewichtung und damit die subjektive Bedeutung der Indikatoren und Kriterien insofern derzeit für sich justieren, als er/sie z.B. die ökologisch oder ökonomisch optimierte Variante des Tools nutzt. Dies kann jedoch wohl nur als Zwischenlösung auf dem Weg zu einer konsensualen Variante des Tools gesehen werden. Die unterschiedlichen Varianten dienen derzeit primär der Demonstration des Spielraums, den das Tool durch spezifische Vorgaben aufmacht. In einem breiteren Prozess – etwa im Rahmen der Klimawandelanpassungsstrategie – und unter Einbeziehung politischer Entscheidungsträger sollte hingegen zukünftig reflektiert werden, ob und wie unterschiedliche Sichtweisen zu einer idealerweise einheitlichen Gewichtung der einzelnen Kriterien konvergieren können.

C-5 Berücksichtigung von Unsicherheiten

C-5.1 Quellen anpassungsrelevanter Unsicherheiten

Zentrales Ziel von SALDO ist die Unterstützung zur Auswahl konkreter Anpassungsschritte und –maßnahmen im Zuge der nationalen Klimawandelanpassungsstrategie. Um dabei zu robusten Aussagen zu kommen, spielt das Thema *Unsicherheiten* eine maßgebliche Rolle.

Eine Auseinandersetzung mit *Unsicherheiten* ist wesentlich für die Priorisierung von konkreten Anpassungsmaßnahmen im Gefolge der Erstellung einer nationalen Anpassungsstrategie, die durch das SALDO-Bewertungstool unterstützt werden soll.

Zum Einen können sich die politischen Anpassungsziele im Laufe der Zeit ändern – je nachdem mit wie viel Restrisiko und Residualschäden eine Gesellschaft umgehen kann oder will. Zum Anderen – und dies ist der klassische Unsicherheitsbegriff in der Klimadiskussion – wissen wir heute noch nicht, wie das Klima der Zukunft sein wird. Dieser Punkt soll im Folgenden kurz ausgeführt werden:

I. Zunächst gibt es (*Treibhausgas-*)*emissionsseitig* die mit demografischem Wachstum (ziemlich unsicher), Wirtschaftswachstum (sehr unsicher), völkerrechtlich verbindlichen Abkommen zur Emissionsreduzierung (spätestens seit Kopenhagen wieder sehr unsicher, seit Cancún ggf. wieder etwas positiver zu sehen) sowie technologischen Entwicklungen (sehr unsicher) verbundenen *Unsicherheiten* in den IPCC SRES-Szenarien, denen insofern begegnet wird, als man sich i.d.R. auf 3-4 SRES-Szenarien einigt, die in etwa die Bandbreite der wahrscheinlichen Emissionsentwicklung widerspiegeln, um die globalen Zirkulations(Klima-)Modelle anzutreiben.

II. Es gibt die *Klimamodell-inhärenten Unsicherheiten*, die aus der Tatsache resultieren, dass i. die komplexen geophysikalischen Wechselwirkungen von den Klimamodellen immer nur in Teilen erfasst werden können und ii. weitere Unsicherheiten bei der Regionalisierung entstehen, die sowohl physikalisch (beim dynamischen Downscaling) als auch statistisch (beim statistischen Downscaling) determiniert sind. Man kann davon ausgehen, dass von den wenigen großen und umfangreich getesteten Klimamodellen jedes seine Stärken und Schwächen hat. Um die Unsicherheit in den Klimamodellen zu reduzieren, werden diese oft zu sogenannten Ensemble-Läufen „zusammengeschaltet“, womit sich „Ausreißermodelle“ aus den resultierenden Daten detektieren und über verschiedene Algorithmen „herausmitteln“ lassen. Dies geschah auch in großen EU-finanzierten Projekten wie PRUDENCE und ENSEMBLES [www.ensembles-eu.org].

III. Es ergeben sich *Unsicherheiten* aus *natürlichen Klimaschwankungen*. Es lässt sich z.B. nicht voraussagen, welche klimarelevanten geologischen Ereignisse wann geschehen werden. Massive Vulkanausbrüche etwa haben jedoch zum Teil mehrjährige Auswirkungen auf das globale Klima, sofern sie die Tropopause (Grenzschicht zwischen Troposphäre und Stratosphäre) überwinden und somit die eingebrachten Partikel und Schwefelverbindungen nicht rasch aus der Atmosphäre ausgewaschen werden.

C-5.2 Handhabung von Unsicherheiten im Rahmen von SALDO

Entscheidungen auf unsicherer Informationsbasis zu treffen, ist alltäglich für den Akteur „Mensch“ und auch Usus im politischen Geschäft. Wenn man etwa der Wettervorhersage „sonnig und warm“ traut und entsprechend T-Shirt und kurze Hose anzieht, bleibt immer ein gewisses Risiko, das sich nach Wahrscheinlichkeit und Konsequenzen in diesem Fall etwa wie folgt darstellen lässt:

Risiko = Wahrscheinlichkeit (eines Temperatursturzes etwa in Folge eines Gewitters) x
Konsequenzen (etwa eine Erkältung).

Nun kann man dieses sehr simple Beispiel vielleicht belächeln, da man das Risiko ohne größere Sorgen eingehen kann.

Für Risiken jedoch, die großen Schaden mit sich bringen und bei denen für Anpassungsmaßnahmen zur Verringerung der Konsequenzen (Klimafolgen) hohe Investitionen nötig sind, braucht man möglichst genaue Informationen über die Unsicherheitsbandbreite, sprich: die mögliche Bandbreite des zukünftigen Klimas inklusive der Frequenz möglicher Extremwetterereignisse, die oft großes Schadenspotenzial haben.

Um generell Mittel für Anpassung möglichst effektiv anzubringen, ist es daher notwendig, Maßnahmen jedweder Art (planerische, technische oder Ökosystem-erhaltende) auch danach zu beurteilen, ob sie das Anpassungsziel für diese Bandbreite sicherstellen können bzw. flexibel sind, wenn sich nach Implementierung herausstellen sollte, dass sie das nicht können.

Genau dieses haben wir im SALDO-Bewertungstool an folgenden Stellen berücksichtigt:

- in Kriterium E ‚Flexibilität‘ bei der Unsicherheitsbandbreite für drei aussagekräftige Klimaparameter je Bereich (Indikator E1) (siehe Tabelle C-11 im Anhang)
- in Kriterium E, Indikator E2, bei dem es um die möglichst hohe Flexibilität hinsichtlich der Änderung einer Maßnahme geht (z.B. sind Ausweisungen von Revisionsflächen zumeist leicht zu ändern)
- bei der Kosten-Nutzen-Analyse und der Kosten-Effizienz-Analyse in Kriterium F, die das Kosten-Nutzen-Verhältnis unter verschiedenen starken Klimaentwicklungen abfragt

Bei alledem ist klar, dass fast bei allen Maßnahmen Ereignisse und Klimaentwicklungen eintreten können, die Residualschäden (also nicht vermeidbare Schäden) produzieren. Diese sollten jedoch für die gesamte Unsicherheitsbandbreite unter den Anpassungskosten liegen, damit unter dem Strich Nettovorteile der gesetzten Maßnahme bleiben.

Es kann bei alledem nicht darum gehen, optimale Anpassungslösungen zu finden, da diese extrem genaue und raum-zeitlich hoch aufgelöste Klimainformationen bräuchten die wir in absehbarer Zeit nicht haben werden. Daher geht es durch die Integration der Unsicherheiten in das SALDO-Tool darum, zu möglichst robusten Entscheidungen (vgl. Dessai, 2009) zu kommen, die daher i. möglichst flexibel und ii. möglichst wenig bereut werden sollten, wenn die tatsächliche Klimaentwicklung an den oberen oder unteren Enden der Unsicherheitsbandbreite liegt.

Es geht also bei SALDO darum, die Maßnahmen zu evaluieren und zu vergleichen und *nicht* darum, maßgeschneiderte Maßnahmen für ein (nicht vorhandenes) exakt beschriebenes Klima der Zukunft zu finden.

C-6 Die praktische Umsetzung und Benutzung des Bewertungstools

C-6.1 Technische Implementierung

Das Bewertungstool wurde in Microsoft Excel umgesetzt. Es ist sehr einfach in der Handhabung und benötigt keine speziellen Systemanforderungen. Mittels Steuerelementen wurde eine Art „Fragebogen“ erstellt, der Informationen zu den Indikatoren abfragt. In einem Lauf können bis zu fünf Maßnahmen durchgespielt und verglichen werden.

Da es sich meist um Einfachantworten handelt, wurden vor allem Kombinationsfelder verwendet. Für die Aktivierung bestimmter Makros wurden zusätzlich Schaltflächen benutzt. Weiters gibt es noch Textfelder zur direkten Eingabe des Nutzers und Kontrollkästchen für eine Mehrfachauswahl. Diese Steuerelemente wurden jeweils mit einem Code versehen, um die Werte, die eine Antwort erzeugt, in die dafür vorgesehene Zelle zu schreiben.

Der „Fragebogen“ beruht auf sieben Kern-Arbeitsblättern (ein Blatt pro Kriterium). Auf drei weiteren Arbeitsblättern befinden sich Anleitung, Überblick und Ergebnisse. Vier weitere Arbeitsblätter werden ausgeblendet und dienen ausschließlich der internen Berechnung. Die Zahlen für die Gewichtung werden im für den Nutzer nicht sichtbaren Arbeitsblatt „Listen“ verwaltet. Eine nachträgliche Änderung der Gewichtung ist immer möglich, sodass das Tool flexibel angepasst werden kann. Die neue Gewichtung wird automatisch übernommen und aktualisiert, sobald der „Start“ Button betätigt wird. Abbildung C-3 zeigt die für den Nutzer sichtbaren Arbeitsblätter.

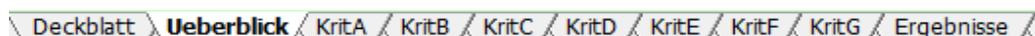


Abb. C- 3: Überblick der für den Nutzer sichtbaren Arbeitsblätter

Auf dem Deckblatt befindet sich der Button „Neue Berechnung“, der sämtliche Werte aus älteren Durchläufen löscht und die Steuerelemente für die erste Maßnahme freischaltet.

Das Blatt „Ueberblick“ – der Name wurde so gewählt, da Umlaute in Programmiersprachen problematisch sind – listet die Kriterien und Indikatoren mit einer kurzen Beschreibung auf. Weiters kann man hier die Gewichtung derzeit in Form einer Variante wählen: Basisvariante, ökonomische, ökologische oder Unsicherheitsvariante. Je nachdem, welche Variante gewählt wird (siehe Abbildung C-4), werden die Gewichtungen (für Indikatoren und Kriterien) in den entsprechenden Zellen geändert. Nach Drücken des „Start“ Buttons wird man zum ersten „Fragebogen“-Blatt weitergeführt.

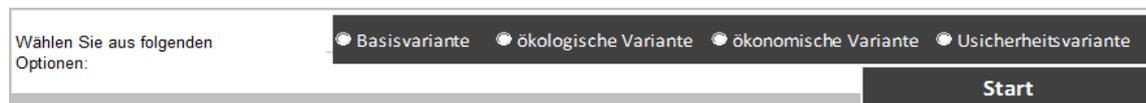


Abb. C- 4: Auswahl der Varianten im Tool

Jedes Kriterium wird in unterschiedliche Indikatoren unterteilt, die es ermöglichen sollten, eine Maßnahme zu bewerten. Jeder Indikator entspricht einer/mehreren Frage/n des „Fragebogens“, wie Abbildung C-5 verdeutlicht.

The image shows a software interface for implementing indicators. At the top, a dark green bar contains the word 'Wichtigkeit' in white. Below this, a grey bar indicates 'Ind. A1: Betroffenheit'. A large green bar contains the question 'Auf welchen Sektor wirkt die Maßnahme primär?'. Underneath, five rows are labeled 'Maßnahme 1' through 'Maßnahme 5'. A dropdown menu is open for 'Maßnahme 2', displaying a list of sectors: 'Landwirtschaft', 'Forstwirtschaft', 'Wasserwirtschaft' (highlighted in blue), 'Energiewirtschaft', 'Tourismus', 'Bau & Wohnen inkl. Gebäudeinfrastruktur', 'Transport & Verkehrsinfrastruktur', and 'Herstellung von Waren'.

Abb. C- 5: Umsetzung von Indikatoren im Tool (am Beispiel von Indikator A1 Betroffenheit)

C-6.2 Benutzung und Durchlauf

Zu Beginn sind alle Werte auf Null gesetzt. Beantwortet der/die Nutzer/in eine Frage aus dem Katalog, wird in die entsprechende Zelle ein Wert geschrieben und mit dem (vorgegebenen) Gewicht des Indikators multipliziert. Dieser Vorgang ist für den/die Nutzer/in nicht sichtbar. Schließlich wird dieser Wert noch mit dem Gewicht des Kriteriums versehen, bevor er in das Gesamtergebnis eingeht.

Begonnen wird mit Kriterium A Wichtigkeit. Hier wird unter anderem der Bereich gewählt, dem die Maßnahme zugeordnet ist und nachgefragt, ob auch andere Bereiche betroffen sind.

Hat man Kriterium A abgeschlossen und drückt "Weiter mit Kriterium B", wird das entsprechende Arbeitsblatt aktiviert und man kann mit der Beantwortung der Fragen fortfahren. Dieses Kriterium ist ebenfalls durch drei Indikatoren gekennzeichnet und beschäftigt sich mit der Frage der Dringlichkeit.

Kriterium C erfragt einerseits Synergien oder Konflikte zum Klimaschutz, wobei die Bilanz an Treibhausgasemissionen der relevante Indikator ist. Auf der anderen Seite werden Synergien/Konflikte mit Anpassungserfordernissen in anderen Bereichen eruiert. Der/die Nutzer/in kann hierfür maximal drei Bereiche wählen, für welche er/sie die Art der Schnittstelle (positiv oder negativ hinsichtlich dortigem Anpassungsbedarf) angibt. Abbildung C-6 zeigt die Umsetzung im Tool.

Abb. C- 6: Auswahl von Bereichen, für die durch die getestete Maßnahme Schnittstellen hinsichtlich Anpassungsbedarf bestehen

In Kriterium D kann der/die Nutzer/in Umweltfolgen (D1), Effekt auf Schutzgüter (D2) und soziale und gesellschaftliche Folgen (D3) bewerten. Für D1 und D3 werden potenziell betroffene Bereiche (im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung) bereits aufgelistet. Der/die Nutzer/in wählt aus dieser Liste einen/mehrere Bereiche und die Art der Einwirkung (positiv, negativ, neutral) aus.

Kriterium E zur Unsicherheitsbandbreite fragt (erneut) nach dem primär relevanten Bereich, für den die Maßnahme bestimmt ist, und verweist auf jene drei Klimaparameter, deren Veränderung (eng/mittel/weit) ausschlaggebend für Schäden durch den Klimawandel. Diese Information läuft im Hintergrund und ist für den/die Nutzer/in nicht einsehbar. Auf diesem Weg können auch Nicht-ExpertInnen Aussagen zur möglichen Entwicklung von Kern-Klimaparametern für den Bereich machen, dem die Anpassungsmaßnahme zugeordnet wird. Wird beispielsweise der Bereich Landwirtschaft als zentral betroffener Sektor gewählt, werden in D1 Temperatur, Niederschlag-Sommer und Hagelschlag freigeschaltet, für der/die Nutzer/in einen Unsicherheitsbereich (im Sinne der Schadensverminderung) wählt (enge, mittlere oder weite Abdeckung durch die Maßnahme). Um die Auswahl für eng/mittel/weit zu erleichtern, ist eine Hilfstabelle (Tabelle C-2) hinterlegt, die eine Klassifikationshilfe hierzu anbietet.

Kriterium F ist wiederum durch eine besondere Form gekennzeichnet, denn je nach gewählter Variante auf dem Blatt "Ueberblick" werden unterschiedlicher Steuerelemente freigeschaltet: Während die ökologische und Unsicherheitsvariante mit der „kleinen“ Kostenvariante in Kriterium F rechnen, fragt die ökonomische Variante eine Kosten-Nutzen-Analyse oder Kosten-Effizienz-Analyse unter Berücksichtigung unterschiedlicher Klimaentwicklungen ab (Wahlmöglichkeit). Bei der "kleinen" Variante gibt es zwei Indikatoren (Investitions- und Betriebskosten), während die ersten beiden jeweils drei aufweisen (Kosten-zu-Nutzen-Verhältnis bei schwachem, moderatem und starkem Klimawandel).

Kriterium G hat im Bewertungstool eine Sonderstellung, da es in die Bewertung nicht explizit mit einfließt. Die Antworten dieses Kriteriums scheinen in einer eigenen Übersichtstabelle im Ergebnisblatt auf.

Im letzten Arbeitsblatt "Ergebnisse" werden alle Ergebnisse der gerade durchgespielten Maßnahme nach Drücken des Buttons "Speichern & Maßnahme abschließen" und weiterer Bestätigung in die dazugehörigen Zellen geschrieben. Danach wird man gefragt, ob eine weitere Maßnahme durchgespielt werden soll. Bei Verneinung wird das Arbeitsblatt "Ergebnisse" aktiv, wählt man jedoch "Ja", werden alle Steuerelemente für die nächste Maßnahme freigeschaltet.

Hat man alle Kriterien der Maßnahme erfolgreich durchgespielt, bekommt man auf dem Arbeitsblatt "Ergebnisse" einen Einblick in eine Bewertung der Maßnahme auf Kriterien-ebene.

Gesamtüberblick der Ergebnisse in Zahlen

In dieser Tabelle scheinen die Ergebnisse Ihrer Bewertung auf, die in der oben angeführten Abbildung graphisch dargestellt werden.

Kriterium	MN 1	MN 2	MN 3	MN 4	MN 5
Wichtigkeit	0.10	0.07	0.05		
Dringlichkeit	0.01	0.06	0.10		
Klimapolitische Ziele	0.08	0.07	0.08		
Umwelt- und soziale Folgen	0.22	0.24	0.15		
Flexibilität	0.06	0.10	0.06		
Ökonomische Vernunft	0.07	0.07	0.07		

Abb. C- 7: Gesamtergebnis mit Ranking (fiktives Beispiel)

Eine graphische Darstellung ist ebenfalls implementiert. Sie ermöglicht einen schnellen Vergleich der Maßnahmen auf Ebene der einzelnen Kriterien. Je weiter ein Punkt vom Mittelpunkt entfernt ist, desto besser schneidet die Maßnahme im jeweiligen Kriterium ab.

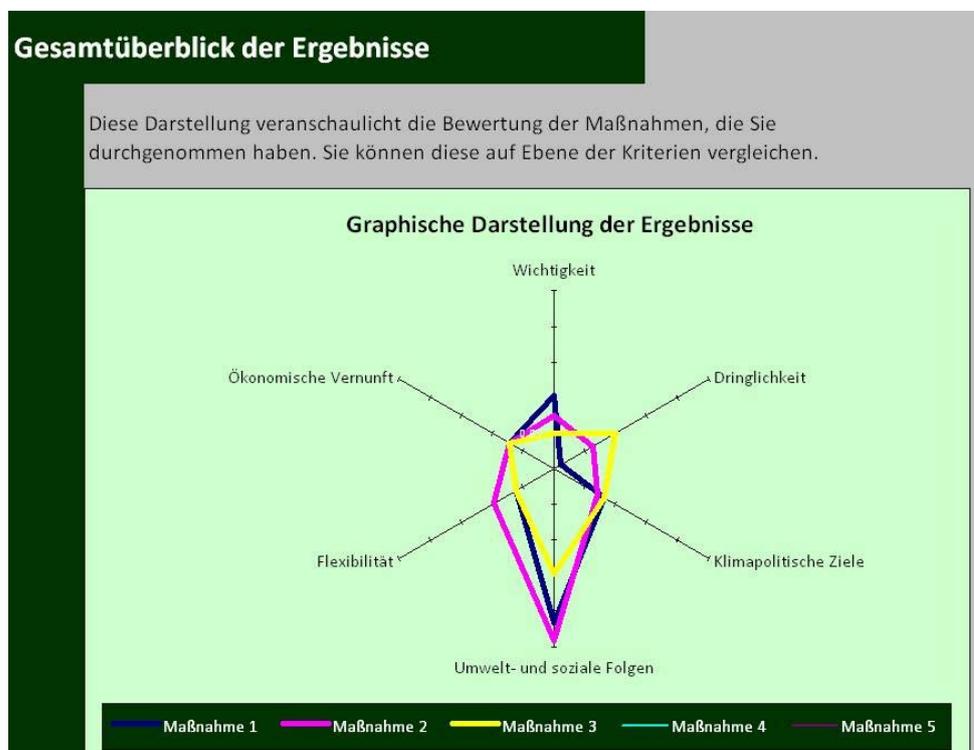


Abb. C- 8: Grafische Darstellung der Ergebnisse (fiktives Beispiel)

Die Ergebnisse werden durch Skizzieren der Rahmenbedingungen (Komplexität in der Umsetzung) ergänzt:

Auswertung der Umsetzbarkeit					
Da Kriterium G nicht in die Bewertung einfließt, Ihnen jedoch als zusätzliche Entscheidungshilfe dienen soll, scheinen die Ergebnisse Ihrer Auswahl als Tabelle auf.					
Indikator	MN 1	MN 2	MN 3	MN 4	MN 5
technische Umsetzung	komplex	leicht	leicht		
Einbindung in Instrumente und Planungsprozesse	einbindbar	k.A.	k.A.		
Ebenen politischer Zuständigkeit	3	3	3		
Interessensgruppen	k.A.	3	4		
gesellschaftliche Akzeptanz	hoch	hoch	hoch		
				k.A.= keine Angabe	

Abb. C- 9: Überblick über die Umsetzbarkeit als zusätzliche Information (fiktives Beispiel)

C-7 Ergebnisse

C-7.1 Illustration anhand eines Maßnahmenportfolios

Das Tool wird im Folgenden anhand vier bereits etablierter Anpassungsmaßnahmen in Österreich getestet (siehe Tabelle C-7). Anpassungsmaßnahmen sind in der Regel sehr differenzierter Natur (hinsichtlich Sektor/Bereich, Timing, Akteure). Diese Heterogenität wird auch durch das folgende Maßnahmenbündel repräsentiert:

1. Das **Lawinenschutz-Bauprogramm** des Landes Tirol setzt bauliche Maßnahmen zusammen mit Aufforstungsmaßnahmen zum Schutz vor Lawinen¹
2. Die **Nassholzlagerung** nach Sturmschäden ermöglicht durch künstliche Beregnung eine Zwischenlagerung des Holzes mit nur geringen Qualitätseinbußen.²
3. Im Zuge des **passiven Hochwasserschutzes durch Absiedlung** werden landwirtschaftliche Gehöfte und Wohnhäuser abgesiedelt.³
4. **Aktiver Hochwasserschutz** kann beispielsweise **durch Mobilelemente** (wie etwa Stahl-/Holz-/Metall-Konstruktionen, Schläuche/Sandsäcke) erfolgen.⁴

¹ In den Wintermonaten bedrohen Lawinen Jahr für Jahr die Straßen Tirols. Auf Grund des Lawinenschutz-Bauprogramms müssen die Straßen allerdings jetzt nur mehr in seltenen Fällen gesperrt werden. Sowohl Stützverbauungen mit einhergehenden Aufforstungsmaßnahmen an steilen Hängen als auch die Errichtung von Schutzbauwerken (Galerien, Tunnel und Sonderkonstruktionen) an Straßen haben Tirols Hauptverkehrswege ganzjährig befahrbar gemacht. (www.klimawandelanpassung.at)

² Die vorübergehende Lagerung von Rundholz ist ein wichtiges Instrument zur Holzflusssteuerung und kann vor allem nach größeren Schadereignissen zur Entlastung des Holzmarktes beitragen. Wichtig ist, dass während der Lagerung ein Qualitätsverlust des Rundholzes durch Austrocknung oder Verblauung vermieden wird. Die geeignete Methode zur Konservierung von Holz ist die Nasslagerung. Dabei wird das Holz während der gesamten Lagerdauer künstlich beregnet. Insbesondere aus der Windwurfkatastrophe „Kyrill“ bestehen umfangreiche Erfahrungen mit der Nasslagerung von Sägerundholz. Die Landwirtschaftskammer Österreich, die Land & Forst Betriebe Österreich und der Waldverband Österreich haben diese Informationen in gemeinsamer Arbeit zusammengetragen. Die wertvollen Informationen stammen primär von www.waldwissen.net, einer Internetplattform, die von verschiedenen forstlichen Forschungsstätten im Alpenraum betrieben wird. Ebenso haben die Österreichischen Bundesforste und andere Großbetriebe, die von „Kyrill“ stark betroffen waren, ihre Erfahrungen eingebracht. Ergänzend wurden wasserrechtliche Grundlagen aus Merkblättern in Ober- und Niederösterreich eingearbeitet. (www.klimawandelanpassung.at)

³ Das Aussiedlungsprojekt "Machland Nord" in den Gemeinden Naarn, Baumgartenberg, Mitterkirchen, Saxen, Grein und St. Nikola mit insgesamt über 230 Absiedlungsobjekten ist das größte Absiedlungsvorhaben, wobei den Eigentümern 80 Prozent des Wertes ihrer Objekte abgelöst werden. Für den passiven Hochwasserschutz wurden von Seiten des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie Gelder zur Verfügung gestellt. Projekte werden in rund 20 Gemeinden umgesetzt. Beispiele sind: Absiedlung Machland Nord (OÖ) (Gemeinden Baumgarten, Berg, Saxen, St. Nikola, Grein, Mitterkirchen); Absiedlung Strengberg Wallsee, Ardagger (NÖ) (www.klimawandelanpassung.at)

⁴ Mobile Hochwasserschutzzelemente und Maßnahmen zum lokalen Objektschutz wurden in den letzten Jahren intensiv weiterentwickelt und die Produktpalette ist stark erweitert worden. Planmäßiger, mobiler Hochwasserschutz / Objektschutz stellt eine Ergänzung zu stationären Hochwasserschutzmaßnahmen dar und eignet sich sehr gut zur Eigenvorsorge bzw. zum Selbstschutz. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Anwendung von automatisch schließenden Systemen. Dazu gehören automatisch schließende „Hochwasserfenster“, klappbare Systeme oder aufschwimmbare Systeme. Zum notfallmäßigen, mobilen Hochwasserschutz/Objektschutz zählen vor allem Sandsäcke, Holzbohlen und Schaltafeln. (www.klimawandelanpassung.at)

Tab. C- 7: Maßnahmenportfolio

Maßnahme	Region	Bereich
Lawinenschutz-Bauprogramm	Tirol	(Verkehrs-) Infrastruktur/ Schutz vor Naturgefahren
Nassholzlagerung	OÖ	Forstwirtschaft
Passiver Hochwasserschutz durch Absiedlung	OÖ, NÖ	Wasserwirtschaft
Aktiver Hochwasserschutz durch Mobilelemente	OÖ, NÖ	Wasserwirtschaft

Tabelle C-8 beschreibt die untersuchten Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkungen entlang der im Tool betrachteten Indikatoren.

Tab. C- 8: Beschreibung der Maßnahmen entlang der Indikatoren [expertenbasiert]

Kriterium	Indikatoren		Maßnahmen			
			Lawinenschutz	Nassholzlager	Absiedlung	Mobilelemente Hochwasser
A WICHTIGKEIT	A1: Betroffenheit	Betroffener Bereich	Verkehrsinfrastruktur	Forstwirtschaft	Wasserwirtschaft	Wasserwirtschaft
		Weitere Bereiche	Forstwirtschaft, Siedlungsinfrastruktur	Tourismus, Wasserwirtschaft, Produktion	Siedlungsinfrastruktur/Raumordnung/Wohnen	(Örtliche) Raumplanung
	A2: Potential zur Verhinderung von Schäden		€ 10 Mio.- 1 Mrd.	€ 10 Mio. - 1 Mrd.	€ 10 Mio. - 1 Mrd.	€ 1 Mio - 10 Mio.
	A3: Potential zur Verhinderung irreversibler und/oder nicht monetär fassbarer Schäden		nein	nein	nein	nein
B DRINGLICHKEIT	B1: Schäden heute		gradueller Schaden (mehrmals pro Jahr)	Extremereignis (1x pro Jahr)	Extremereignis (alle paar Jahre)	Extremereignis (alle paar Jahre)
	B2: Zukünftige Schäden		neue oder Zunahme an graduellen Schäden in den nächsten 5 Jahren	neue oder Zunahme an Extremereignissen in den nächsten 5 Jahren	neue oder Zunahme an Extremereignissen in den nächsten 5 Jahren	neue oder Zunahme an Extremereignissen in den nächsten 5 Jahren
	B3: Vorlaufzeit		in 10-20 Jahren wirksam	in 10-20 Jahren wirksam	in 10-20 Jahren wirksam	sie wirkt unmittelbar
	B4: Lebensdauer		> 30 Jahre wirksam	bis 10 Jahre wirksam	> 30 Jahre wirksam	nur vorübergehend
C KLIMAPOLITISCHE ZIELE	C1: Synergien/Konflikte mit Klimaschutzmaßnahmen		schwacher Rückgang der Treibhausgasemissionen	schwacher Rückgang der Treibhausgasemissionen	schwacher Anstieg der Treibhausgasemissionen	Nein
	C2: Synergien/Konflikte mit Anpassung in anderen Bereichen	Bereich 1	Forstwirtschaft	Tourismus	Siedlungsinfrastruktur/Raumordnung	Örtliche Raumplanung (Flächenwidmungs- und Bebauungsplan)
			moderate Synergien mit Anpassung	moderate Synergien mit Anpassung	hohe Synergien mit Anpassung	Nein

Kriterium	Indikatoren		Maßnahmen			
			Lawinenschutz	Nassholzlager	Absiedlung	Mobilelemente Hochwasser
		Bereich 2	Siedlungsinfrastruktur / Gebäude	Wasserwirtschaft	k.A.	k.A.
			k.A.	starker Konflikt mit Anpassung in diesem Bereich		
		Bereich 3	k.A.	Produktion	k.A.	k.A.
				moderate Synergien mit Anpassung in diesem Bereich		
D UMWELT- UND SOZIALE FOLGEN	D1: Umweltfolgen	Positive Folgen	- Ökosysteme, Pflanzen, Tiere (Lawenstri- che) - Boden	- Ökosysteme, Pflanzen, Tiere (Borkenkä- fer)	- Ökosysteme, Pflanzen, Tiere (ökologische Optimierung, Re- tentionsflächen) - Wasser (Abflussopti- mierung)	Keine
		Negative Folgen	keine	- Wasser - giftige und umweltge- fährdende Stoffe (Aus- schwemmung von Holzinhaltsstoffen)	- Landschaft	Keine
	D2: Schutzgüter		ja, positiv betroffen	k.A.	k.A.	Nein
	D3: Soziale Folgen	Positive Folgen	- Sicherheit (Katastro- phenschutz)	- Wohlstand und Be- schäftigung (Preisstabi- lisierung auf Holzmärk- ten)	- Sicherheit (Katastro- phenschutz)	- Sicherheit (Katastro- phenschutz) - Wohnen und Sied- lungsraum (Denkmal- schutz)
		Negative Folgen	- Landschaft (Ästhetik)	- Gesundheit, Wohlbe- finden und Ernährung (Ausschwemmung von Holzinhaltsstoffen)	- Fairness gegenüber Nachbarn - Mobilität (Zufahrtswe- ge)	- Wohnen und Sied- lungsraum (Ästhetik)

Kriterium	Indikatoren		Maßnahmen			
			Lawinenschutz	Nassholzlager	Absiedlung	Mobilelemente Hochwasser
E FLEXIBILITÄT	E1: Unsicherheitsbandbreite	Klimaparameter	Niederschlag / Starkregen	Temperatur	Niederschlag Sommer	Niederschlag Sommer
			mittel	k.A.	weit	Mittel
		Klimaparameter	Sturm	Sturm	Temperatur	Temperatur
			k.A.	eng	k.A.	k.A.
		Klimaparameter	Temperatur / Hitzeperiode	Niederschlag Sommer	Niederschlag Winter	Niederschlag Winter
			Weit	k.A.	k.A.	k.A.
	E2: Änderung der Maßnahme		k.A.	ja, aber mit relativ hohem Zusatzaufwand	Nein	ja, leicht anzupassen
F ÖKONOMISCHE VERNUNFT*	Kosten zur Erreichung eines spezifischen Zielwertes je Bereich (CEA)	CEA1	-	-	-	-
		CEA2	-	-	-	-
		CEA3	-	-	-	-
	Kosten-Nutzen-Verhältnis für unterschiedliche Klimaentwicklungen (CBA)	bei schwacher Klimaänderung	Kosten = Nutzen	Kosten < Nutzen	Kosten > Nutzen	Kosten > Nutzen
		bei moderater Klimaänderung	Kosten < Nutzen	Kosten = Nutzen	Kosten > Nutzen	Kosten = Nutzen
		bei starker Klimaänderung	Kosten < Nutzen	Kosten > Nutzen	Kosten = Nutzen	Kosten = Nutzen
	"kleine Variante": Investitions- und Betriebskosten	Investitionskosten	sehr hohe Kosten	hohe Kosten	sehr hohe Kosten	hohe Kosten
		Betriebskosten	geringe Kosten	hohe Kosten	sehr hohe Kosten	hohe Kosten

Kriterium	Indikatoren	Maßnahmen				
		Lawinenschutz	Nassholzlager	Absiedlung	Mobilelemente Hochwasser	
G UMSETZBARKEIT**	G1: Technische Umsetzbarkeit		technisch (sehr) komplex	technisch leicht umzusetzen	technisch (sehr) komplex	technisch leicht umzusetzen
	G2.1: Einbindung in Instrumente und Entscheidungsprozesse		ja, sie kann eingebunden werden	nein, derzeit nur schwer möglich	ja, sie kann eingebunden werden	k.A.
	G2.2: Ebenen politischer Zuständigkeit		3 Ebenen (lokal, regional, national)	4 Ebenen (lokal, regional, national, EU)	3 Ebenen (lokal, regional, national)	2 Ebenen (lokal, regional)
	G2.3: Interessensgruppen		k.A.	4	3	2
	G3: gesellschaftliche Akzeptanz		Hoch	k.A.	gering	Hoch

* es ist CEA oder CBA zu wählen ODER die „kleine Variante“

** die Umsetzbarkeit fließt nicht in die Bewertung ein und erhält daher keine Gewichte

k.A. = keine Angabe

C-7.2 Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Der **Vergleich von Maßnahmen innerhalb eines Sektors/Bereichs** wird hier anhand zweier Maßnahmen aus dem Bereich Wasserwirtschaft angestellt. Passiver Hochwasserschutz (Hochwasserschutz über die Raumordnung – in Form von Absiedlung) und aktiver Hochwasserschutz (in Form von mobilen Elementen) zeigen charakteristische Ausprägungen v.a. hinsichtlich Dringlichkeit, Flexibilität, Unsicherheitsbandbreite, Aspekte nachhaltiger Entwicklung und Kosten. Dies kommt in den Kriterien „Dringlichkeit“, „Flexibilität“, „Umwelt- und soziale Folgen“ und „Ökonomische Vernunft“ zum Ausdruck, die durch Punkte weiter weg vom Mittelpunkt des Spinnwebdiagramms sichtbar sind (siehe Abbildung C-10).

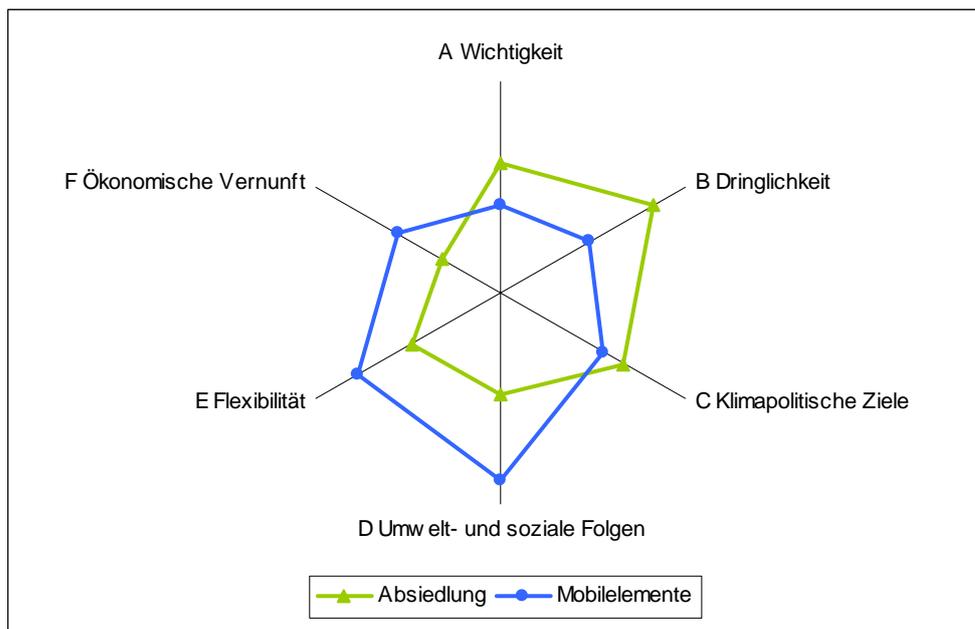


Abb. C- 10: Vergleich von zwei Maßnahmen aus dem Hochwasserschutz: Ergebnis für Absiedlung (passiver Hochwasserschutz) und Mobilelemente (aktiver Hochwasserschutz) [Basisvariante]

So ist Hochwasserschutz durch Mobilelemente etwa weitaus flexibler einzusetzen (relativ schneller Auf-/Abbau, Einsatz differenzierter Elemente, rasches Reagieren auf eingetretene Folgen bei entsprechenden Vorwarnsystemen). Hingegen decken Mobilelemente einen weniger breiten Unsicherheitsbereich ab, da sie bei starken Klimafolgen durch Hochwasser in ihrer Schutzfunktion ausfallen können. Obwohl auch die Kosten des Hochwasserschutzes durch Mobilelemente hoch anzusetzen sind, steigt diese Option im Vergleich zur Absiedlung, die mit sehr hohen Ausgaben verbunden ist, kostenmäßig besser aus. Für Absiedlung ist frühzeitiges Planen gefragt, da es einige Zeit dauert, bis die Maßnahme voll wirksam ist und die Umsiedlung stattgefunden hat. Außerdem beeinflussen Änderungen in der Landnutzung längerfristige Entwicklungspfade. Mobile Elemente hingegen wirken unmittelbar und haben kurzfristige Effekte (d.h. die Dringlichkeit der Planung und/oder Umsetzung ist hier nicht so stark gegeben). Beide Optionen, aktiver wie passiver Hochwasserschutz, agieren als Katastrophenschutzmaßnahmen und beeinflussen in dieser Funktion Sicherheit, Wohlstand, Gesundheit und Wohnen (abgebildet in Indikator D3 „soziale Folgen“) positiv. Mobilelemente können darüber hinaus gezielt als Denkmalschutz installiert werden. Sie sind insgesamt nicht besonders ästhetisch, was sich aber aufgrund ihres z.T. begrenzten Einsatzes relativiert. Absiedlung ist eine effektive, anhaltende Maßnahme, die jedoch aus Fairnessgründen problematisch ist (sie zielt sehr differenziert auf betroffene Gebäude ab) und Gefahr läuft, gesellschaftliche Spannungen zu nähren.

Der **Vergleich von Maßnahmen aus unterschiedlichen Sektoren/Bereichen** erfolgt für die Bereiche Verkehrs- und Siedlungsinfrastruktur (Lawinenschutzmaßnahmen), Forstwirtschaft (Nassholzlager) und Wasserwirtschaft/Hochwasserschutz (Absiedlung, die bereits oben diskutiert wurde). Die größten Unterschiede sind bei Umwelt- und sozialen Folgen (Kriterium D), Flexibilität (Kriterium E) und ökonomische Vernunft (Kriterium F) zu beobachten (siehe Abbildung C-11).

Lawinenschutz durch Aufforstung bindet CO₂ und sorgt für höhere Hangstabilität und Sicherheit (auch im Fall von Hangrutschungen oder Muren). Selbst wenn sich das Klima nicht ändert und vermehrte Lawinenabgänge nicht zu erwarten sind, würde diese Maßnahme nicht bereut werden („no regret“). Lawinenschutz durch bauliche Maßnahmen beeinträchtigt hingegen das Landschaftsbild; sie können aber großen Schneemengen standhalten (weite Unsicherheitsbandbreite). Die Synergien zum Klimaschutz durch Aufforstung deuten auf einen (auch wenn nur sehr geringen) Zweifachgewinn hin („win win“) – einerseits bzgl. Anpassung an den Klimawandel, andererseits bzgl. Vermeidung des Klimawandels. Ein starker Trade-off mit Umweltfolgen zeichnet sich hingegen durch Nassholzlager ab, die v.a. aufgrund des hohen Wasserverbrauchs und der Ausschwemmung von Holzinhaltstoffen auffallen. Positiv ist jedoch die Eindämmung der Ausbreitung von Borkenkäferpopulationen zu verbuchen. Ebenfalls positiv bewertet werden Synergien zu Anpassungserfordernissen im Tourismus (Wander- und Sommertourismus, Landschaftsbild) und die Herstellung von Waren (Preisstabilisierung auf Holzmärkten).

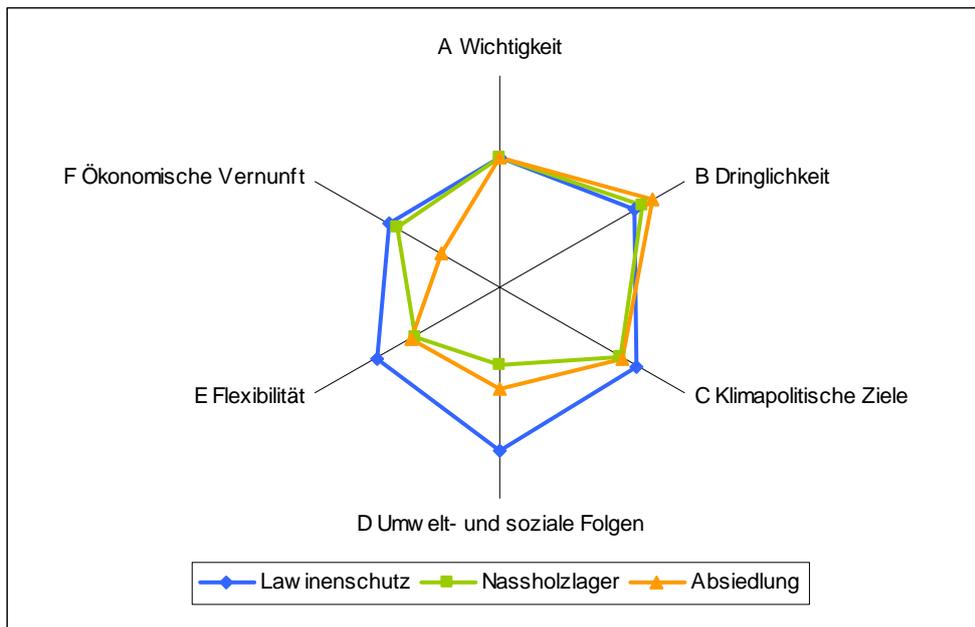


Abb. C- 11: Vergleich von drei Maßnahmen aus *unterschiedlichen* Bereichen: Ergebnis für Lawinenschutz (Verkehrs-/Siedlungsinfrastruktur), Nassholzlager (Forstwirtschaft) und Absiedlung (Wasserwirtschaft/Hochwasserschutz) [Basisvariante]

Eine Übersicht zur Umsetzbarkeit der vier Maßnahmen bietet Tabelle C-9. Hinsichtlich der Komplexität der Umsetzung fällt v.a. die Maßnahme Nassholzlager auf. Ihre Einbindung in existierende Instrumente und Entscheidungsprozesse erweist sich insofern als schwierig, als derzeit bestehende behördliche Beschränkungen wasserrechtlicher Natur den Ausbau von Kapazitäten (Fixplätzen) verhindern, der nötig wäre, um zukünftig erwarteten Schäden zu begegnen. Die Berücksichtigung der EU-Wasserrahmenrichtlinie

erfordert neben der lokalen, regionalen und nationalen Ebene auch die Einbindung einer europäischen Betrachtung. Die Maßnahme Mobilelemente ist hingegen stärker regional ausgerichtet. Für die weitere Planung und Umsetzung der Maßnahme Nassholzlager könnten mehrere Partner hilfreich sein (z.B. Holzindustrie, Ökologen (hinsichtlich Wasserverbrauch), ÖBB (hinsichtlich Logistik), etc.). Die gesellschaftliche Akzeptanz von Nassholzlager ist schwer einzustufen, da die Anpassungsmaßnahme noch sehr wenig bekannt ist. Sicher ist jedoch, dass die Maßnahme Absiedlung ein gesellschaftlich und sozial brisantes Thema ist.

Tab. C- 9: Umsetzbarkeit und Rahmenbedingungen für verschiedene Maßnahmen

	Lawinenschutz	Nassholzlager	Absiedlung	Mobilelemente
technisch				
Technische Umsetzbarkeit	technisch (sehr) komplex	technisch leicht umzusetzen	technisch (sehr) komplex	technisch leicht umzusetzen
institutionell/ politisch				
Einbindung in Instrumente und Entscheidungsprozesse	ja, sie kann eingebunden werden	nein, derzeit nur schwer möglich	ja, sie kann eingebunden werden	k.A.
Ebenen politischer Zuständigkeit	3 Ebenen (lokal, regional, national)	4 Ebenen (lokal, regional, national, EU)	3 Ebenen (lokal, regional, national)	2 Ebenen (lokal, regional)
Interessensgruppen	k.A.	4	3	2
gesellschaftlich				
gesellschaftliche Akzeptanz	hoch	k.A.	gering	hoch

k.A. = keine Angabe

Die Teilergebnisse pro Kriterium spielen für die weitere Entscheidungsfindung in Stakeholder orientierten Prozessen eine zentrale Rolle. Ist man auch an einer Gesamtschau interessiert, liegen die (Teil-)Ergebnisse auch in Zahlen vor. Diese Werte sind ordinal skaliert, d.h. es geht primär um das Abschneiden von Maßnahmen im direkten Vergleich zueinander, oder anders ausgedrückt, es geht um *relative* Werte (nicht absolute). Tabelle C-10 im Anhang bietet eine derartige Übersicht der Ergebnisse.

Abbildungen C-12 und C-13 zeigen die Ergebnisse aus Abbildungen C-10 und C-11 (im Anhang) auch für unterschiedliche Varianten des Tools. Die Abbildung „Basisvariante“ in C-12 bzw. C-13 entspricht dabei jeweils der Darstellung in C-10 bzw. C-11.

Einen Vergleich nicht von Maßnahmen, sondern von Bewertungsvarianten untereinander (Basislauf, ökologischer/ ökonomischer/ Unsicherheitsfokus) liefert Abbildung C-14 (im Anhang). Schlussendlich gibt Abbildung C-15 (im Anhang) den Beitrag der Maßnahmen in Prozent (%) des maximal erreichbaren Wertes pro Kriterium an. 0% (Datenpunkte in der Mitte des „Sternes“) sind nicht möglich; 100% sind hingegen erreicht, wenn man am äußeren Ende eines Strahls landet. Die linke und die rechte Darstellung in der Abbildung unterscheiden sich nur durch den Strahl „ökonomische Vernunft“, da Kriterium F in eine „kleine“ und „große“ Variante geteilt wird.

C-8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Ziel von SALDO ist es, Maßnahmen zur Klimawandelanpassung mit Hilfe eines Bewertungstools zu evaluieren und zu vergleichen. Das Tool soll die Entscheidungsfindung im Rahmen der österreichischen Anpassungsstrategie unterstützen, indem es die Diskussion und Reflexion über entscheidungsrelevante Kriterien fördert. Insgesamt sollen Entscheidungen unter Unsicherheit erleichtert und unterschiedliche Entscheidungsebenen integriert werden (Abstimmung von top-down Planung und bottom-up). Ein langfristiges Ziel der öffentlichen Anpassungspolitik aber auch des privaten Anpassungsmanagements stellt die Vermeidung von Fehlanpassung dar.

Die Beurteilung der Anpassungsmaßnahmen erfolgt anhand von sieben Kriterien, die durch ökonomische und nicht-ökonomische Indikatoren operationalisiert werden:

- *Wichtigkeit*: Maßnahme hat großes Schadenvermeidungspotenzial (irreversible und nicht irreversible Schäden, monetäre und nicht monetär fassbare Schäden) (Go Kriterium: dramatische und/oder irreversible Schäden)
- *Dringlichkeit*: Schäden sind bereits aufgetreten oder in naher Zukunft zu erwarten (Leitkriterium: rechtzeitiges Handeln); Maßnahme hat eine lange Vorlaufzeit; Maßnahme impliziert lange Entwicklungspfade
- *Klimapolitische Ziele*: Maßnahme erzeugt (zusätzlich) positive Effekte für Klimaschutz oder Anpassung in anderen Sektoren (Leitkriterium: ‚Win-Win‘ Maßnahmen)
- *Umwelt- und soziale Folgen*: Maßnahme erzeugt (zusätzlich) positive Umwelteffekte (Leitkriterium: ‚Win-Win‘ Maßnahmen); hat keine negative Auswirkung auf sensible/wertvolle Schutzgüter (No Go Kriterium bei negativen Folgen); hat positive Auswirkungen auf Fairness, Sicherheit, Wohlstand, Gesundheit
- *Flexibilität*: Maßnahme eignet sich für eine weite Bandbreite unterschiedlicher Klimaentwicklungen; Maßnahme kann modifiziert und an geänderte Rahmenbedingungen angepasst werden
- *Ökonomische Vernunft*: Gesellschaftlicher Nutzen übersteigt Kosten unter unterschiedlichen Klimaentwicklungen (Leitkriterium: ‚No-Regret‘ Maßnahmen)
- *Umsetzbarkeit*: Komplexität der Maßnahme (ggf. Möglichkeit des „Mainstreamings“), politische Relevanz, gesellschaftliche Akzeptanz

Die Nutzerschaft ist bewusst sehr breit angelegt, und das Excel-Tool einfach zu bedienen. Der/die Nutzer/in wird durch einen Fragenkatalog geführt, der die Antworten zu den einzelnen Indikatoren in einer Multikriterienanalyse zusammenführt. Neben einer Basisvariante, in der alle Kriterien gleichrangig nebeneinander stehen, kann der/die Nutzer/in mittels Schwerpunktwahl (ökonomisch, ökologisch/nachhaltig, Unsicherheiten) unterschiedliche Vorgaben des Tools für die Bewertung testen. Mithilfe des Tools können bis zu fünf Maßnahmen entweder aus dem gleichen oder unterschiedlichen Anpassungsbeirichen verglichen und – falls erwünscht – in einer Gesamtschau dargestellt werden.

Um die Funktionsweise des Tools zu illustrieren, wurde das Bewertungstool auf vier bereits in Österreich durchgeführte Anpassungsmaßnahmen in den Bereichen Schutz vor Naturgefahren, Forstwirtschaft und Wasserwirtschaft angewandt: ein Lawinenschutz-Bauprogramm (bauliche und Aufforstungsmaßnahmen), die Nassholzlagerung nach Sturmschäden (Zwischenlagerung des Holzes durch künstliche Beregnung), passiver Hochwasserschutz durch Absiedlung (von landwirtschaftlichen Gehöften und Wohnhäuser) und aktiver Hochwasserschutz durch Mobilelemente (durch z.B. Stahl-/Holzkonstruktionen, Sandsäcke).

Bezüglich des Vergleichs unterschiedlicher Maßnahmen ergibt sich, dass Maßnahmen mit einem gemeinsamen Anpassungsziel (z.B. Hochwasserschutz) sich v.a. in den Kriterien Flexibilität und ökonomische Bewertung unterscheiden, wohingegen sich Maßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen zusätzlich hinsichtlich ihres Schadenvermeidungspotenzials und der Wechselwirkungen zum Klimaschutz unterscheiden. Die Kriterien Dringlichkeit sowie Umwelt- und soziale Folgen können sehr unterschiedlich ausfallen. Im Detail, lassen sich die getesteten Maßnahmen wie folgt darstellen:

- *Mobilelemente* (aktiver Hochwasserschutz) punkten primär durch ihre Flexibilität. Die unmittelbare Wirksamkeit und kurzfristige Lebensdauer verlangen keine lange Planungsphase. Der Einsatz von Mobilelementen verursacht hohe Kosten, die aber im Vergleich zu Alternativen im Hochwasserschutz (wie Absiedlung) im Mittelfeld landen. Mobile Elemente punkten außerdem durch positive Effekte im Sinne sozialer Nachhaltigkeit (Sicherheit, Wohn- und Siedlungsraum, Gesundheit, Denkmalschutz). Ein bedeutender Nachteil liegt in der geringen Unsicherheitsbandbreite an möglichen Klimafolgen, die Mobilelemente abfedern können. Sie sind eher als Notfallmaßnahme als langfristiges Anpassungsinstrument zu sehen.
- *Lawinenschutzmaßnahmen* (baulich, Aufforstung) haben bei Kosten-Nutzen-Abwägungen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Klimaentwicklungen die Nase vorn, da sie auch sehr großen Schneelasten standhalten können. Vor allem Aufforstungsmaßnahmen sind aufgrund ihres No-Regret und Win-Win Charakters (Synergien zu Umwelt- und sozialen/gesellschaftlichen Aspekten sowie Klimaschutz) vorzuziehen. Eine Vorlaufzeit von bis zu 20 Jahren muss entsprechend eingeplant werden.
- *Nassholzlager* zur Qualitätssicherung des Holzes nach Sturmschäden sind in keiner Kategorie herausragend. Sie fallen um ihre Bewertung v.a. aufgrund ihrer vorwiegend negativen Umweltfolgen (z.B. Wasserverbrauch, Ausschwemmung von Holzinhaltstoffen) und der geringen Unsicherheitsbandbreite, auf die mit den derzeitigen Kapazitäten reagiert werden kann (diese scheitern jedoch vorrangig an behördlichen wasserrechtlichen Genehmigungen). Synergien an Schnittstellen zu Anpassung in anderen Bereichen (Tourismus, Herstellung von Waren bzw. Holzindustrie). Als Alternative Maßnahmen mit weniger einschneidenden Umweltfolgen bieten sich waldbauliche Maßnahmen (keine Monokulturen) oder beispielsweise genetisch resistenteren Bäumen.
- *Absiedlung* (passiver Hochwasserschutz verursacht sehr hohe Kosten und erfordert rechtzeitiges Planen und Handeln („early action“), da über Änderungen in der Raumordnung langfristige Effekte gesteuert werden. Die Maßnahme erlaubt kaum Flexibilität und ist gesellschaftlich/sozial gesehen nicht unproblematisch (Fairness, Wohlbefinden). Die herausragende Stärke der Maßnahme zeigt sich in der weiten Unsicherheitsbandbreite, auf die reagiert bzw. für die vorgesorgt wird. Die gesellschaftliche Akzeptanz von Absiedlungsmaßnahmen, die hier nicht explizit in die Bewertung eingeht, ist gering.

Das Bewertungstool soll *keine* endgültige Entscheidung abbilden, also keine ultimative Aussage über zukünftige Betroffenheiten und Handlungserfordernisse abgeben. Hingegen kann es die Entscheidungsfindung aufbereiten und erleichtern. Das Bewusstsein über das Mitwirken unterschiedlicher Kriterien, deren Bedeutung im Entscheidungsprozess eine Frage der Präferenzen einzelner Stakeholder/Entscheidungsträger ist, und das Bewusstmachen, dass das Auftreten von zahlreichen Unsicherheiten in der Entscheidungskette die Orientierung an Leitkriterien, an sog. Go- und No-Go-Kriterien sowie an sog. No-Regret- und Win-Win-Maßnahmen unabdingbar macht, sind hierfür zentral. Das Bewertungstool führt nicht zuletzt auch Anpassungserfordernisse unterschiedlicher Sektoren/Bereiche zusammen, indem Betroffenheit, Dringlichkeit, Umwelteffekte, Kosten-Nutzen-Überlegungen und Flexibilitätsanforderungen von Anpassungsmaßnah-

men unterschiedlicher Bereiche in einem gemeinsamen Rahmen gegenübergestellt werden.

Das Bewertungstool soll (unter Finanzierungsvorbehalt) in der Folge in drei Bereichen weiter entwickelt werden:

1. Es wird angestrebt, zumindest mit den Nachbarländern (v.a. Deutschland) einen Austausch zum SALDO-Tool zu suchen und ggf. eine gemeinsame Lösung zur Entscheidungsaufbereitung und letztlich zur Maßnahmenpriorisierung zu erarbeiten. Ferner soll ggf. auch eine Übersetzung ins Englische vorgenommen werden.
2. Das Tool wird derzeit auf nationaler Ebene angewandt, soll jedoch in weiterer Folge durchaus auch für lokale/regionale Anwendungen zur Verfügung stehen sowie ggf. auch auf Unternehmensebene Anwendung finden (mit entsprechenden Adaptierungen des Tools). Zuvor muss das Tool intensiv getestet werden. Dies wird einerseits auf nationaler Ebene im Rahmen der österreichischen Klimawandelanpassungsstrategie geschehen, andererseits in angewandten Forschungsprojekten und auf niedrigerer Skalenebene.
3. Es soll in Zukunft diskutiert werden, ob und wie unterschiedliche Präferenzen zu einer (einheitlichen) Gewichtung der Kriterien für eine mögliche Gesamtbetrachtung konvergieren können. Es sollte dabei jedenfalls ein größtmöglicher Konsens unter Stakeholdern erreicht werden. Die derzeitigen Möglichkeiten einer gleichverteilten, ökologischen, ökonomischen und Unsicherheits-gesteuerten Variante dienen als Wegweiser einer solchen Bestrebung und dienen momentan v.a. der Illustration unterschiedlicher Vorgaben.

Literaturverzeichnis

- BMLFUW (2011), "Der Schrittmacher" - Handbuch "Politiken und Rechtsakte zugunsten nachhaltiger Entwicklung", Wien.
- De Bruin K., R. B. Dellink, A. Ruijs, L. Bolwidt, A. van Buuren, J. Graveland, R. S. de Groot, P. J. Kuikman, S. Reinhard, R. P. Roetter, V. C. Tassone, A. Verhagen, E. C. van Ierland (2009), Adapting to climate change in The Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives, *Climatic Change* (2009) 95:23–45. DOI 10.1007/s10584-009-9576-4
- Dessai S., Hulme M., Lempert R. and Pielke Jr R. (2009), Climate prediction: a limit to adaptation? In: Adger W.N., Lorenzoni I., and O'Brien K.L. (eds) *Adapting to climate change. Thresholds, values, governance*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- EEA (2007), *Climate change: the cost of inaction and the cost of adaptation*, EEA Technical report No 13/2007, ISSN 1725–2237.
- Füssel, H.-M. (2007), Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. *Sustain Science* (2007) 2:265–275.
- OECD (2008), *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, benefits and policy instruments*.
- Parry, M., N. Arnell, P. Berry, D. Dodman, S. Fankhauser, C. Hope, S. Kovats, R. Nicholls, D. Satterthwaite, R. Tiffin, T. Wheeler (2009), *Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates*, International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change, London.
- Prutsch A., Grothmann T., Schauer I., Otto S., McCallum S. (2010), Guiding principles for adaptation in Europe. ETC/ACC Technical Paper 2010/6, November 2010.
- Swart, R., Biesbroeck, R., Binnerup, S., Carter, T.R., Cowan, C., Henrichs, T., Loquen, S., Mela, H., Morecroft, M., Reese, M., Rey, D. (2009), *Europe Adapts to Climate Change: Comparing National Adaptation Strategies*. PEER Report No. 1.
- UK Climate Impacts Programme (UKCIP) (2004), *Costing the impacts of climate change in the UK, Implementation Report*.
- Umweltbundesamt Deutschland (UBA-D) (2010), *Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel*, KomPass Newsletter Nr. 12/ September 2010.
- Van Ierland E.C., K. de Bruin, R.B. Dellink and A. Ruijs (eds.) (Ruiteplaner NL) (2007), *Routeplanner towards a climate proof Netherlands. A qualitative assessment of climate adaptation options and some estimates of adaptation costs*.
- Willows, R., Connell, R. (eds) (2003), *Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making*. UKCIP Technical Report, May 2003.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abb. C- 1:	Aufbau des Bewertungstools	9
Abb. C- 2:	Durchspielen unterschiedlicher Vorgaben des Tools (Varianten).....	24
Abb. C- 3:	Überblick der für den Nutzer sichtbaren Arbeitsblätter	28
Abb. C- 4:	Auswahl der Varianten im Tool	28
Abb. C- 5:	Umsetzung von Indikatoren im Tool (am Beispiel von Indikator A1 Betroffenheit).....	29
Abb. C- 6:	Auswahl von Bereichen, für die durch die getestete Maßnahme Schnittstellen hinsichtlich Anpassungsbedarf bestehen.....	30
Abb. C- 7:	Gesamtergebnis mit Ranking (fiktives Beispiel).....	31
Abb. C- 8:	Grafische Darstellung der Ergebnisse (fiktives Beispiel)	31
Abb. C- 9:	Überblick über die Umsetzbarkeit als zusätzliche Information (fiktives Beispiel).....	32
Abb. C- 10:	Vergleich von zwei Maßnahmen aus dem Hochwasserschutz: Ergebnis für Absiedlung (passiver Hochwasserschutz) und Mobilelemente (aktiver Hochwasserschutz) [Basisvariante].....	39
Abb. C- 11:	Vergleich von drei Maßnahmen aus <i>unterschiedlichen</i> Bereichen: Ergebnis für Lawinenschutz (Verkehrs-/Siedlungsinfrastruktur), Nassholzlager (Forstwirtschaft) und Absiedlung (Wasserwirtschaft/Hochwasserschutz) [Basisvariante].....	40
Abb. C- 12:	Vergleich von zwei Maßnahmen aus dem Hochwasserschutz: Ergebnis für Absiedlung (passiver Hochwasserschutz) und Mobilelemente (aktiver Hochwasserschutz) für verschiedene Bewertungsvarianten.....	49
Abb. C- 13:	Vergleich von drei Maßnahmen aus <i>unterschiedlichen</i> Bereichen: Ergebnis für Lawinenschutz, Nassholzlager und Absiedlung für verschiedene Bewertungsvarianten.....	50
Abb. C- 14:	Vergleich von unterschiedlichen Bewertungsvarianten: Basisvariante, Schwerpunkt Ökologie & Nachhaltigkeit („ökologisch“), Schwerpunkt Wirtschaftlichkeit („ökonomisch“) und Schwerpunkt Unsicherheit („Unsicherheit“) am Beispiel unterschiedlicher Maßnahmen.....	51
Abb. C- 15:	Vergleich von Bewertungsvarianten für die getesteten Anpassungsmaßnahmen in % ihres Gesamtbeitrages zum Maximum je Kriterium	51

Tabellen

Tab. C- 1:	Kriterien.....	7
Tab. C- 2:	Unsicherheitsbandbreiten in SALDO	14
Tab. C- 3:	Detailbeschreibung der Indikatoren: Fragenkatalog und Antwortkategorien	16
Tab. C- 4:	Codevergabe und dimensionslose Werte für Indikator A2.....	22
Tab. C- 5:	Gewichtung der Indikatoren [expertenbasiert, Basisvariante].....	23
Tab. C- 6:	Bewertungsvarianten	25
Tab. C- 7:	Maßnahmenportfolio	34
Tab. C- 8:	Beschreibung der Maßnahmen entlang der Indikatoren [expertenbasiert] ..	35
Tab. C- 9:	Umsetzbarkeit und Rahmenbedingungen für verschiedene Maßnahmen ..	41
Tab. C- 9:	Ergebnisse Kriterien A bis F für vier Maßnahmen und für unterschiedliche Schwerpunkte (Basisfall, Ökologie & Nachhaltigkeit, ökonomische Aspekte, Unsicherheit).	48
Tab. C- 10:	Sensitive Klimaparameter nach Bereichen in SALDO	52

Anhang

Tab. C- 10: Ergebnisse Kriterien A bis F für vier Maßnahmen und für unterschiedliche Schwerpunkte (Basisfall, Ökologie & Nachhaltigkeit, ökonomische Aspekte, Unsicherheit).

Jene Kriterien, die in den jeweiligen Schwerpunktvarianten stärker einfließen, sind *kursiv* gekennzeichnet.

	Lawinenschutz	Nassholzlager	Absiedlung	Mobilelemente
Basisfall				
A Wichtigkeit	0,092	0,092	0,092	0,063
B Dringlichkeit	0,108	0,117	0,125	0,072
C Klimapolitische Ziele	0,111	0,098	0,100	0,083
D Umwelt- und soziale Folgen	0,117	0,056	0,072	0,133
E Flexibilität	0,100	0,069	0,072	0,117
F Ökonomische Vernunft	0,090	0,083	0,049	0,083
ökologisch-nachhaltig				
A Wichtigkeit	0,083	0,083	0,083	0,056
B Dringlichkeit	0,098	0,105	0,113	0,065
<i>C Klimapolitische Ziele</i>	<i>0,133</i>	<i>0,118</i>	<i>0,120</i>	<i>0,100</i>
<i>D Umwelt- und soziale Folgen</i>	<i>0,140</i>	<i>0,067</i>	<i>0,087</i>	<i>0,160</i>
E Flexibilität	0,090	0,063	0,065	0,105
F Ökonomische Vernunft	0,081	0,075	0,044	0,075
Ökonomisch				
<i>A Wichtigkeit</i>	<i>0,110</i>	<i>0,110</i>	<i>0,110</i>	<i>0,075</i>
B Dringlichkeit	0,098	0,105	0,113	0,065
C Klimapolitische Ziele	0,100	0,088	0,090	0,075
D Umwelt- und soziale Folgen	0,105	0,050	0,065	0,120
E Flexibilität	0,090	0,063	0,065	0,105
<i>F Ökonomische Vernunft</i>	<i>0,135</i>	<i>0,095</i>	<i>0,070</i>	<i>0,085</i>
Unsicherheit				
A Wichtigkeit	0,088	0,088	0,088	0,060
B Dringlichkeit	0,104	0,112	0,120	0,069
C Klimapolitische Ziele	0,107	0,094	0,096	0,080
D Umwelt- und soziale Folgen	0,112	0,053	0,069	0,128
<i>E Flexibilität</i>	<i>0,120</i>	<i>0,083</i>	<i>0,087</i>	<i>0,140</i>
F Ökonomische Vernunft	0,087	0,080	0,047	0,080

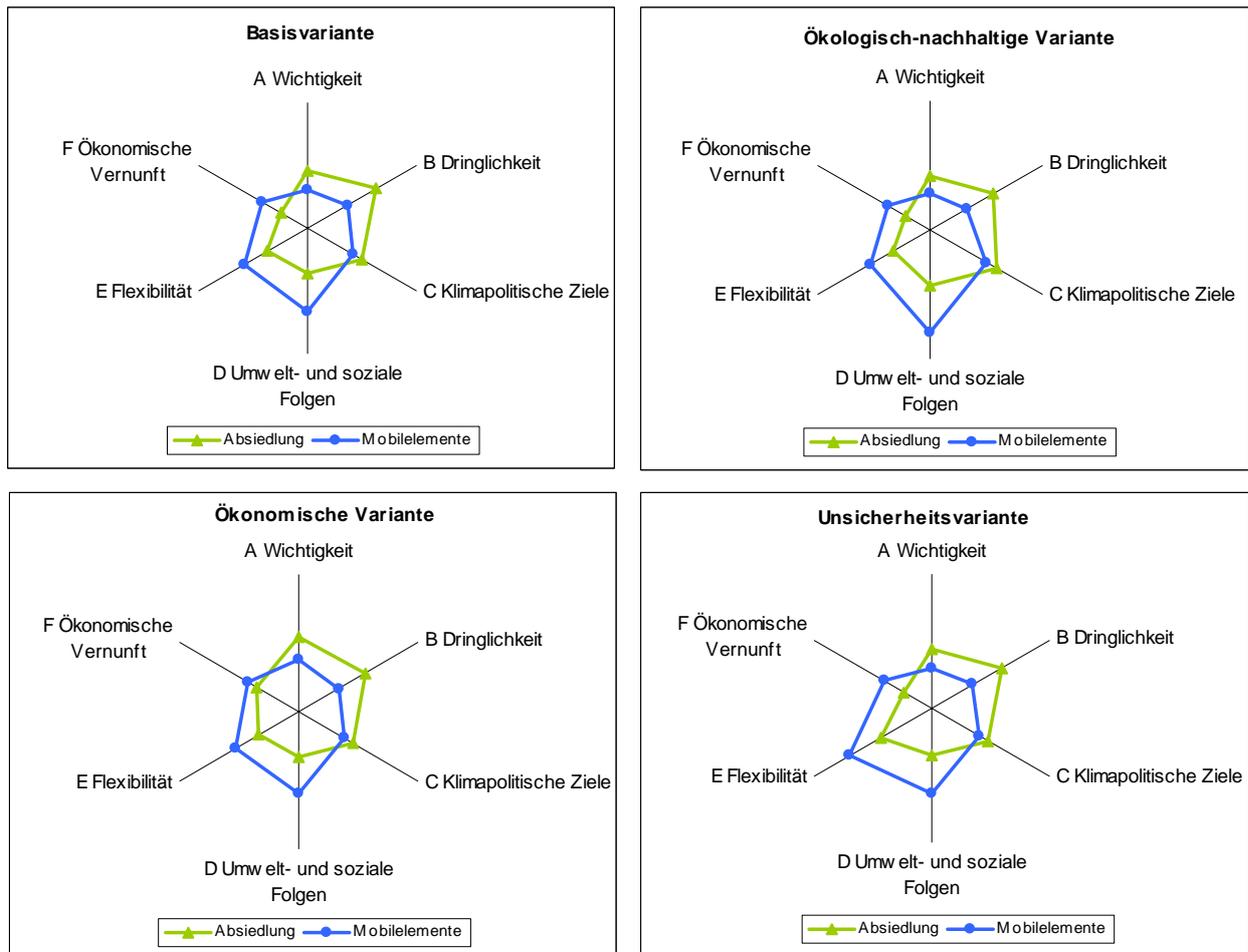


Abb. C- 12: Vergleich von zwei Maßnahmen aus dem Hochwasserschutz: Ergebnis für Absiedlung (passiver Hochwasserschutz) und Mobilelemente (aktiver Hochwasserschutz) für verschiedene Bewertungsvarianten

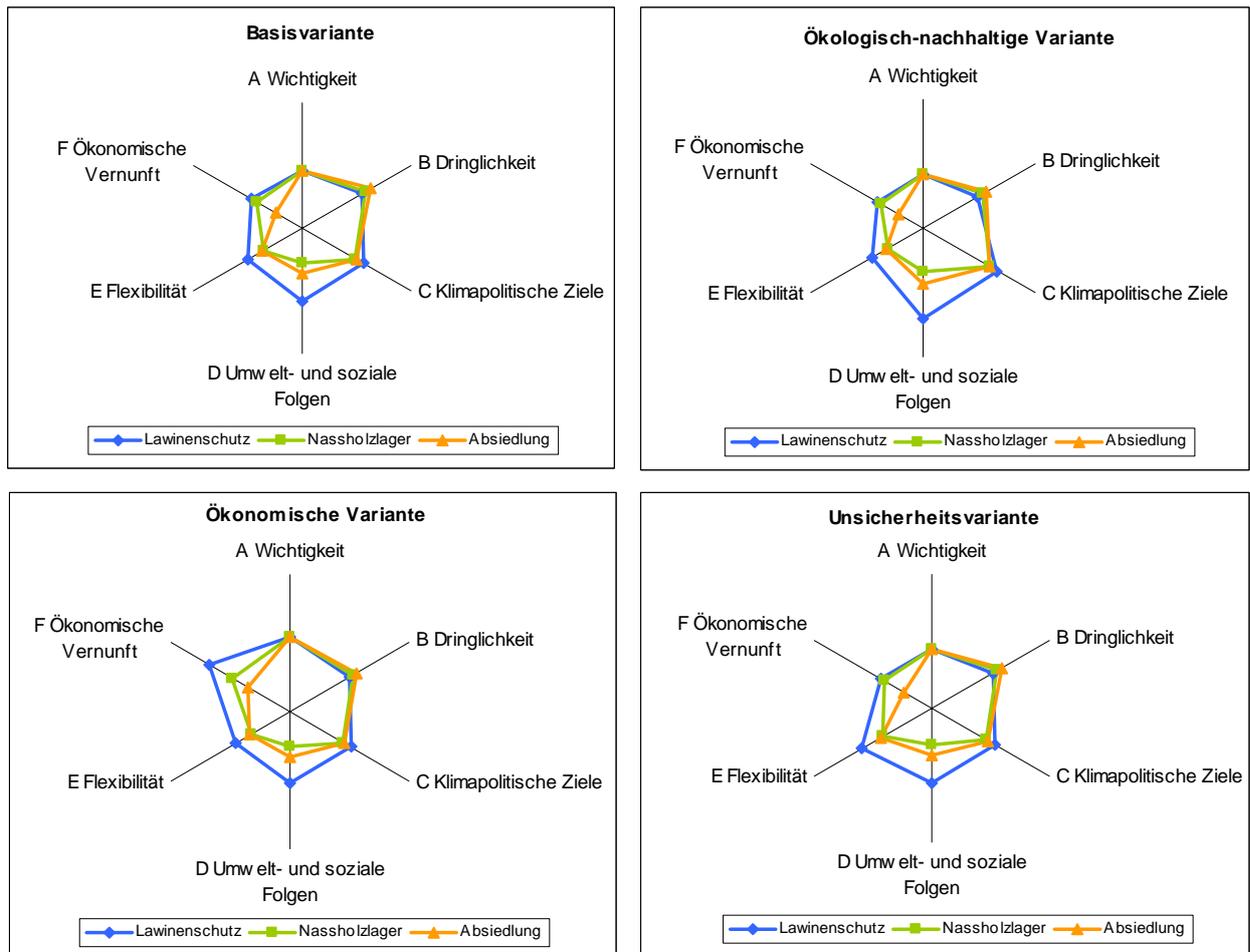


Abb. C- 13: Vergleich von drei Maßnahmen aus *unterschiedlichen* Bereichen: Ergebnis für Lawinenschutz, Nassholzlager und Absiedlung für verschiedene Bewertungsvarianten

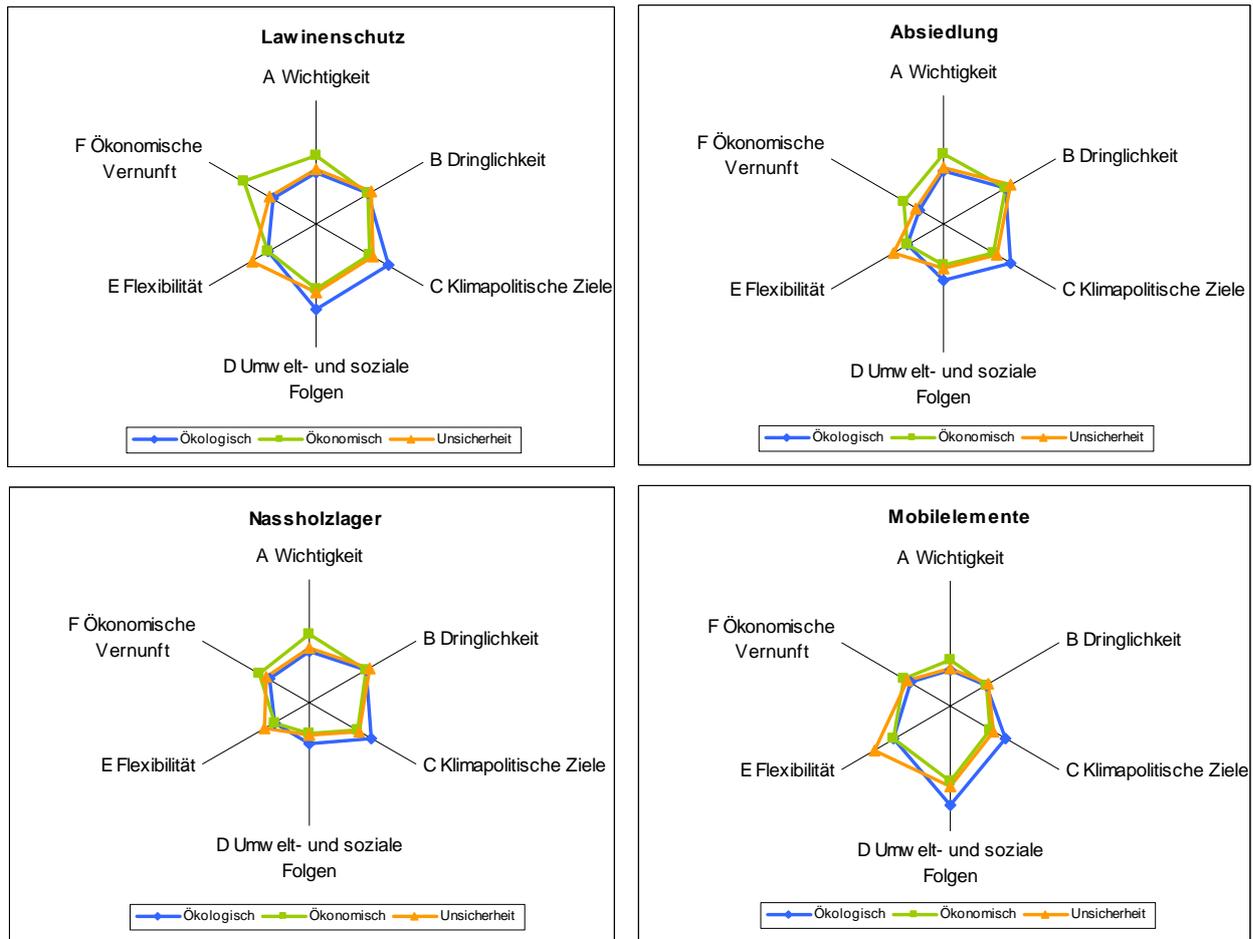


Abb. C- 14: Vergleich von unterschiedlichen Bewertungsvarianten: Basisvariante, Schwerpunkt Ökologie & Nachhaltigkeit („ökologisch“), Schwerpunkt Wirtschaftlichkeit („ökonomisch“) und Schwerpunkt Unsicherheit („Unsicherheit“) am Beispiel unterschiedlicher Maßnahmen



Abb. C- 15: Vergleich von Bewertungsvarianten für die getesteten Anpassungsmaßnahmen in % ihres Gesamtbeitrages zum Maximum je Kriterium

Tab. C- 11: Sensitive Klimaparameter nach Bereichen in SALDO

Bereich	Klimaparameter 1	Klimaparameter 2	Klimaparameter 3
Landwirtschaft	Temperatur	Niederschlag Sommer	Hagelschlag
Forstwirtschaft	Temperatur	Sturm	Niederschlag Sommer
Wasserhaushalt & Wasserwirtschaft	Niederschlag Sommer	potenzielle Evapotranspiration	Niederschlag Winter
Elektrizitäts- und Energiewirtschaft	Temperatur	Niederschlag Sommer	Sturm
Tourismus	Niederschlag Winter/Schneehöhe	Temperatur	Niederschlag Sommer
Bauen, Wohnen & Gebäudeinfrastruktur	Temperatur (Heizen/Kühlen)	Hochwasser (Infrastruktur)	Hagelschlag/Sturm (Infrastruktur)
Transport & Verkehrsinfrastruktur	Niederschlag/Starkregen	Sturm	Temperatur/Hitzeperiode
Schutz vor Naturgefahren	Sturm/Hagelschlag	Hochwasser	Niederschlag Sommer
Natürliche Ökosysteme & Biodiversität	Temperatur	Niederschlag Sommer	potenzielle Evapotranspiration
Gesundheit	Tropische Nächte (>25°C)	Hochwasser	Sturm
Herstellung von Waren	Starkregen/Hochwasser	Hagel	Temperatur (Hitzewellen & Dürre)
Handel	Starkregen/Hochwasser	Sturm	andere Extremereignisse
Versicherungswirtschaft	Hochwasser	Sturm	Hagelschlag