



Wissenschaftlicher Bericht Nr. 64-2014

Anpassungsoptionen für Österreichs Straßen- und Schienenverkehr: Ergebnisse einer Multi-Kriterien-Analyse

Brigitte Wolking, Finn Laurien,
Birgit Bednar-Friedl

Dezember 2014



Wegener Center

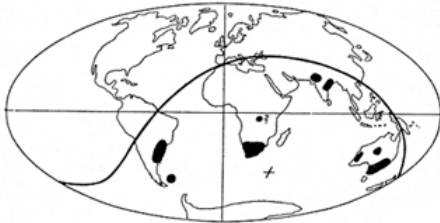


Mit finanzieller Unterstützung des
Klima- und Energiefonds im Rahmen der
3. Ausschreibung des Austrian Climate
Research Programme ACRP.



Das **Wegener Center für Klima und Globalen Wandel** vereint als interdisziplinäres und international orientiertes Forschungsinstitut die Kompetenzen der Karl-Franzens-Universität Graz im Forschungsbereich "Klimawandel, Umweltwandel und Globaler Wandel". Forschungsgruppen und ForscherInnen aus Bereichen wie Geo- und Klimaphysik, Meteorologie, Volkswirtschaftslehre, Geographie und Regionalforschung arbeiten in unmittelbarer Campus-Nähe unter einem Dach zusammen. Gleichzeitig werden mit vielen KooperationspartnerInnen am Standort, in Österreich und international enge Verbindungen gepflegt. Das Forschungsinteresse erstreckt sich dabei von der Beobachtung, Analyse, Modellierung und Vorhersage des Klima- und Umweltwandels über die Klimafolgenforschung bis hin zur Analyse der Rolle des Menschen als Mitverursacher, Mitbetroffener und Mitgestalter dieses Wandels. (mehr Informationen unter www.wegcenter.at)

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen des ACRP-Projekts adapt2to4 unter Projektleitung des Wegener Centers erstellt. Weitere Projektpartner waren das Umweltbundesamt sowie Verkehrsplanung TRAFFIX, Wien.



Alfred Wegener (1880–1930), Namensgeber des Wegener Center und Gründungsinhaber des Geophysik-Lehrstuhls der Universität Graz (1924–1930), war bei seinen Arbeiten zur Geophysik, Meteorologie und Klimatologie ein brillanter, interdisziplinär denkender und arbeitender Wissenschaftler, seiner Zeit weit voraus. Die Art seiner bahnbrechenden Forschungen zur Kontinentaldrift ist großes Vorbild—seine Skizze zu Zusammenhängen der Kontinente aus Spuren einer Eiszeit vor etwa 300 Millionen Jahren als Logo-Vorbild ist daher steter Ansporn für ebenso mutige wissenschaftliche Wege:
Wege entstehen, indem wir sie gehen (Leitwort des Wegener Center).

Wegener Center Verlag • Graz, Austria

© 2014 Alle Rechte vorbehalten.

Auszugsweise Verwendung einzelner Bilder, Tabellen oder Textteile bei klarer und korrekter Zitierung dieses Berichts als Quelle für nicht-kommerzielle Zwecke gestattet. Verlagskontakt bei allen weitergehenden Interessen: wegcenter@uni-graz.at.

ISBN 978-3-9503918-1-7

Dezember 2014

Bildnachweis: www.shutterstock.com/marco_scisetti

Kontakt: Assoz. Prof. Dr. Birgit Bednar-Friedl (Projektleitung), Mag. Brigitte Wolkingner
birgit.friedl@uni-graz.at / brigitte.wolkingner@uni-graz.at

Wegener Center für Klima und Globalen Wandel
Karl-Franzens-Universität Graz
Brandhofgasse 5
8010 Graz, Austria
www.wegcenter.at

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	2
2	Einleitung	4
3	Methodik	6
3.1	Einleitung	6
3.2	Indikatoren	8
	3.2.1 <i>Kriterium Wichtigkeit</i>	9
	3.2.2 <i>Kriterium Dringlichkeit</i>	9
	3.2.3 <i>Kriterium: Umweltfolgen und soziale Folgen</i>	10
	3.2.4 <i>Kriterium Flexibilität</i>	11
	3.2.5 <i>Kriterien Wirtschaftlichkeit und Wertschöpfung</i>	11
3.3	Erhebungsmethode	12
3.4	Bewertungsschema für Anpassungsoptionen	16
	3.4.1 <i>Codierung der Indikatoren</i>	16
	3.4.2 <i>Zusammenführung der Indikatoren</i>	17
4	Ergebnisse	19
4.1	Ergebnisse aus den Befragungen (erste Runde)	19
4.2	Ergebnisse aus den Befragungen (zweite Runde)	21
4.3	Zusammenführung der Ergebnisse (zweite Runde der Befragung) in der Multikriterienanalyse	22
	4.3.1 <i>Einleitung</i>	22
	4.3.2 <i>MCA Ergebnisse nach Maßnahmengruppen</i>	23
	4.3.3 <i>Untersuchung der Maßnahmen nach den 4 Hauptkriterien</i>	28
	4.3.4 <i>Aggregierte Ergebnisse nach Kriterien</i>	30
5	Schlussfolgerung	33
6	Literaturverzeichnis	34

1 Kurzfassung

Das ACRP Projekt ‚adapt2to4‘ beschäftigt sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf das Verkehrssystem. Neben einer Abschätzung zukünftiger Ereignisse und Schäden mit Hilfe von Klimaszenarien auf regionaler Ebene (2021-2050) und deren ökonomischer Bewertung wurden Anpassungserfordernisse und –maßnahmen auf regionaler und nationaler Ebene erhoben. Um gezielt und rasch handeln zu können, benötigen EntscheidungsträgerInnen ein Instrument, das ihnen dabei hilft, aus der Fülle von Anpassungsmaßnahmen jene auszuwählen, die zum jeweiligen Zeitpunkt getroffen werden sollen. Die Frage dabei ist, nach welchen Kriterien diese Entscheidung getroffen wird. Bisher häufig zur Anwendung kommende Entscheidungshilfe ist die Kosten-Nutzen-Analyse, die monetarisierte Werte berücksichtigen kann. Da die Anpassung an den Klimawandel sehr komplex ist und hier viele AkteurInnen beteiligt sind, müssen neben ökonomischen Kriterien auch andere, etwa ökologische oder soziale Kriterien mitzuberücksichtigt werden. Aus diesem Grund wurde für die Bewertung der Anpassungsoptionen im Bereich Verkehr die Multikriterienanalyse (Multi Criteria Decision Aid, MCA) als zur ökonomischen Bewertung ergänzendes Instrument durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Analysen fließen letztendlich auch in die Erstellung eines Fahrplans für die Anpassungsplanung der Verkehrsinfrastruktur in Österreich mit ein.

Im Rahmen der MCA wurden ExpertInnen aus dem öffentlichen Bereich (z.B. Ministerien, Abteilungen der Ämter der Landesregierungen, Katastrophenschutz und Einsatzorganisationen) zu Klimaanpassungsmaßnahmen befragt. Sie sollten in einem ersten Schritt ihre zentralsten Maßnahmen nennen und den derzeitigen Umsetzungsstatus aller Maßnahmen bewerten. In einem zweiten Schritt wurden die konkreten Anpassungsmaßnahmen, dem Ablauf der MCA-Methodik folgend, hinsichtlich der Kriterien Wichtigkeit, Dringlichkeit, Umwelt- und soziale Folgen, Flexibilität, Wirtschaftlichkeit und Wertschöpfung bewertet. Die Maßnahmen waren aus 4 nach verkehrsplanerischen Gesichtspunkten zusammengefassten Gruppen: Allgemeine Schutzmaßnahmen (z.B. Hochwasserschutz, raumplanerische Maßnahmen), Anreize und Informationen (z.B. Gefährdungskarten, nationale Schadensdatenbanken), Supervision und Erhaltung (z.B. Gehölzpflege entlang der Verkehrswege) und technische Maßnahmen (wie hitzeresistente Straßenbeläge, Abflusssysteme). Mittels der MCA Methodik wurde eine Beurteilung der Einzelmaßnahmen sowie für die Gruppen vorgenommen.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass sich die Maßnahmen hinsichtlich der Kriterien Umwelt- und soziale Folgen sowie Dringlichkeit kaum unterscheiden d.h. jeweils als dringlich und ohne negative Umwelt- und soziale Folgen eingeschätzt wurden. Bezüglich des Kriteriums Wichtigkeit gibt es eine hohe Aussagekraft darüber, wann eine Maßnahme umgesetzt werden soll. Während Maßnahmen der Gruppe ‚allgemeine Schutzmaßnahmen‘ und ‚Supervision und Erhaltung‘ als weniger wichtig eingestuft werden, gibt es hohe Priorität bei den Gruppen ‚technische Maßnahmen‘ und ‚Anreize und Information‘. Bei jenen Maßnahmen, die als teuer eingeschätzt wurden (der Wert für das Kriterium Wirtschaftlichkeit ist gering), wurden ebenfalls hohe Effekte bei der Wertschöpfung gesehen, während planerische Maßnahmen als relativ billig und mit zugleich geringen Wertschöpfungseffekten eingeschätzt wurden.

Dies korreliert auch mit den Ergebnissen für das Kriterium Flexibilität, das als hoch eingeschätzt wird für jene Maßnahmen, die auch mit geringen Kosten verbunden sind (planerische Maßnahmen) während technische oder allgemeine Schutzmaßnahmen mit hohen Investitionen verbunden sind und hier die Gefahr von Fehlanpassung besteht.

Aus den Ergebnissen der MCA lässt sich für einen Anpassungsfahrplan ableiten, dass planerische und strategische Maßnahmen (Gruppe ‚Anreize und Information‘) als erstes umgesetzt werden sollten, da diese mit geringen Investitionskosten verbunden sind und eine hohe Flexibilität aufweisen. Allerdings sollte man mit technischen und Erhaltungsmaßnahmen frühzeitig beginnen, da hier die Wirkungen erst später zum Tragen kommen.

2 Einleitung

Schritte zur Anpassung an den Klimawandel sind wichtige und notwendige Vorkehrungen, um negative Auswirkungen durch den Klimawandel abzufedern bzw. die Anpassungsfähigkeit von Wirtschaft, Gesellschaft und natürlichen Lebensräumen zu erhöhen (UNFCCC, 1997). Nikolas Stern (2006) hat dieses Thema in seinem Bericht über die Kosten des Klimawandels auf eine politische Ebene gebracht und aufgezeigt, welche Belastungen auf die Gesellschaft zukommen werden, wenn der Klimawandel nicht ernst genommen wird. Darin wird nicht nur von den Kosten für die Reduktion von schädlichen Treibhausgasen gesprochen, sondern auch von Anpassungen an die unabwendbaren Folgen des Klimawandels (Stern, 2006). In einem ersten Schritt gilt es dabei herauszufinden, welche Anpassungsmaßnahmen den EntscheidungsträgerInnen zur Verfügung stehen und welche davon die meisten Vorzüge für die Zukunft mit sich bringen. Um dieses Vorhaben aufzuzeigen, bedarf es einer koordinierten Herangehensweise, die ein verantwortungsbewusstes Planen unausweichlich macht. Anpassungen an den Klimawandel sind einerseits sektoral und regional spezifisch andererseits betreffen sie auch private und öffentliche EntscheidungsträgerInnen auf unterschiedlichen Verwaltungs- und Regierungsebenen. Eine systematische Gliederung der Anpassungsmaßnahmen nach Bereichen scheint deshalb unerlässlich und ist für Österreich in der nationalen Anpassungsstrategie bereits umgesetzt (Kronberger-Kießwetter et al., 2012 und BMLFUW, 2012).

Prinzipiell können zwei Anpassungsgruppen unterschieden werden, „autonome Anpassung“ und „Politik-induzierte“ Anpassung. Bei den „autonomen Anpassungen“ wird der „potentielle Schaden“ durch Maßnahmen der privaten Haushalte oder Unternehmen auf einen „erwarteten Schaden“ verringert (Bednar-Friedl et. al, 2011). Unter „Politik-induzierter“ Anpassung oder geplanter Anpassung versteht man eine vorausschauende längerfristige Anpassung, welche die Schäden des Klimawandels auf ein „erträgliches“ Niveau reduziert. Restschäden (unvermeidbare Schäden) können auch hier nicht gänzlich verhindert werden, da ein gewisses (Rest-)Risiko immer vorhanden bleibt (Füssel, 2007). Eine weitere Form der Unterscheidung der Anpassung kann zwischen proaktiven und reaktiven Maßnahmen gesehen werden. Proaktive Maßnahmen sollen abschlossen sein, bevor ein vermeidbares Ereignis stattgefunden hat. Umgekehrt verhält es sich bei reaktiven Maßnahmen, welche erst zum Tragen kommen, wenn das Ereignis bereits Schäden angerichtet hat. Für beide Maßnahmen gibt es sowohl Vor- als auch Nachteile und sie können nur dann zu einer effizienten und kostengünstigen Anpassung führen, wenn eine Kombination aus beiden Maßnahmen angewendet wird (Fankhauser et.al. ,1999).

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle noch die Unterscheidung zwischen technischen Maßnahmen (z.B. Straßensanierung), planerischen Maßnahmen (z.B. Ausweisen von Risikoflächen in Flächenwidmungsplänen) und ökostärkenden Maßnahmen (z.B. Hochwasserfreihalteflächen) erwähnt werden. Darüber hinaus werden in vielen Fällen Schlüsselrollen in den Vordergrund gestellt. Beispielsweise wird häufig der zeitlichen Komponente (Vorlaufzeit, kurz-/mittelfristiger vs. nachhaltiger Nutzen von Anpassungsoptionen, rechtzeitiger Handlungsbedarf) oder der Berücksichtigung von Unsicherheiten bei der Klimavariabilität und dem Eintreten von Extremereignissen eine solche Rolle zugesprochen (Bednar-Friedl et. al 2011). Einige

dieser Schlüsselrollen sollen in diesem Bericht untersucht werden, um mehr Aussagekraft zu gewinnen.

Dieser Bericht ist ein Teilbericht aus einem Arbeitspaket für das ACRP Projekt „adapt2to4“ und befasst sich mit der Bewertung von verschiedenen Anpassungsmaßnahmen im Verkehrssektor. Ziel ist es, aufbauend auf den Erfahrungen eines Vorprojekts eine Multikriterienanalyse (MCA) für unterschiedliche Anpassungsmaßnahmen zu erstellen, die es ermöglicht, eine Anpassungsoption nach mehreren Kriterien gleichzeitig zu bewerten. Die wichtigsten Aspekte, die dabei eine Rolle spielen, sind die Finanzierbarkeit, die Nachhaltigkeit, der Erhalt der Funktionen von Ökosystemen und die sozialen Entwicklungsziele unserer Gesellschaft. Die Durchführung einer MCA ermöglicht den EntscheidungsträgerInnen, eine schnelle Übersicht über die Folgen einer Maßnahme zu bekommen. Als Datengrundlage dienen hierfür qualitative Expertenbefragungen. Ziel der MCA ist die bewusste Reflexion von Maßnahmen zwischen den EntscheidungsträgerInnen. Das Ergebnis der MCA ist also nicht, eine konkrete Maßnahme auszuwählen, sondern Vor- und Nachteile von verschiedenen Entscheidungsoptionen unter Unsicherheit aufzuzeigen, um bei der Auswahl von Anpassungsoptionen mehrere Aspekte gleichzeitig beachten zu können.

3 Methodik

In diesem Kapitel wird die Vorgangsweise für die Bewertung der Anpassungsoptionen genauer erläutert. Das Kapitel 3.1. erklärt die in dieser Analyse verwendeten allgemeinen Kriterien. Im Kapitel 3.2 werden die Indikatoren genauer erläutert. Die Methode der Datenerhebung durch die ExpertInnen wird im Kapitel 3.3. beschrieben. Das Kapitel 3.4 beschäftigt sich schließlich mit der Zusammenführung der Einzelbewertungen mittels Multikriterienanalyse.

3.1 Einleitung

Es gibt verschiedene Ansätze, um Entscheidungen über geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen zu treffen. Nützliche und häufig eingesetzte Instrumente sind dafür zum Beispiel die Kosten-Nutzen Analyse (CBA) (Metroeconomica 2004, Rojas et. al., 2013), der Safe Minimum Standard (SMS) (Crowards, 1998, Paavola and Adger, 2006) oder die Multikriterienanalyse (MCA) (Willows and Connell, 2003, de Briun et. al., 2009). Alle Instrumente verfolgen dabei das Ziel, für EntscheidungsträgerInnen eine rationale und nachvollziehbare Entscheidungshilfe für Anpassungsoptionen bereit zustellen. Dabei kann unterschieden werden zwischen No-/Low Regret Maßnahmen, Win/Win Maßnahmen und ‚early action‘ Maßnahmen (Bednar-Friedl et.al, 2011).

In diesem Projekt wurde eine MCA basierend auf ExpertInnenmeinungen erstellt, um mehrere Kriterien in den Entscheidungsprozess mit einfließen zu lassen. Ein Grund dafür ist, dass Anpassungen an den Klimawandel einen sehr komplexen Sachverhalt darstellen und deshalb immer mehrere Dimensionen gleichzeitig zu berücksichtigen sind. Als Mindestkriterium können auf jeden Fall ökonomische, ökologische und soziale Kriterien genannt werden, allerdings kommen oft auch noch organisatorische/institutionelle und politische Kriterien zum Tragen, die den Entscheidungsprozess vielschichtiger machen. Wenn eine Maßnahme in allen Kriterien eine bessere Performance abliefern, spricht man von einer No-/Low regret Maßnahme. Dies ist dann der Fall, wenn ein gesellschaftlicher und privater Nutzen auch ohne größere Folgen des Klimawandels vorhanden ist. Win/Win Maßnahmen sind jene Maßnahmen, die sowohl zur Anpassung als auch zu anderen Zielen (z.B. wirtschaftliche Ziele oder Entwicklungsziele) beitragen. Beispielsweise würde eine frühzeitige Sanierung der Landesstraßen die Frost-Tau Schäden und gleichzeitig die Steinschlaggefahr für AutofahrerInnen verringern und damit die Reparaturkosten für Windschutzscheiben reduzieren. Eine dritte Möglichkeit sind Maßnahmen, die besonders dringend sind oder ein frühzeitiges Handeln erfordern (‚early action‘), weil sie entweder bereits eingetretene oder aber in Zukunft zu erwartende starke Klimawandelschäden reduzieren sollen.

Eine weitere Schwierigkeit der MCA ist eine objektive und vollständige Bewertung der Kriterien. Wären Informationen über Kosten und Nutzen einer Maßnahme vollständig vorhanden, und diese auch quantifiziert, bräuchte man nur eine einzelne Kennzahl zu berechnen, beispielsweise den Netto-Nutzen (net-benefits). Da es aber nicht möglich ist, Kriterien wie beispielsweise die sozialen Folgen vollständig quantitativ zu erheben, wurden die Einschätzungen von ExpertInnen im Rahmen einer Befragung in die Analyse eingebracht. Die Auswahl der Kriterien erfolgte auf Basis bereits bestehender

Klimaanpassungsstrategien aus anderen europäischen Ländern. Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die sechs in der MCA verwendeten Kriterien mit ihren Prioritäten und der verwendeten Literatur aus anderen europäischen Ländern.

Tabelle 1 Kriterien mit Beschreibung und Anpassungsstrategien aus der Literatur
(basierend auf Bednar-Friedl et.al. 2011)

Kriterium	Priorität	Literatur/ Anpassungsstrategien anderer Länder
WICHTIGKEIT	Maßnahme kann Schäden in großer Höhe <i>in verschiedenen Sektoren oder Regionen vermeiden</i> (reversibel/irreversibel, monetär/ nicht monetär fassbar) (early action).	OECD (2008), UKCIP (2004), Ruiteplaner NL (2007)
DRINGLICHKEIT	Schäden sind bereits eingetreten oder in naher Zukunft zu erwarten; Wirkung der Maßnahme tritt erst verzögert ein („early action“)	UBA-D (2010), De Bruin et al. (2009), Ruiteplaner NL (2007)
UMWELT- UND SOZIALE FOLGEN	Maßnahme bringt – über den Klimawandel hinausgehend – positive Folgen für Umwelt und soziales Umfeld (win/win Maßnahme).	UBA-D (2010), De Bruin et al. (2009)
FLEXIBILITÄT	Maßnahme ist für eine weite Bandbreite möglicher Klimaänderungen geeignet. Maßnahme kann modifiziert und an aktuelle Entwicklungen angepasst werden	Willows and Connel (2003), Prutsch et al. (2010), Ruiteplaner NL (2007)
WIRTSCHAFTLICHKEIT	Maßnahme kann entweder mit hohen oder geringen Investitionskosten oder Betriebskosten verbunden sein	EEA (2007), OECD (2008), Parry et al. (2009), Ruiteplaner NL (2007), UBA-D (2010)
WERTSCHÖPFUNG	Maßnahme hat positiven Einfluss auf Beschäftigungseffekte und das BIP (No-/Low regret)	EEA (2007), OECD (2008), Parry et al. (2009), Ruiteplaner NL (2007), UBA-D (2010)

Alle sechs Kriterien 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. Zusätzlich zu diesen Kriterien können noch weitere (rein qualitative) Kriterien für die Bewertung herangezogen werden. Sie dienen als Zusatzinformation für die EntscheidungsträgerInnen und können beispielsweise auf die Umsetzbarkeit oder weitere nichterfasste Nebeneffekte (z.B. konkrete Nachteile für beteiligte Interessensgruppen oder Bevölkerungsinitiativen) hinweisen.

3.2 Indikatoren

Damit die Prioritäten für jedes Kriterium bestimmt werden können, werden die Kriterien durch Indikatoren operationalisiert (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 2). Idealerweise kann ein Indikator über verfügbare Daten quantitativ bestimmt werden (z.B. durch das Bestimmen der Investitions- und Betriebskosten einer Maßnahme). Ist die Datenlage nicht hinreichend, müssen semi-quantitative oder qualitative Indikatoren herangezogen werden (z.B. „starke, mittlere oder niedrige BIP-Effekte“). Da die ExpertInnen oft keine genauere Auskunft über die Datenlage liefern konnten, wird im Folgenden primär mit semi-quantitativen und qualitativen Indikatoren gearbeitet (Bednar-Friedl et.al 2011).

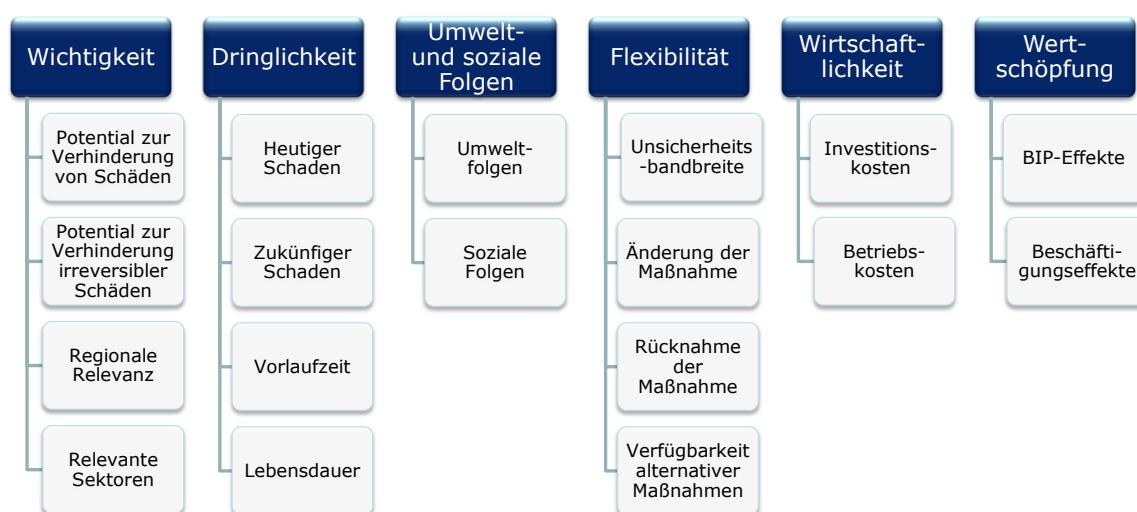


Abbildung 1 Überblick der Indikatoren (in Anlehnung an Bednar-Friedl et al., 2011, S.9)

In einem weiteren Schritt können die Indikatoren in ökonomische und nicht-ökonomische Indikatoren eingeteilt werden. Als ökonomische Indikatoren werden solche bezeichnet, die in monetäre Einheiten erfasst werden können (also z.B. in Millionen Euro) oder Gegenstand einer monetären Bewertung sind (z.B. Beschäftigungseffekte). Sie sollen die Auswirkungen der Klimaänderung auf den österreichischen Verkehrssektor abbilden und eventuelle Übertragungseffekte (spill-over Effekte), die unmittelbar für Entscheidungsträger relevant sind, aufzeigen (z.B.: „Welchen Nutzen hat eine frühzeitige Straßensanierung?“). Zu den ökonomischen Indikatoren können die Indikatoren „Potential zur Verhinderung von Schäden“ (Kriterium Wichtigkeit), „Investitionskosten“ und „Betriebskosten“ (Kriterium Wirtschaftlichkeit), „BIP-Effekte“ und „Beschäftigungseffekte“ (Kriterium Wertschöpfung) gezählt werden.

Zu den nicht-ökonomischen Indikatoren werden allgemein alle Kriterien gezählt, die nicht oder nur sehr schwer in ökonomisch operationalisierbaren Werten dargestellt werden können. Hierzu zählen alle bereits nicht erwähnten Indikatoren aus den Kriterien Wichtigkeit (z.B. „Potential zur Verhinderung von irreversiblen und/oder nicht-monetär erfassbaren Schäden“) Dringlichkeit (z.B. „Schäden heute“, „Zukünftige Schäden“, „Vorlaufzeit“ und „Lebensdauer“) Flexibilität (z.B. „Rücknahme der Maßnahme“ „Änderung der Maßnahme“) Umweltfolgen und soziale Folgen, sowie Wichtigkeit (z.B. „regionale Relevanz“, „relevante Sektor(en)“). Im folgenden Kapitel wird nun genauer auf die Indikatoren eingegangen und die Kriterien auf ihre Aussagekraft hin beleuchtet.

3.2.1 Kriterium Wichtigkeit

Das „Potenzial zur Verhinderung von Schäden“ ist eine der Schlüsselgrößen in der Anpassungspolitik. Sie gibt an, in welchem Umfang Klimafolgen bzw. -schäden (bewertet in Euro) durch das Setzen einer Anpassungsmaßnahme vermieden werden können. Der Indikator könnte auch mit „potenzieller 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 (Bednar-Friedl et.al 2011).

Unter Indikator „Potenzial zur Verhinderung irreversibler und/oder nicht monetär fassbarer Schäden“ sind speziell Schäden an Natur (etwa Verlust an Artenvielfalt), Ökosystemfunktionen (etwa durch Bodenerosion) und natürlichen Ressourcen (etwa Verlust an Trinkwasserressourcen) zu sehen. Er ist auch als ein sogenannter „Go-Indikator“ definiert. Das bedeutet, dass eine Maßnahme jedenfalls umgesetzt werden soll, wenn durch eine Anpassungsmaßnahme irreversible Schäden vermieden werden können (Bednar-Friedl et.al 2011).

Der Indikator „regionale Relevanz“ zielt auf den Wirkungsbereich der Maßnahme ab. Unterschieden wird hier zwischen punktuellen Maßnahmen bis hin zu großräumig wirksamen Maßnahmen. Außerdem wird die Maßnahme auf ihre lokale Einsetzbarkeit überprüft. Kann eine Maßnahme in allen österreichischen Gemeinden umgesetzt werden, so ist die regionale Relevanz sehr groß, ist sie dagegen nur in alpinen Bereichen bzw. größeren Städten einsetzbar, wird die regionale Relevanz eher klein sein.

Der Indikator „relevante(r) Sektor(en)“ bezieht sich auf die Verkehrssektoren. Darin wird unterschieden zwischen Schienen- oder Straßenverkehr und Güter- oder Personentransport. Werden viele Sektoren durch eine Maßnahme beeinflusst, steigt somit auch die Wichtigkeit dieses Indikators.

3.2.2 Kriterium Dringlichkeit

Mit dem Indikator „Schäden heute“ werden bereits heute auftretende Schäden hinsichtlich 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 durch Muren oder Lawinenabgänge). Sollte die Maßnahme bereits stattfindende Schäden vermeiden bzw. reduzieren können, so ist dies als *reaktive* Anpassung, zu verstehen (Bednar-Friedl et.al 2011).

Neben der reaktiven Anpassung kommt der *proaktiven* Anpassung eine besondere Rolle zu, und findet sich im Indikator „zukünftige Schäden“ wieder. Dabei werden künftig erwartete Schäden betrachtet bzw. deren Eintreffen abgeschätzt. Für diesen Indikator müssen Ergebnisse der Klimaszenarien zumindest qualitativ interpretiert werden, was gerade für die Planung von Maßnahmen zentraler Bedeutung ist (Bednar-Friedl et.al 2011).

Der Indikator „Vorlaufzeit“ untersucht, in welcher Zeit eine Maßnahme nach ihrer konkreten Umsetzung Wirkung entfalten kann. Bestimmte Maßnahmen bedürfen wesentlicher Instandsetzungszeiten, bevor sie ihr Schadensvermeidungspotenzial entfalten können (Beispiel: Straßensanierungen brauchen oft mehr als 5 Jahre), während andere Maßnahmen sofort Wirkung zeigen (etwa Anpassung der in den Bebauungsplänen ausgewiesenen Risikozonen).

Der Indikator „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). Je früher mit der Planung dieser Maßnahme begonnen werden kann, desto früher kann diese Maßnahme auch ihre Wirkung entfalten. Dabei ist es von zentraler Bedeutung, den späteren Entscheidungsträger über die Konsequenzen eines zögerlichen Handelns zu informieren. Da in diesem Fall die Kosten für reaktive Anpassungen noch hinzugerechnet werden müssen.

3.2.3 Kriterium: Umweltfolgen und soziale Folgen

Das Kriterium Umweltfolgen und soziale Folgen bezieht sich auf umweltstrategische Prozesse. Hier spielt der Indikator Umweltfolgen eine zentrale Rolle und ist damit eine verkürzte (qualitative) Umweltfolgenprüfung. 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

Für weitere wichtige Aspekte der nachhaltigen Entwicklung liefert der Indikator „soziale Folgen“ wichtige Details (BMLFUW, 2011):

- ▶ gesellschaftliche Grundprinzipien (Fairness gegenüber Nachbarn, Sicherheit)
- ▶ Wohnen und Siedlungsraum sowie
- ▶ Mobilität

Bei beiden Indikatoren werden die ExpertInnen eine zumeist sehr subjektive, durch ihre eigenen Erfahrungen geprägte, Bewertung abgeben, da bei den komplexen Zusammenhängen zwischen Klimawandel und Umwelt bzw. Soziales unmöglich alle Wechselwirkungen mitberücksichtigt werden können. Bei der Auswertung wird deshalb besonders auf die Richtung der Einschätzungen unterschiedlicher ExpertInnen geachtet.

3.2.4 Kriterium Flexibilität

Das Kriterium Flexibilität setzt sich aus 4 Indikatoren zusammen, „Unsicherheitsbandbreite“, „Änderung der Maßnahme“, „Rücknahme der Maßnahme“ und „Verfügbarkeit alternativer Maßnahmen“. Maßnahmen mit geringen Kosten können ohne große Verluste neu angepasst werden, während sehr teure Maßnahmen meist technische oder Infrastrukturmaßnahmen betreffen und nicht oder nur mit großem Aufwand zurückgenommen werden können.

Die genannten Indikatoren fragen zudem ab, in wie weit Maßnahmen angepasst werden können, wenn in Zukunft mit zusätzlichen Anforderungen zu rechnen ist, beispielsweise mit stärkeren Extremniederschlägen. Die Flexibilität in der technischen oder planerischen Auslegung der Maßnahme kann sehr maßgeblich für ein effizientes Anpassungsmanagement sein (beispielsweise sind feste Dämme für bestimmte HQ Ereignisse ausgelegt, während die Ausweisung von Retentionsflächen hier eine sehr viel größere Flexibilität zulässt). Fehlt diese Flexibilität einer Maßnahme, muss nach effizienteren Alternativen gesucht werden. Daher ist es wichtig, auch die Kosten für eine Rücknahme zu kennen und zu wissen, welche alternativen Maßnahmen zur Verfügung stehen.

Der Indikator „Unsicherheitsbandbreite“ bildet die Unsicherheitsbandbreite zukünftiger Klimaentwicklungen ab, für die eine Maßnahme geeignet ist. Prinzipiell kann eine Unsicherheitsbandbreite mehrere Klimaparameter berücksichtigen (Niederschlag, Temperatur, Extremereignisse). Für den Verkehrsbereich kommt dem Klimaparameter Extremereignisse jedoch eine Schlüsselrolle zu, da durch Extremniederschläge, Hochwasser oder Hagel die höchsten Schäden im Verkehrsbereich auftreten.

3.2.5 Kriterien Wirtschaftlichkeit und Wertschöpfung

Das Kriterium „Wirtschaftlichkeit“ oder „ökonomische Vernunft“ schließt sowohl private als auch volkswirtschaftliche Kosten mitein. Um eine bessere Unterscheidung und Analyse der ökonomischen Effekte ausweisen zu können, wurden nur die direkten Investitions- und Betriebskosten als Indikatoren für das Kriterium Wirtschaftlichkeit herangezogen, die makroökonomischen Effekte werden im Kriterium Wertschöpfung subsummiert. Indikatoren zur Operationalisierung des letztgenannten Kriteriums sind die Effekte auf das Brutto-Inlands-Produkt (BIP) und die Beschäftigungseffekte. Das Kriterium Wirtschaftlichkeit umfasst eine Abschätzung der Bandbreite der Kosten von Anpassungsoptionen hinsichtlich des Investitionsvolumens und des Betriebs durch die ExpertInnen.

Der Indikator „Investitionskosten“ beschreibt die einmaligen Kosten, die für die Installation oder Inbetriebnahme einer Maßnahme auftreten und sich nicht auf Kosten für Arbeiter/Innen, sondern auf Materialien oder Maschinen beziehen.

Der Indikator „Betriebskosten“ deckt hauptsächlich die Kosten für Löhne und Gehälter der Arbeiter/Innen ab. Darunter fallen sowohl die einmaligen Kosten als auch die laufenden Kosten für Wartungsarbeiten und regelmäßige Kontrollen.

Die makroökonomischen Effekte setzen sich zusammen aus „BIP-Effekten“ und „Beschäftigungseffekten“. Diese Indikatoren haben meistens eine Rückkoppelung mit den wirtschaftlichen Kosten, da öffentliche oder private Ausgaben auf der anderen Seite des Wirtschaftskreislaufes zu Gewinnen für Unternehmen führen.

Der Indikator „BIP-Effekte“, ausgewiesen als Veränderung des BIP, spiegelt die ökonomischen Folgen einer Maßnahme aus volkswirtschaftlicher Sicht wider. Beispielsweise wird eine technische Maßnahme, die direkt die Auftragslage von Baufirmen beeinflusst, zu größeren BIP-Effekten führen, als die Maßnahme „Anpassung der in den Bebauungsplänen ausgewiesenen Risikozonen“, die mit keinen Investitionskosten und einem nur leichten Anstieg der Betriebskosten verbunden ist. Relevant für die BIP-Effekte sind sowohl das Investitionsvolumen als auch die Stärke der Verknüpfung jener Sektoren, in die investiert wird, mit anderen Sektoren.

Der volkswirtschaftliche Indikator „Beschäftigungseffekte“ prüft die Auswirkungen für den Arbeitsmarkt. Sichert eine Maßnahme langfristig Arbeitsplätze in einer Branche, führt dies zu positiven Beschäftigungseffekten. Andererseits kann eine Maßnahme durch technische Effizienz auch den Arbeitsmarkt negativ beeinflussen. Der Beschäftigungseffekt kann sowohl durch eine einmalige Verbesserung der Auftragslage positiv beeinflusst werden, als auch durch langfristige Erhöhungen bei den Betriebskosten (z.B. aufwendige Wartungsarbeiten und Kontrollen).

3.3 Erhebungsmethode

In diesem Kapitel soll auf die Vorgangsweise der Erhebung eingegangen werden. Die Ergebnisse der Erhebung spiegeln die Meinung, Erfahrungen und Einschätzungen der befragten ExpertInnen wider.

In einem ersten Schritt wurde ein vom Projektteam aus unterschiedlicher Literatur zusammengetragener Maßnahmenkatalog an rund 70 EntscheidungsträgerInnen (ExpertInnen) aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Einsatzorganisationen geschickt. Zu den ExpertInnen zählen überwiegend jene aus den Bereichen Verkehr und Infrastruktur, Raumplanung, Hochwasserschutz oder Katastrophenschutz. In der ersten Befragungsrunde wurden 49 Klimaanpassungsmaßnahmen bewertet. Dabei wurden die ExpertInnen gefragt, ob die Maßnahmen ‚bereits zum Einsatz gekommen sind‘, ‚vorhanden sind aber noch weiter forciert werden sollen‘ oder ‚sie in Zukunft zum Einsatz kommen sollen‘. Zusätzlich wurden die ExpertInnen gefragt, welchen fünf Maßnahmen ihrer Meinung nach eine zentrale Bedeutung zukommt. Dieser Schritt diente einer Vorauswahl, da nicht alle Maßnahmen von den ExpertInnen nach allen Indikatoren bewertet werden konnten. Abbildung 2 zeigt den stufenweisen Aufbau der Befragung.

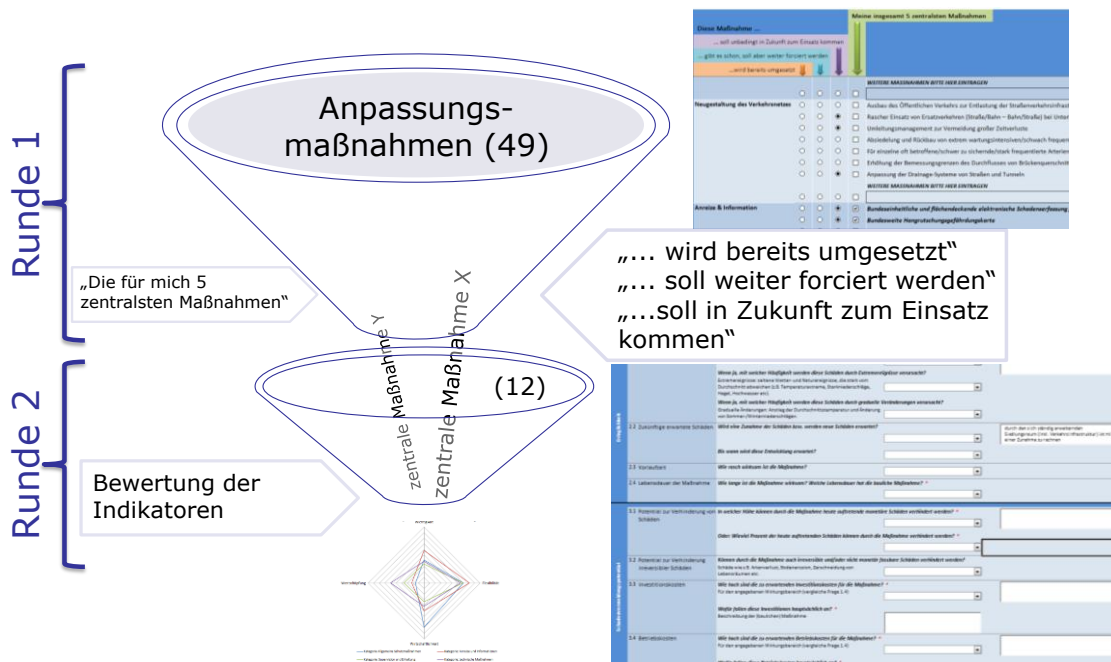


Abbildung 2 Stufenweiser Aufbau der Befragung

In der zweiten Befragungsrunde bekamen die ExpertInnen einen weiteren Fragebogen für die Bewertung der Indikatoren zugeschildt. Da es keine quantitativ verfügbaren Daten zu den Indikatoren gab, mussten verschiedene (überwiegend ordinale) Skalen mit entsprechenden (meist 4-5) Antwortmöglichkeiten eingeführt werden, um die Bandbreiten einengen zu können. (siehe Tabelle 2 zu den Antwortmöglichkeiten und Skalierung der Indikatoren).

Tabelle 2 Übersicht Indikatoren

Indikatoren	Antworten (Codierung)
WICHTIGKEIT	
<u>Betroffenheit: Relevante(r) Sektor(en)</u> Welche Sektoren sind von der Maßnahme betroffen?	Sektor Güterverkehr Schiene, Personenverkehr Schiene, Öffentlicher Personennahverkehr (Bus, Straßenbahn), Güterverkehr Straße, Personenverkehr Straße
<u>Betroffenheit: Regionale Relevanz</u> In welchem geographischen Raum wirkt die Maßnahme?	Wirkt z.B. im gesamten Bundesland, dem Bezirk, der Gemeinde oder nur auf einen bestimmten Verkehrsabschnitt (Länge in km)
<u>Potenzial zur Verhinderung von Schäden</u> In welcher Höhe können durch die Maßnahme heute auftretende monetäre Schäden verhindert werden?	bis € 100.000 (1) € 100.000 - 1 Mio. (3) € 1 Mio - 10 Mio. (6) € 10 Mio. - 1 Mrd. (9) > 1 Mrd. (12) keine Angabe (6)

Indikatoren	Antworten (Codierung)
<p><u>Potenzial zur Verhinderung irreversibler Schäden</u></p> <p>Können durch die Maßnahme auch irreversible und/oder nicht monetär fassbare Schäden verhindert werden?</p> <p><i>Schäden wie z.B. Artenverlust, Bodenerosion, Zerschneidung von Lebensräumen etc.</i></p>	<p>irreversible Schäden nicht abwenden (1)</p> <p>leichte irreversible Schäden abwenden (6)</p> <p>dramatische irreversible Schäden abwenden (12)</p> <p>keine Angabe (6)</p>
DRINGLICHKEIT	
<p><u>Schäden heute</u></p> <p>Wirkt die Maßnahme auf bereits heute auftretende Schäden?</p> <p>Wenn ja, mit welcher Häufigkeit werden diese Schäden durch Extremereignisse verursacht?</p> <p>Extremereignisse: seltene Wetter- und Naturereignisse, die stark vom Durchschnitt abweichen (z.B. Temperaturextreme, Starkniederschläge, Hagel, Hochwasser etc.).</p> <p>Wenn ja, mit welcher Häufigkeit werden diese Schäden durch graduelle Veränderungen verursacht?</p>	<p>keine Extremniederschläge (1)</p> <p>Extremniederschläge alle paar Jahre (4)</p> <p>Extremniederschläge einmal pro Jahr (8)</p> <p>Extremniederschläge mehrmals pro Jahr (12)</p> <p>keine Angabe (6)</p> <p>keine graduellen Schäden (1)</p> <p>graduelle Schäden 1x pro Jahr (8)</p> <p>graduelle Schäden mehrmals pro Jahr (12)</p> <p>keine Angabe (6)</p>
<p><u>Zukünftige erwartete Schäden</u></p> <p>Wird eine Zunahme der Schäden bzw. werden neue Schäden erwartet?</p> <p>Wenn ja, bis wann wird diese Entwicklung erwartet?</p>	<p>nein(4)</p> <p>bis 2025(8)</p> <p>bis 2050 (12)</p> <p>keine Angabe (6)</p>
<p><u>Vorlaufzeit</u></p> <p>Wie rasch wirksam ist die Maßnahme?</p>	<p>sie wirkt unmittelbar (1)</p> <p>In <5 Jahren wirksam (3)</p> <p>in 5-10 Jahren wirksam (6)</p> <p>in 10-20 Jahren wirksam (12)</p> <p>keine Angabe(6)</p>
<p><u>Lebensdauer</u></p> <p>Welche Lebensdauer hat die bauliche Maßnahme?</p>	<p>nur vorübergehend (1)</p> <p>bis 10 Jahre wirksam (3)</p> <p>10-20 Jahre wirksam (6)</p> <p>20-30 Jahre wirksam (9)</p> <p>> 30 Jahre wirksam (12)</p> <p>keine Angabe (6)</p>

Indikatoren	Antworten (Codierung)
UMWELT und SOZIALE FOLGEN	
<u>Umweltfolgen</u> Welche weiteren Folgen sind durch die Maßnahme auf folgende Umweltfaktoren zu erwarten? <i>Es wird der Einfluss (positiv, neutral oder negativ) auf Luft, Wasser, Boden, Lärm, giftige, umweltgefährdende Stoffe und Ökosysteme, Pflanzen abgefragt.</i>	positiver Einfluss (12) neutraler Einfluss (6) negativer Einfluss (1) keine Angabe (6)
<u>Soziale Folgen</u> Wie werden folgende soziale Bereiche durch die Maßnahme beeinflusst? <i>Es werden folgende Faktoren abgefragt: Fairness, Sicherheit, Erreichbarkeit von Arbeitsstätten und Versorgungseinrichtungen</i>	positiver Einfluss (12) neutral(6) negativer Einfluss (1) keine Angabe (6)
FLEXIBILITÄT	
<u>Unsicherheitsbandbreite</u> <i>Dieser Indikator wurde qualitativ mit Experten des Wegener Centers ausgefüllt.</i>	schwach (1) moderat (6) stark (12) keine Angabe (6)
<u>Änderung der Maßnahme</u> Kann die Maßnahme an veränderte Rahmenbedingungen (politisch, institutionell, etc.) angepasst werden?	ja, relativ leicht (12) ja, aber mit relativ hohem Zusatzaufwand (z.B. finanziell) (8) ja, mit erheblichem finanziellen Aufwand (6) nein (1) keine Angabe (6)
<u>Rücknahme der Maßnahme</u> Kann die Maßnahme rückgängig gemacht werden?	ja, relativ leicht (12) ja, unter geänderten Rahmenbedingungen (gesetzlich, ordnungspolitisch) (8) ja, mit erheblichem finanziellen Aufwand (4) nein (1) keine Angabe (6)
<u>Verfügbarkeit alternativer Maßnahmen</u> Sind alternative Maßnahmen zur Erreichung desselben Ziels verfügbar?	ja, zu niedrigeren Kosten (1) ja, zu höheren Kosten (12) ja, mit vergleichsweise positiven Umweltfolgen (1) ja, mit vergleichsweise negativen Umweltfolgen (12) ja, diese sind vergleichsweise leicht umzusetzen (technisch; politisch) (1) ja, diese sind vergleichsweise schwer umzusetzen (technisch; politisch) (6) nein (6) keine Angabe (6)

Indikatoren	Antworten (Codierung)
WIRTSCHAFTLICHKEIT	
<u>Investitionskosten</u> Wie hoch sind die zu erwartenden Investitionskosten für die Maßnahme? Wofür fallen diese Investitionen hauptsächlich an?	sehr hohe Kosten (1) hohe Kosten (6) geringe Kosten (9) keine Kosten (12) keine Angabe (6) Beschreibung der (baulichen) Maßnahme
<u>Betriebskosten</u> Wie hoch sind die zu erwartenden Betriebskosten für die Maßnahme? Wofür fallen diese Betriebskosten hauptsächlich an?	sehr hohe Kosten (1) hohe Kosten (6) geringe Kosten (9) keine Kosten (12) keine Angabe (6) z.B. Arbeitskosten, Material, Maschinen, Strom etc.
WERTSCHÖPFUNG	
<u>BIP-Effekte</u> <i>Dieser Indikator wurde qualitativ mit Experten des Wegener Centers ausgefüllt.</i>	hoch (12) mittel (6) niedrig (1) keine Angabe (6)
<u>Beschäftigungseffekte</u> <i>Dieser Indikator wurde qualitativ mit Experten des Wegener Centers ausgefüllt.</i>	hoch (12) mittel (6) niedrig (1) keine Angabe (6)

3.4 Bewertungsschema für Anpassungsoptionen

In diesem Abschnitt wird näher auf die Durchführung der MCA eingegangen, im wesentlichen der Zusammenführung und Aufbereitung der Ergebnisse aus der Befragung zu einer Vergleichsgröße für jedes Kriterium. Wie bereits einleitend erwähnt, wurde für die Bewertung der Anpassungsoptionen das SALDO-Tool (aus einem Vorgängerprojekt) adaptiert.

In Abschnitt 3.4.1 wird nun anhand eines Beispiels die Codierung der Indikatoren beschrieben während in Abschnitt 3.4.2 die Zusammenführung der bewerteten Indikatoren zu einem Gesamtergebnis für das Kriterium erklärt wird.

3.4.1 Codierung der Indikatoren

Damit die Antwortmöglichkeiten der Indikatoren später einen einfachen Überblick über die komplexe Sachlage vermitteln können, bedarf es einer Generalisierung der Aussagen. Dieser Schritt wurde insofern schon teilweise vorweggenommen, als die

ExpertInnen die Antworten aus 4 bis 5 Antwortmöglichkeiten auswählen mussten und keine freien Antworten geben konnten. Diese Antwortmöglichkeiten werden in der Bewertung der MCA nun noch einmal aggregiert. Dazu werden die Antworten mit einem Code versehen. Die günstigste Ausprägung des Indikators erhält den Wert 12, die anderen Antworten werden gleichverteilt abgestuft (siehe auch die Werte in den Klammern in Tabelle 2). Die Antwortmöglichkeit „keine Antwort“ bekommt immer den Wert 6 zugewiesen. Um die einzelnen Kriterien vergleichen zu können, werden die Indikatorenwerte auf 1 normiert, indem durch den besten Wert (12) dividiert wird. Die daraus resultierenden dimensionslosen Werte gehen in die weitere Berechnung ein (siehe Tabelle 3).

In der Regel gilt, dass Antwortmöglichkeiten mit größeren Werten einen höheren Grad an erwünschter Ausprägung eines Indikators bedeuten. Beim Kriterium Wirtschaftlichkeit verhält es sich allerdings genau umgekehrt. Sind die Gesamtkosten für eine Maßnahme groß, werden die Werte für die Indikatoren (Investitionskosten und Betriebskosten) eher klein ausfallen. Falls keine Kosten anfallen sollten, wäre der Indikator maximal erfüllt (12 bzw. 1).

Tabelle 3 Beispiel für die Codevergabe und dazugehörige dimensionslose Werte

Indikator: Potenzial zur Verhinderung von Schäden		
<i>Frage: In welcher Höhe können durch die Maßnahmen für alle zuvor genannten Bereiche Schäden verhindert werden?</i>		
	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

Quelle: Bednar-Friedl et.al. (2011)

3.4.2 Zusammenführung der Indikatoren

Im nächsten Schritt werden nun die Indikatoren zusammengeführt und aggregiert zu einem Wert für ein Kriterium. Dabei muss festgelegt werden, welcher Indikator wie wichtig für die Erfüllung des Kriteriums ist. Diese Gewichtungen aller Indikatoren je Kriterium müssen dann jeweils 1 ergeben. Die gewählten Gewichtungen der Indikatoren sind expertenbasiert und eine kombinierte Einschätzung aus einerseits der Bedeutung des Indikators für das jeweilige Kriterium und andererseits der zu erwartenden Verfügbarkeit der Informationen, die durch den Indikator eingeholt werden. Die Gewichte der einzelnen Indikatoren sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4 Gewichtung der Indikatoren

Kriterium	Indikator	Gewichtung
Wichtigkeit	Betroffenheit	0,1
	Regionale Relevanz	0,1
	relevante(r) Sektor(en)	0,1
	Potenzial zur Verhinderung von Schäden	0,6
	Potenzial zur Verhinderung irreversibler Schäden	0,2
Dringlichkeit	Schäden heute	0,3
	Zukünftige Schäden	0,3
	Vorlaufzeit	0,2
	Lebensdauer	0,2
Umwelt- und soziale Folgen	Umweltfolgen	0,5
	Soziale Folgen	0,5
Flexibilität	Unsicherheitsbandbreite	0,1
	Änderung der Maßnahme	0,3
	Rücknahme der Maßnahme	0,3
	Verfügbarkeit alternativer Maßnahmen	0,3
Wirtschaftlichkeit	Investitionskosten	0,5
	Betriebskosten	0,5
Wertschöpfung	BIP-Effekte	0,5
	Beschäftigungseffekte	0,5

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse aus den Befragungen (erste Runde)

In der ersten Befragungsrunde wurden die ExpertInnen nach ihrer Einschätzung bezüglich des Umsetzungsstatus der Maßnahmen gefragt. Insgesamt nahmen 12 ExpertInnen an dieser Runde teil. Folgende Antwortmöglichkeiten konnten für jede Maßnahme angekreuzt werden: „wird bereits umgesetzt“, „gibt es schon, soll aber weiter forciert werden“ und „soll unbedingt in Zukunft zum Einsatz kommen“. Zusätzlich sollten die ExpertInnen noch die ihrer Einschätzung nach 5 zentralsten Maßnahmen nennen.

Es wurden 32 der insgesamt 49 Maßnahmen zumindest einmal als zentrale Maßnahme bewertet. Am häufigsten als „zentralste“ Maßnahme von den ExpertInnen genannt wurde die Maßnahme „Anpassung der in den Bebauungsplänen ausgewiesenen Risikozonen“ (14% aller Nennungen) gefolgt von „Bundesweite Hangrutschungsgefährdungskarte“ und der „Planung und Verbesserung von Kommunikationsplänen bei Katastrophen bzw. Hochwasserschutzmaßnahmen“. Jene Maßnahmen, die häufiger als zweimal als zentral genannt wurden, sind als Top 8 Maßnahmen in Tabelle 5 ausgewiesen.

Tabelle 5 Die Top 8 (die 8 am häufigsten als zentral genannten) Anpassungsmaßnahmen

Maßnahmen	"als zentral bewertet"	
Anpassung der in den Bebauungsplänen ausgewiesenen Risikozonen	10	14,1%
Bundesweite Hangrutschungsgefährdungskarte	7	9,9%
Hochwasserschutz (z.B. Schleusentore, mobiler Schutz, Retentionsbecken)	5	7,0%
Planung und Verbesserung von Kommunikationsplänen bei Katastrophen	5	7,0%
Bundeseinheitliche und flächendeckende elektronische Schadenserfassung für wetterbedingte und geogene Schäden	4	5,6%
Aufforstung bzw. Wiederaufforstung von Schutzwäldern, sowie intensiviertes Management der Schutzwälder	3	4,2%
Ausbau des Öffentlichen Verkehrs zur Entlastung der Straßenverkehrsinfrastruktur	3	4,2%
Verbesserung des Krisenmanagements durch Kooperation zwischen Unternehmen (gemeinsame Nutzung von Fahrzeugen und Informationsaustausch im Krisenfall)	3	4,2%

Die Maßnahmen wurden vor der Bewertung durch die ExpertInnen in unterschiedliche Maßnahmengruppen eingeteilt, um generalisierbare Aussagen für eine Gruppe vornehmen zu können. Die Auswertung nach Gruppen zeigt, dass beinahe die Hälfte (47%) der als zentral genannten Maßnahmen aus der Gruppe verkehrsplanerischer und allgemeiner Schutzmaßnahmen kommt. 34% gehören zur Gruppe „strategische Planung und Erhaltung“ zu der etwa die Maßnahmen Hangrutschungsgefährdungskarte, bundeseinheitliche Schadenserfassung oder die Gehölzpflege entlang der Verkehrswege zählt. 17% der zentralsten Maßnahmen kommen aus der Gruppe Verkehrsservice.

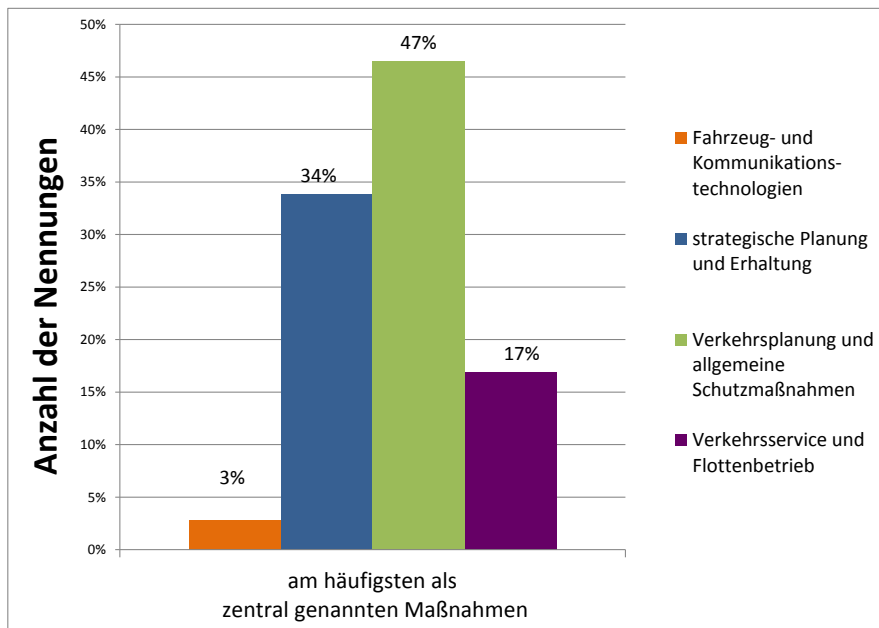


Abbildung 3 Häufigkeiten der als zentral genannten Maßnahmen nach Maßnahmengruppe

Bezüglich der Einschätzung des Umsetzungsgrades durch die ExpertInnen ergibt sich ein teilweise heterogenes Bild. Beispielsweise bewerten 33% die Maßnahme „Anpassung der in den Bebauungsplänen ausgewiesenen Risikozonen“ als bereits umgesetzt und 42% sehen die Maßnahme als eine, die in Zukunft zum Einsatz kommen soll. Es macht den Anschein, als wären gerade die als zentral eingestuftten Maßnahmen, jene, bei denen ein Anpassungsprozess bereits im Gang ist und hinsichtlich der vollständigen Umsetzung unterschiedliche Wahrnehmungen vorliegen, die dann zu den unterschiedlichen Bewertungen geführt haben.

Die Auswertung des Umsetzungsgrades aller als zentral bewerteten Maßnahmen zeigt, dass nur 14% der Maßnahmen als bereits völlig umgesetzt angesehen werden, wohingegen bei 37% noch ein zusätzlicher Forcierungsbedarf besteht und zu 49% die Maßnahmen erst zum Einsatz kommen sollen.

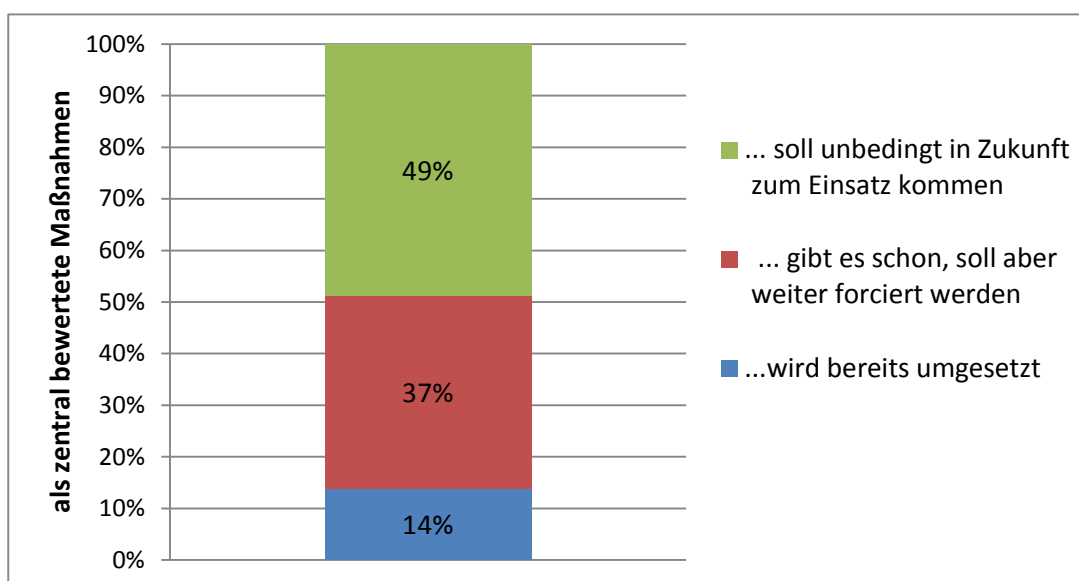


Abbildung 4 Bewertung des Umsetzungsstatus der als zentral beurteilten Maßnahmen

4.2 Ergebnisse aus den Befragungen (zweite Runde)

In der zweiten Runde haben sich noch 6 ExpertInnen dazu bereit erklärt, zumindest 2 ihrer als zentral angesehenen Maßnahmen im Detail nach allen Indikatoren zu bewerten. Die telefonische Rückfrage bei den ExpertInnen mit dem Zweck, die Rücklaufquote zu erhöhen, hat gezeigt, dass die ExpertInnen die Bewertung der Indikatoren als zu aufwendig erachtet haben oder sich nicht auf eine Einschätzung festlegen wollten. Insgesamt wurden 14 Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel einer Detailbewertung unterzogen, davon wurden 2 Maßnahmen als Kontrolle von 2 ExpertInnen gleichzeitig bewertet. Somit wurden schlussendlich 12 Maßnahmen genauer bewertet.

Die Anpassungsmaßnahmen wurden aus der Literatur zusammengetragen (Doll et al. 2011, TRB, 2008) und im Projektteam überarbeitet. Die Gruppierung der Maßnahmen erfolgte in Anlehnung an das Projekt WEATHER (siehe Doll et.al, 2011). 3 der bewerteten Maßnahmen wurden dem Bereich Verkehrs- und Raumordnung (Subgruppe: „Allgemeine Schutzmaßnahmen“) zugeordnet. Die größte Gruppe bildet die Kategorie „Infrastruktur, Technologie und Betrieb“ mit 6 Maßnahmen, die in die Subgruppen „Anreize und Information“ sowie „Supervision und Erhaltung“ gehören. Zur Kategorie Fahrzeug und Kommunikation (Subgruppe „technische Maßnahmen“) wurden von den ExpertInnen 3 Maßnahmen bewertet. Somit finden sich die bewerteten Maßnahmen nur teilweise in den im WEATHER Projekt (Doll et al., 2011) definierten Kategorien wieder. Alle in der ersten Runde von ExpertInnen als besonders wichtig eingestuften Maßnahmen wurden in weiterer Folge für die Detailbewertung der 2. Runde ausgewählt. Eine Liste mit allen genannten Maßnahmen befindet sich im Anhang.

Tabelle 6 Liste der bewerteten Maßnahmen und Kategorisierung (nach Doll et.al. 2011)

No	Kategorie 1	Kategorie 2	Maßnahme
1	Verkehrsplanung und Raumordnung	Allgemeine Schutzmaßnahmen	Anpassung der in den Bebauungsplänen ausgewiesenen Risikozonen
2			bestmögliche Berücksichtigung des Sachprogrammes Hochwasser in der örtlichen Raumplanung und Umsetzung der EU-Hochwasserrichtlinie
3			Planung und Verbesserung von Kommunikationsplänen bei Katastrophen
4	Infrastruktur Technologien & Technologien und Betrieb	Anreize & Information	Entwicklung und Einführung einer nationalen Schadensdatenbank
5			Bundesweite Hangrutschungsgefährdungskarte
6			Bundesweite Gefährdungskarte für gravitative Naturgefahren
7		Supervision & Erhaltung	Durchführung von Grün- und Gehölzpflege entlang von Straßen und Bahntrassen
8			Erhöhung der Wartungsaktivitäten
9			Regulierung des Hangwasserhaushalts (durch Drainagen oder Begrünung/Aufforstung)

10			frühzeitige Sanierung der Straßenbeläge der Landesstraßen um weitere größere Schäden vor allem durch Frost-Tau Wechsel zu verhindern
11	Fahrzeug- und Kommunikations-technologien	technische Maßnahmen	Verbesserung des Abflusses über die Straße, konkret: das Fassungsvermögen der Mulden und Rohre soll um 20% erhöht werden
12			technische Schutzmaßnahmen an jenen Landesstraßenabschnitten, die in Gefährdungszonen liegen und noch nicht oder unzureichend geschützt sind

4.3 Zusammenführung der Ergebnisse (zweite Runde der Befragung) in der Multikriterienanalyse

4.3.1 Einleitung

Die Detailergebnisse der Indikatoren wurden wie in Abschnitt 3.4 erläutert nach der Methodik der MCA zusammengeführt. Das Ergebnis ist jeweils ein Wert für jedes Kriterium. Um die Kriterienbewertungen für jede Maßnahme bzw. Maßnahmengruppe besser gegenüberstellen zu können, werden diese in einem Spinnendiagramm dargestellt. Die Werte jedes Kriteriums liegen jeweils auf einer Achse. Werte, die auf dem „Spinnennetz“ weiter außen liegen, bedeuten, dass die Maßnahme als besonders günstig hinsichtlich der Ausprägung bzw. der Erfüllung des Kriteriums eingeschätzt wird. Die Werte sind dimensionslos und liegen zwischen 0 und 1. Die erste Auswertung mit allen Kriterien (siehe Abbildung 5) ergab, dass die Maßnahmengruppen bei den Kriterien „Dringlichkeit“ und „Umwelt- und soziale Folgen“ kaum zu unterscheiden waren. Der Grund liegt möglicherweise darin, dass alle Maßnahmen, die bewertet wurden von den ExpertInnen bereits als dringend (zentral) eingestuft worden waren. Die geringen Abweichungen beim Kriterium „Umwelt- und soziale Folgen“ lassen auf die Vermutung rückschließen, dass durch die Maßnahme in jedem Fall positive Nebeneffekte auf die Umwelt im Vergleich zu einem „Nicht-Handeln“ erwartet werden.

Diese Ergebnisse bedeuten damit, dass es wenig Sinn macht, die Kriterien „Dringlichkeit“ und „Umwelt- und soziale Folgen“ in die weiterführende MCA einfließen zu lassen, da sich die Maßnahmen hinsichtlich dieser Kriterien nicht unterscheiden. Somit werden in den Abschnitten 4.3.2 und 4.3.3 nur noch die verbleibenden 4 Kriterien Wichtigkeit, Flexibilität, Wertschöpfung und Wirtschaftlichkeit näher untersucht. In Abschnitt 4.3.2 werden die Ergebnisse nach Maßnahmengruppe dargestellt, während Abschnitt 4.3.3 die Streuung der Bewertungen der Einzelmaßnahmen je Kriterium zeigt.

Multikriterienanalyse mit 6 Kriterien

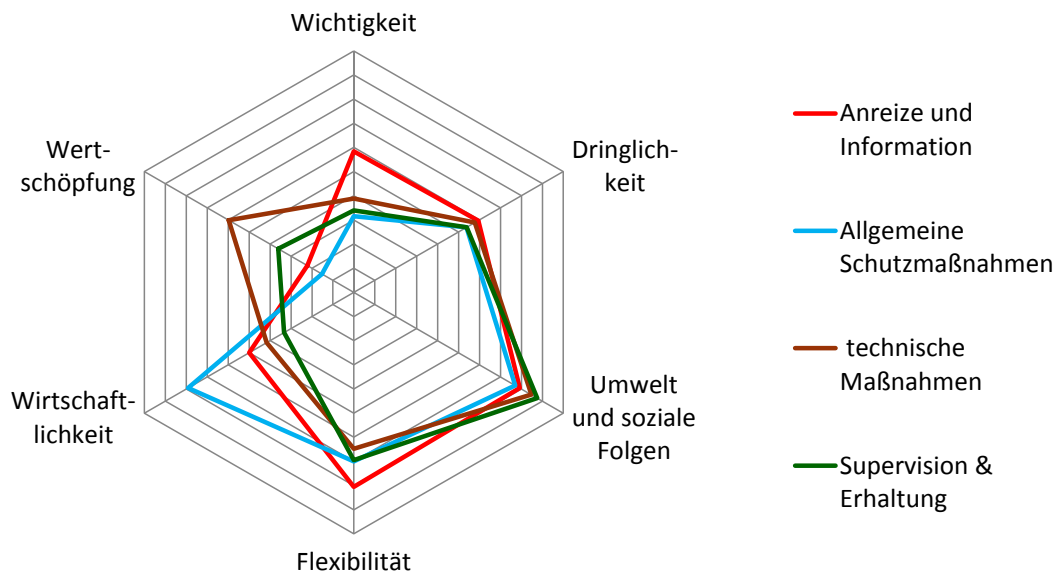


Abbildung 5 Ergebnisse nach Maßnahmengruppen mit allen Kriterien

4.3.2 MCA Ergebnisse nach Maßnahmengruppen

Maßnahmengruppe: Allgemeine Schutzmaßnahmen

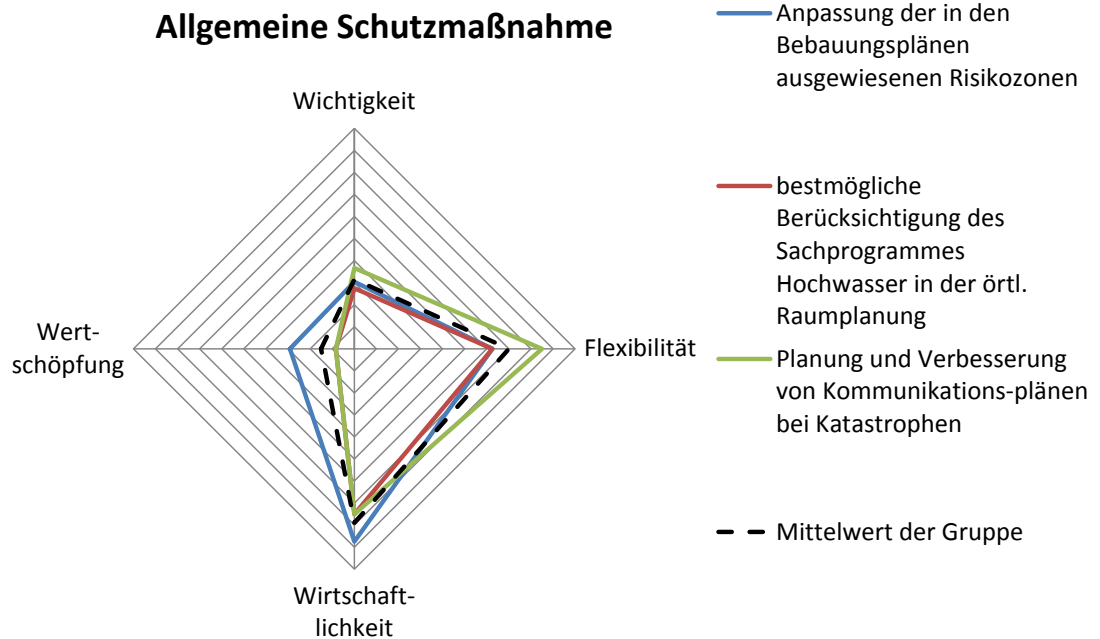


Abbildung 6 MCA Ergebnisse für die Maßnahmengruppe ‚Allgemeine Schutzmaßnahmen‘

Zu den allgemeinen Schutzmaßnahmen werden vor allem jene Maßnahmen gezählt, die nicht nur Verkehrsinfrastrukturen schützen sollen, sondern auch andere Objekte schützen, etwa Privatobjekte und öffentliche Einrichtungen. Maßnahmen, die den Katastrophenschutz betreffen, wurden ebenfalls in die Kategorie allgemeine Schutzmaßnahmen integriert.

Abbildung 6 zeigt die drei Maßnahmen, die für die Maßnahmengruppe „Allgemeine Schutzmaßnahmen“ bewertet wurden. Die Maßnahme „Anpassung der in den Bebauungsplänen ausgewiesenen Risikozonen“ ist eine Querschnittsmaßnahme. Jene Bereiche, die in Risikozonen liegen, sollen als nicht bebaubare Bereiche festgelegt werden (eine Freilandrückführung oder Rückstufung des Baulandes durch eine nachfolgende Flächenwidmungsplanänderung ist auch denkbar). Es handelt sich dabei um eine Maßnahme, die nicht nur die Straßeninfrastruktur schützt, sondern auch dem Gebäudeschutz (Objektschutz) dient. Der Grund dafür, dass diese Maßnahme eine höhere Wertschöpfung (Beschäftigungseffekte) hat, liegt darin, dass durch diese Maßnahme vermehrt Gutachten für gefährdete Gebäude und Straßenabschnitte erstellt werden müssen. Interessant für eine Umsetzung sind bei dieser Maßnahme die geringen Investitionskosten (entspricht einem hohen d.h. weit vom Mittelpunkt entfernt liegenden Wert beim Kriterium Wirtschaftlichkeit).

Die Maßnahme „bestmögliche Berücksichtigung des Sachprogrammes Hochwasser in der örtlichen Raumplanung und Umsetzung der EU-Hochwasserrichtlinie“ versucht den Ausbau des meteorologischen Messnetzes und die Verbesserung der Wetterprognosen auf einen europaweiten Standard zu heben. Damit wird ebenfalls nicht nur der Verkehrssektor positiv betroffen sein. Für den Verkehrsbereich ist vor allem wichtig, dass Straßenabschnitte besser kontrolliert werden können.

Die dritte Maßnahme „Planung und Verbesserung von Kommunikationsplänen bei Katastrophen“, wurde aus der ursprünglichen Kategorie „Erhöhte Vorbereitung“ nun zur Kategorie Allgemeine Schutzmaßnahmen verschoben, weil im Falle von Katastrophen ebenfalls nicht nur die Verkehrsinfrastruktur betroffen ist. Markant bei dieser Maßnahme sind die flexible Einsetzbarkeit und die höhere Einstufung der ExpertInnen bezüglich der Wichtigkeit.

Maßnahmengruppe: Anreize und Information

Zur Gruppe „Anreize und Information“ gehören die Maßnahmen „Entwicklung und Einführung einer nationalen Schadensdatenbank“, die „Erstellung einer bundesweiten Hangrutschungsgefährdungskarte“ und die „Erstellung einer bundesweiten Gefährdungskarte für gravitative Naturgefahren“. All diese Maßnahmen gehören zu den strategischen Maßnahmen und sollen Anreize für weitere Anpassungsmaßnahmen setzen.

Die Maßnahme Entwicklung und Einführung einer nationalen Schadensdatenbank beinhaltet eine bundeseinheitliche und flächendeckende elektronische Schadenserfassung für wetterbedingte und geogene Schäden. Wichtig bei dieser Maßnahme sind die im Vergleich zu den anderen Maßnahmen dieser Gruppe höher liegenden makroökonomischen Effekte (insb. Beschäftigungseffekte). Die Kosten für die Einführung dieser Maßnahme sind sehr hoch, gleichzeitig werden auch Arbeitsplätze geschaffen.

Die beiden anderen Maßnahmen sind, wie in der Abbildung 7 ersichtlich, hinsichtlich aller Kriterien relativ deckungsgleich, da sie auch ähnlich wirken und einen ähnlichen Ressourceneinsatz aufweisen. In beiden Maßnahmen werden Informationen zusammengetragen, um Karten zu erstellen. Prinzipiell ist diese Maßnahmengruppe durch eine hohe Wichtigkeit und Flexibilität charakterisiert. Die geringen Kosten sind ein weiterer Grund dafür, dass Maßnahmen dieser Gruppe schnell umgesetzt werden sollten.

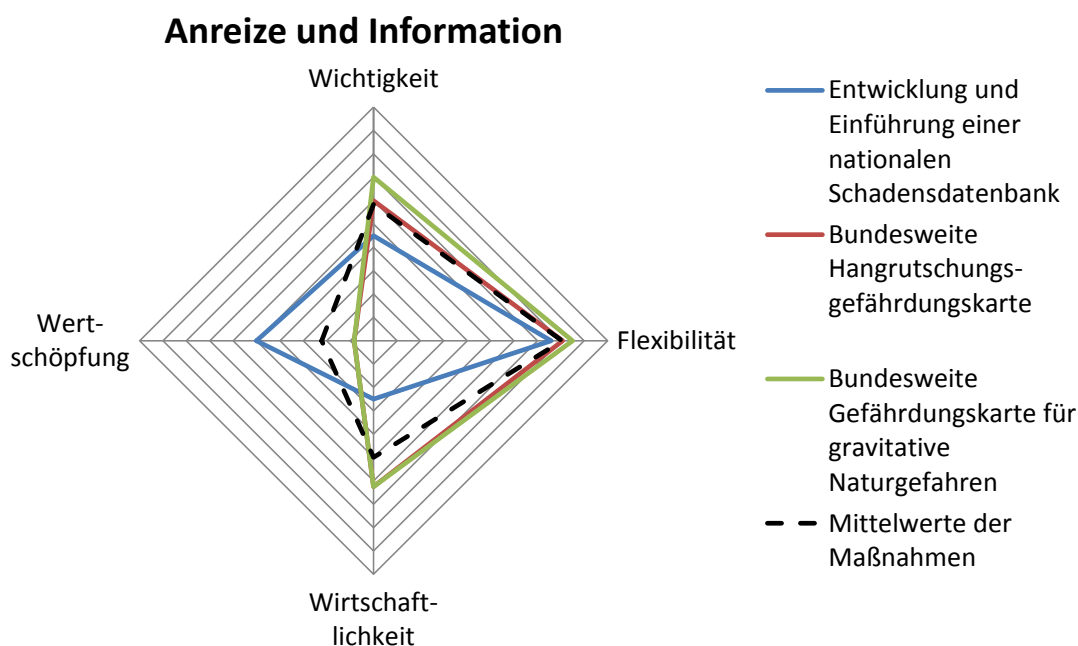


Abbildung 7 MCA Ergebnisse für die Maßnahmengruppe ‚Anreize und Information‘

Maßnahmengruppe: Supervision und Erhaltung

Bei dieser Maßnahmengruppe geht es vor allem darum, das Verkehrssystem und bereits auftretende Schäden zu beobachten und die Vulnerabilität durch Wartung und gezielt gesetzte Maßnahmen zu verringern. Zu dieser Gruppe zählen die Durchführung von Grün- und Gehölzpflege entlang von Straßen (d.h. auch das Freihalten der Abflusssysteme vor Verwachsungen), Erhöhung der Wartungsaktivitäten und die Regulierung des Hangwasserhaushalts durch Drainagen oder Aufforstung. Diese Maßnahmen wurden als teuer eingestuft und führen zu keinen großen makroökonomischen Effekten (Wertschöpfung). Sie zeichnen sich allerdings durch einen hohen Grad an Flexibilität aus. Während teure technische Maßnahmen einer genauen Planung bedürfen, um nicht bei veränderten Bedingungen zu versunkenen Kosten („sunk costs“) zu werden, können die Maßnahmen dieser Kategorie flexibel angepasst werden und die Kosten gehen nicht verloren. Eine große Unsicherheitsbandbreite hätte bei Umsetzung keine gravierenden Folgen.

Unter der erstgenannten Maßnahme versteht man konkret eine Erhöhung der Aufwendungen für die Grünflächenpflege, um damit die Abflüsse von Verwachsungen zu befreien. Man erhofft sich eine Verbesserung der Abflüsse bei Extremniederschlägen.

Unter der Maßnahme "Erhöhung der Wartungsaktivitäten" versteht man eine Erhöhung des Aufwandes für die Zustandserfassung und -bewertung des Straßeneroberbaus. Dies soll umgesetzt werden, indem die Kontrollen für das gesamte Straßennetz verdoppelt werden. Dabei kommt eine Kombination aus visueller und messtechnischer Prüfung zum Einsatz. Ziel hinter dieser Maßnahme ist, dass dadurch die Schäden auf dem Straßeneroberbau reduziert werden, weil sie früher erkannt werden und so nicht größer werden. Insgesamt stufen die ExpertInnen diese Maßnahme allerdings als weniger wichtig ein.

Supervision und Erhaltung

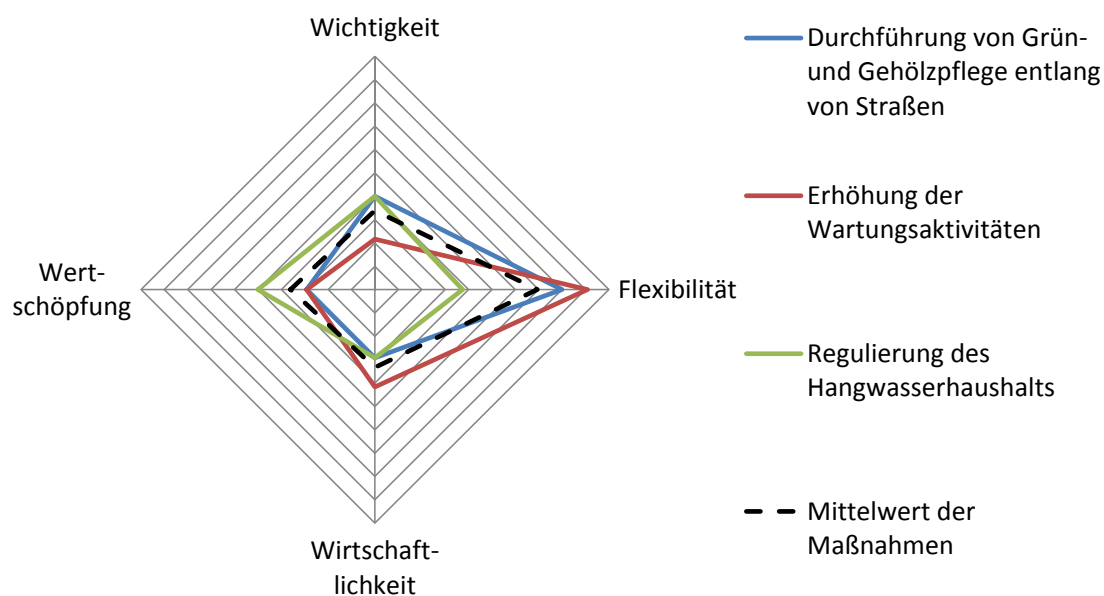


Abbildung 8 MCA Ergebnisse für die Maßnahmengruppe ‚Supervision und Erhaltung‘

Die Maßnahme Regulierung des Hangwasserhaushalts durch Drainagen oder Aufforstung soll den Hangwasserabfluss bei Extremniederschlägen verbessern. Mit dieser Maßnahme könnten Vermurungen von Straßen reduziert werden. Die Maßnahme ist mit hohen Wertschöpfungseffekten bei mittlerer Wirtschaftlichkeit verbunden (siehe Abbildung 8).

Maßnahmengruppe: technische Maßnahmen

Maßnahmen in dieser Gruppe werden auch oft als „harte“ Maßnahmen bezeichnet. Da diese Maßnahmen kaum noch zurückgenommen werden können und durchwegs eine längere Vorlaufzeit haben, bis sie wirken. Eine weitere Besonderheit dieser Maßnahmen ist, dass sie keine einheitlichen Eigenschaften aufweisen. Es kann lediglich gesagt werden, dass die Kosten eher höher eingeschätzt werden, und damit verbunden die Wertschöpfung steigt. Folglich ist es wichtig, diese Maßnahmen im Detail zu analysieren, bevor man mit der Umsetzung beginnt. Außerdem sollte an dieser Stelle erwähnt werden, dass technische Maßnahmen niemals flächendeckend die gleiche Wirkung erzielen. Es sollte immer individuell geprüft werden, wie wichtig (Potenzial für Vermeidung von Schäden) diese Maßnahme ist.

technische Maßnahmen

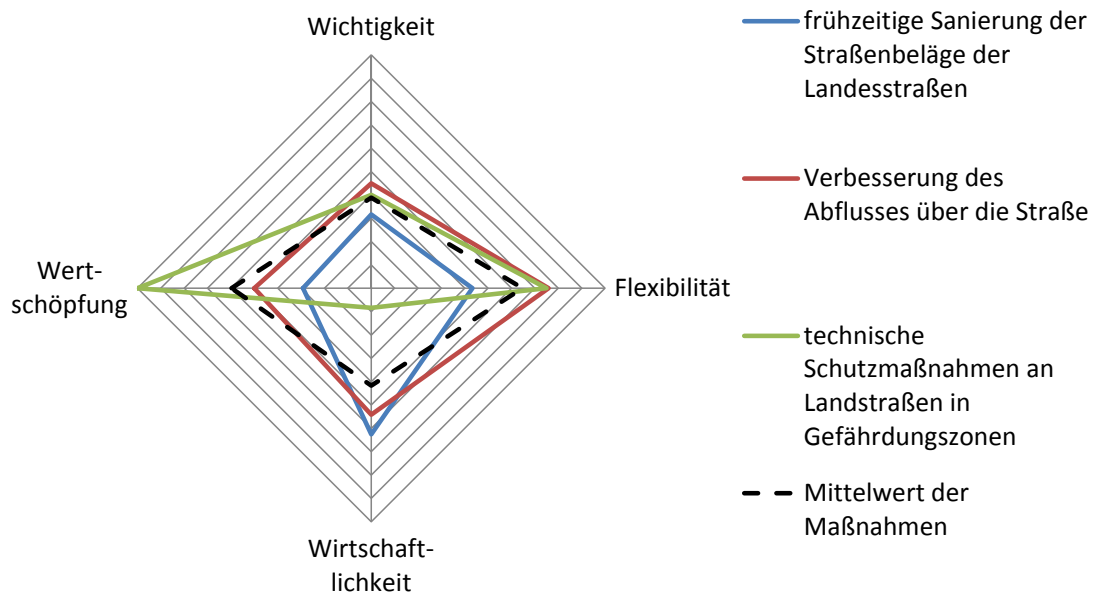


Abbildung 9 MCA Ergebnisse für die Maßnahmengruppe ‚technische Maßnahme‘

Die Maßnahme „frühzeitige Sanierung der Straßenbeläge der Landesstraßen“ bezieht sich hauptsächlich auf jene Abschnitte, die in einem schlechten oder mittleren Zustand sind. Denn laut den ExpertInnen, haben diese Maßnahmen ein besonders großes Potenzial größere Schäden durch einen Frost-Tau Wechsel zu verhindern. Sobald die Straßendecke einmal beschädigt wird, ist sie leichter angreifbar und Nässe dringt in den Straßenoberbau ein. Im Vergleich zu den anderen bewerteten Maßnahmen ist diese noch relativ billig. Allerdings ist diese Maßnahme als eher unwichtig von den ExpertInnen eingestuft worden.

Bei der Maßnahme „Verbesserung des Abflusses über die Straße“ wird davon ausgegangen, dass ein genereller Ausbau der Abflusskapazitäten in manchen Regionen keinen Sinn macht, da die Kapazität der Vorfluter zu gering ist. Die Idee dahinter ist nun, die Mulden und Röhren bei Straßen zu vergrößern (Annahme 20%) um so im Falle von Extremniederschlägen die Abflusssituation zu verbessern.

Bei der dritten Maßnahme in dieser Kategorie geht es um technische Schutzmaßnahmen, die ungeschützte Landesstraßen besser schützen soll. Diese Abschnitte liegen vor allem in HQ-Flächen oder werden durch überflutete Wildbäche oder Lawinen bedroht. Diese Maßnahme ist extrem teuer und damit scheinbar nicht umsetzbar. Wir jedoch die Wertschöpfung mitberücksichtigt, ergeben sich positive gesamtwirtschaftliche Auswirkungen. Mit dieser Maßnahme kann sowohl das regionale BIP gesteigert, als auch neue Arbeitsplätze geschaffen werden. Außerdem kann diese Maßnahme stetig an neue Bedingungen angepasst werden.

4.3.3 Untersuchung der Maßnahmen nach den 4 Hauptkriterien

In diesem Kapitel wird die Streuung der Kriterienbewertung der Einzelmaßnahmen untersucht. Dabei werden das unterste Viertel und das oberste Viertel der Bewertungen der Maßnahmen angegeben (siehe Abbildung 10).

Wichtigkeit

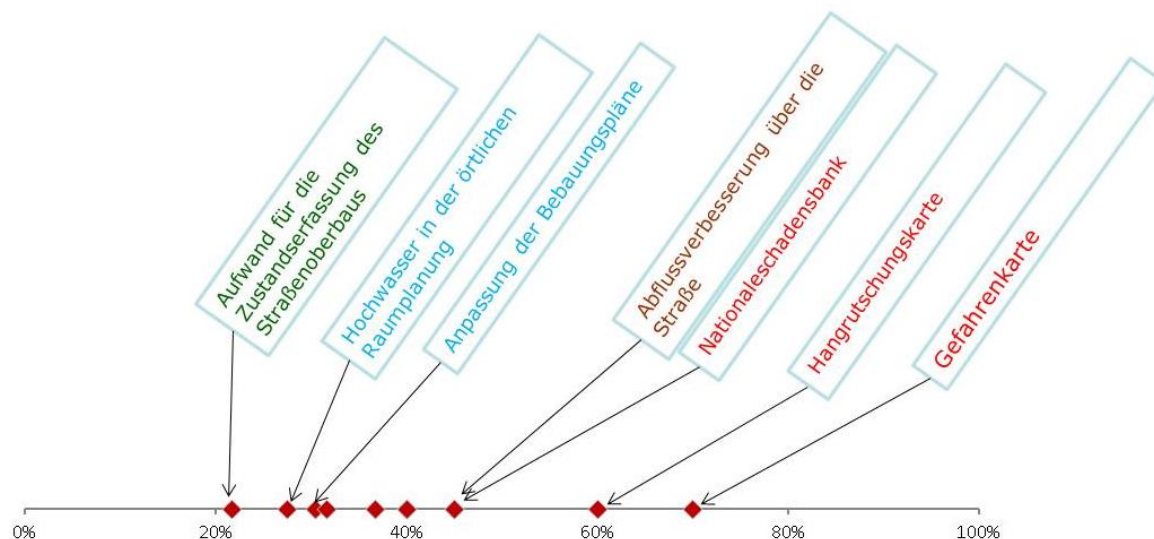


Abbildung 10 Streuung der Maßnahmen in Bezug auf ihre Wichtigkeit

Wie man in Abbildung 10 feststellen kann, liegt die Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich des Kriteriums Wichtigkeit überwiegend innerhalb der unteren zwei Drittel. Das Ergebnis lässt vermuten, dass die ExpertInnen bei der Bewertung der Indikatoren (z.B. Potenzial zur Verhinderung von Schäden) eher vorsichtig gewesen sind und daher die Werte für das Kriterium insgesamt geringer ausgefallen sind.

Schaut man sich das unterste Viertel der bewerteten Maßnahmen genauer an, so stellt man fest, dass vor allem Maßnahmen der Kategorie allgemeine Schutzmaßnahmen (blau) und die Maßnahme „Aufwand für die Zustandserfassung des Straßenoberbaus“ (Supervision und Erhaltung) als unwichtig gewertet wurden, d.h. das Schadensvermeidungspotenzial als gering eingeschätzt wurde. Maßnahmen, die als wichtig eingestuft sind, kommen aus der Gruppe Anreize und Informationen (rote Maßnahmen), und sind jene, die eigentlichen Schutzmaßnahmen vorbereitende Maßnahmen. Hier befinden sich alle 3 Maßnahmen dieser Gruppe in der oberen Hälfte der Bewertung. Zusätzlich ist die Maßnahme „Abfluss über die Straße“ mit 45 % als „wichtig“ eingestuft worden.

Flexibilität

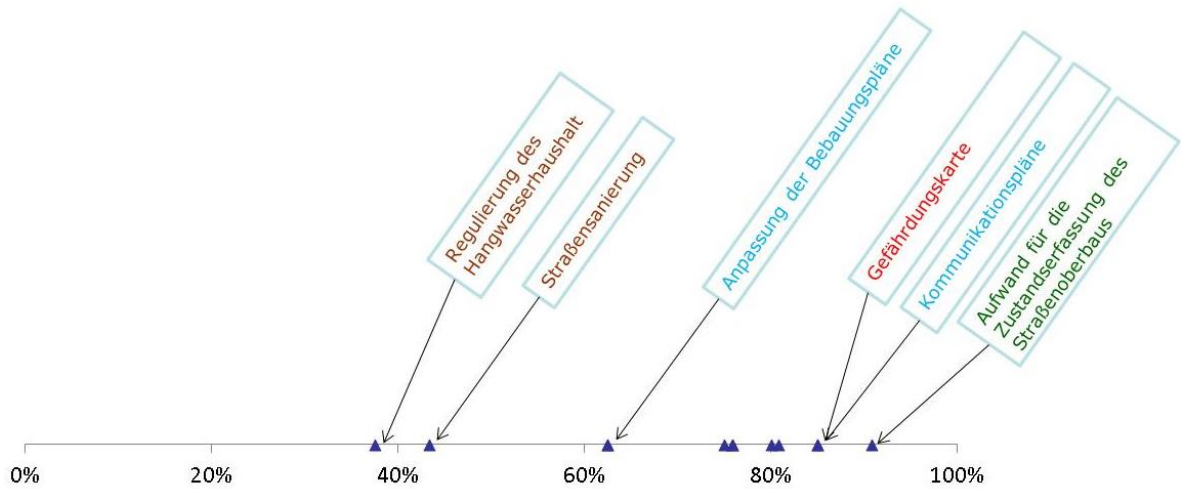


Abbildung 11 Streuung der Maßnahmen in Bezug auf ihre Flexibilität

Innerhalb des Kriteriums Flexibilität zeigt sich, dass alle Maßnahmen als flexibel eingestuft werden. Lediglich technische Maßnahmen und sehr langfristige strategische Maßnahmen, wie die Anpassung der Bebauungspläne wurden von den ExpertInnen als eher unflexibel eingestuft. Zu den besonders flexiblen Maßnahmen gehören die Maßnahmen: Aufwand für die Zustandserfassung des Straßenoberbaus (Supervision und Erhaltung), Verbesserung der Kommunikationspläne bei Katastrophen (allgemeine Schutzmaßnahmen) und die Erstellung von Gefährdungskarten (Anreiz und Informationen)

Wirtschaftlichkeit

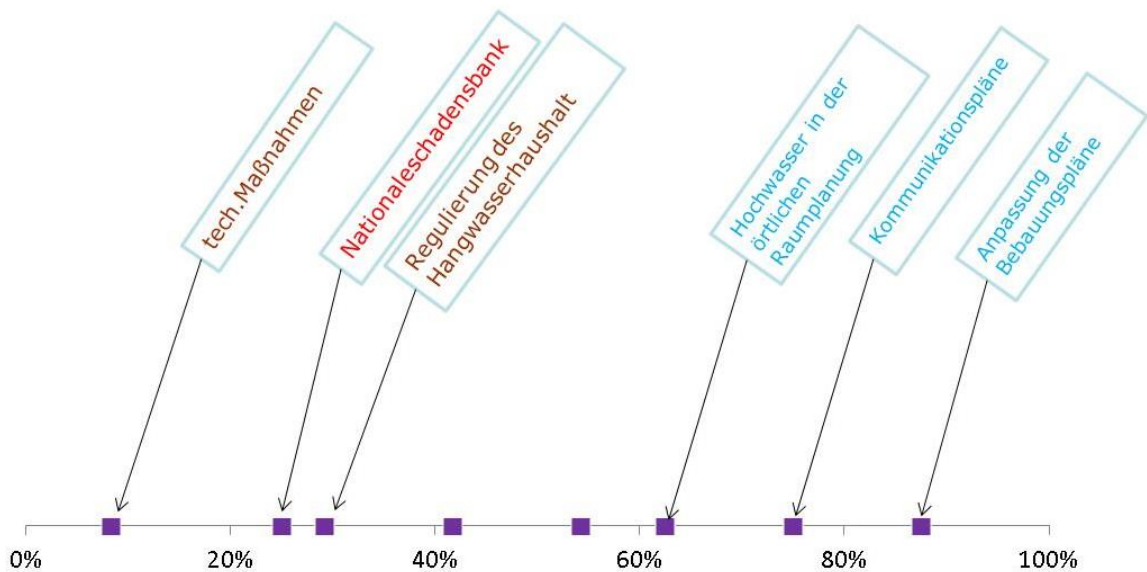


Abbildung 12 Streuung der Maßnahmen in Bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit

Abbildung 12 zeigt, dass die Streuung bei der Wirtschaftlichkeit sehr groß ist. Jene Bewertungen, die im untersten Viertel liegen, stammen vorwiegend aus der Gruppe der technischen Maßnahmen: Bei Schutzmaßnahmen an Landesstraßen (8%) sind sowohl sehr hohe Investitionskosten als auch sehr hohe Betriebskosten für die Umsetzung notwendig. An zweiter Stelle mit 25 % reiht sich die Maßnahme Entwicklung und Erstellung einer nationalen Schadensdatenbank (Anreize und Information) ein. Gefolgt von einer weiteren technischen Maßnahme (Regulierung des Hangwasserhaushaltes). Die höchstbewerteten 3 Maßnahmen gehören alle zu den allgemeinen Schutzmaßnahmen und weisen somit die geringsten Kosten auf.

Wertschöpfung

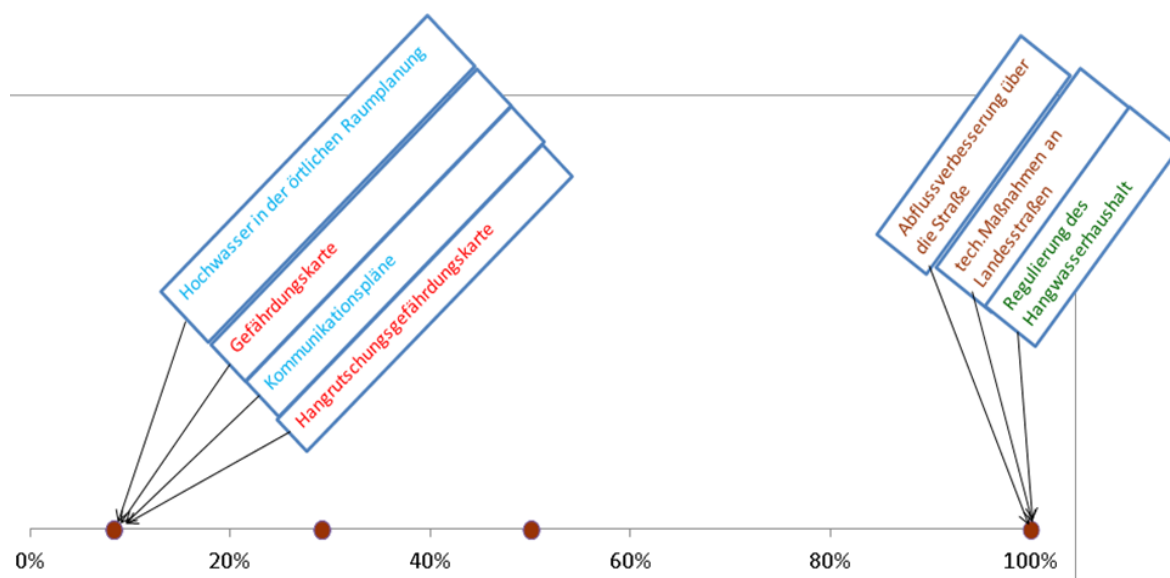


Abbildung 13 Streuung der Maßnahmen in Bezug zu ihrer Wertschöpfung

Die Ergebnisse für das Kriterium Wertschöpfung fallen sehr eindeutig aus, d.h. entweder es entstehen makroökonomische Effekte bei der Durchführung der Maßnahme oder nicht. Dies zeigt die Abbildung 13 sehr eindeutig. Allgemeine Schutzmaßnahmen und Anreize und Information weisen eher geringe makroökonomische Effekte auf, wohingegen technische Maßnahmen und die Maßnahme „Regulierung des Hangwasserhaushaltes“ (Supervision und Erhaltung) sehr große volkswirtschaftliche Effekte mit sich ziehen können.

4.3.4 Aggregierte Ergebnisse nach Kriterien

Gruppe: Allgemeine Schutzmaßnahmen (Bebauungsplan, Sachprogramm Hochwasser und Kommunikationspläne):

Diese Maßnahmengruppe steht an zweiter Stelle beim Kriterium „Wichtigkeit“. Durch die sehr niedrigen Kosten und mittleren makroökonomischen Effekte würde die Gruppe über alle Kriterien gesehen an zweiter Stelle eingereiht werden. Da die Kosten nicht überwiegen, spielt hier die geringe Flexibilität keine so große Rolle. Bei diesen Maßnahmen sollten die EntscheidungsträgerInnen jedoch weiter die Vorlaufzeiten berücksichtigen, die bei der Planung im Blick behalten werden sollten.

Gruppe: Anreize & Information (Hangrutschungs-, Gefährdungskarten und nationale Schadensdatenbank):

Diese Gruppe wird von den ExpertInnen als sehr wichtig eingestuft. Aus Sicht der Kosten und makroökonomischen Effekte sind diese Maßnahmen zwar nur im Mittelfeld, da diese Maßnahmen auch sehr flexibel sind (2. Stelle), sollten diese zuerst umgesetzt werden. Die Kosten gehen dabei nicht verloren, denn die Maßnahmen können leicht an neue Gegebenheiten angepasst werden, wenn sie nicht mehr gebraucht werden (d.h. die Wichtigkeit sinkt).

Gruppe: technische Maßnahmen (Straßensanierung, Straßenabfluss, technische Schutzmaßnahmen):

Die ExpertInnen haben diese Gruppe an dritter Stelle beim Kriterium Wichtigkeit gestellt. Aus ökonomischer Sicht führen diese Maßnahmen sogar noch zu Win/Win Situationen, da es zu Multiplikatoreffekten in anderen Sektoren kommen kann. D.h. dass es trotz hoher Investitionskosten aus makroökonomischer Sicht positive Nettoeffekte gibt. Zu beachten ist, dass aufgrund der geringen Flexibilität die Ausgaben bei diesen Maßnahmen nicht mehr angepasst oder zurückgenommen werden können.

Abbildung 14 stellt die Ergebnisse der Maßnahmengruppen für die 4 weiterführend in der MCA verwendeten Kriterien noch einmal gesamthaft dar.

Multikriterienanalyse mit 4 Kriterien

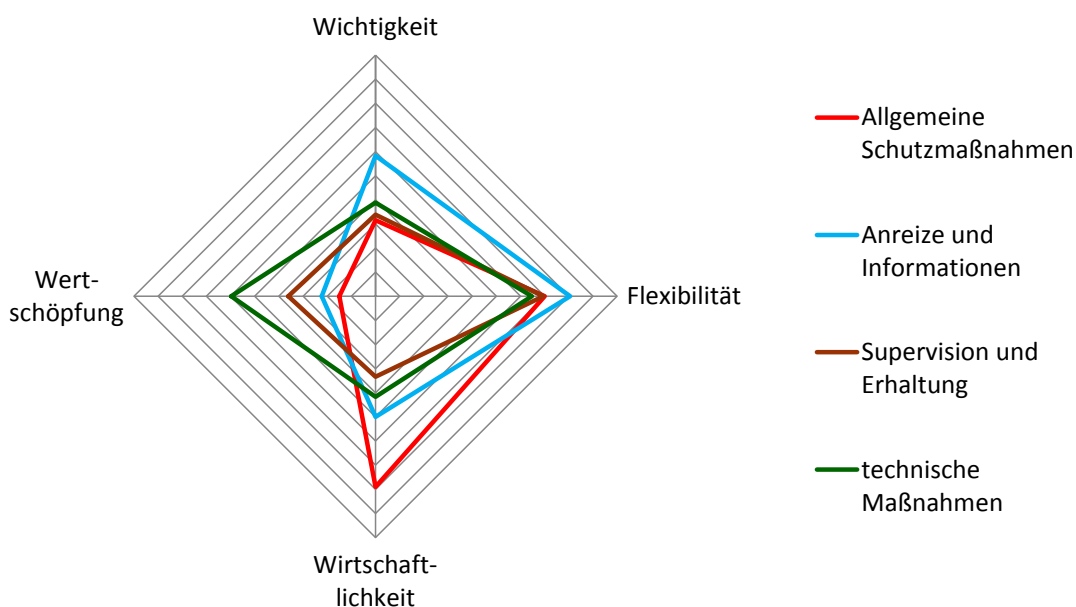


Abbildung 14 MCA mit 4 Kriterien

Gruppe: Erhaltung (Gehölzpflege, Wartungsarbeiten und Hangregulierung):

Diese Gruppe wird von den ExpertInnen als nicht sehr wichtig eingestuft, allerdings liegt die Gruppe beim Kriterium Dringlichkeit an zweiter Stelle. Diese Gruppe sollte daher nicht unterschätzt werden. Aus ökonomischer Sicht können bei diesen Maßnahmen sehr hohe Kosten anfallen. Diese können jedoch teilweise durch positive Beschäftigungseffekte aufgefangen werden.

5 Schlussfolgerung

Ziel der Multikriterienanalyse ist es, die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Maßnahmen sichtbar zu machen, um es den EntscheidungsträgerInnen zu ermöglichen, über die zukünftig zu ergreifenden Anpassungsmaßnahmen im Bereich Verkehr besser bzw. bewusster entscheiden zu können. Die aus den Ergebnissen der MCA gewonnenen Erkenntnisse bilden wiederum eine wichtige Basis für die Erstellung eines Anpassungspfades der Klimaanpassungen, der vor allem auch eine zeitlich sinnvolle Abfolge der zu ergreifenden Maßnahmen darstellen soll.

Wenn es um diese zeitliche Abfolge geht, sind die Ergebnisse hinsichtlich des Kriteriums ‚Wichtigkeit‘ ein zentraler Indikator, aber eben, und das ist das Wesen der MCA, nicht der alleinige Indikator für die Priorisierung der Maßnahmen. Die höchste Bewertung bezüglich dieses Kriteriums hat die Maßnahmengruppe ‚Anreize und Informationen‘, die auch hinsichtlich des Kriteriums ‚Flexibilität‘ als hoch eingestuft wurde.

Maßnahmen der Gruppe ‚technische Maßnahmen‘, die ebenfalls als wichtig eingestuft wurden, könnten zeitlich folgen. Die hohen Investitionskosten dieser Kategorie können über den Multiplikatoreffekt positive gesamtwirtschaftliche Auswirkungen haben. Hier gilt es jedoch zu beachten, dass die Vorlaufzeit dieser Maßnahmen lang sein kann und daher frühzeitig gehandelt werden muss, um die gewünschten Anpassungen rechtzeitig zu erreichen.

Darauffolgend würde die Empfehlung hinsichtlich des Anpassungsfahrplans lauten, die Gruppe der ‚Allgemeinen Schutzmaßnahmen‘ durchzuführen, die geringe Kosten und eine hohe Flexibilität aufweisen. Der Vorteil dieser Kategorie ist, dass auch andere vom Klimawandel betroffene Sektoren ebenfalls Nutzen aus deren Umsetzung ziehen können.

Der Reihung zufolge wären die Maßnahmen aus der Gruppe ‚Erhaltung‘ letztgereiht, da hier vor allem großen Unsicherheit hinsichtlich der zu erwartenden Richtung der makroökonomischen Effekte herrschen. D.h. sind diese groß genug um die relativ hohen Kosten der Maßnahmen auszugleichen oder nicht. Ein Vorteil dieser Gruppe ist, wie bereits erwähnt, die relativ hohe Flexibilität.

Abschließend kann als generelles Ergebnis der MCA gefolgert werden, dass planerische und strategische Maßnahmen (Gruppe ‚Anreize und Information‘) möglichst rasch umgesetzt werden sollten. Allerdings sollte man mit technischen und Erhaltungsmaßnahmen frühzeitig beginnen, da hier die Maßnahmen eine große Vorlaufzeit haben.

6 Literaturverzeichnis

1. Crowards, Tom M. (1998/6//): Safe Minimum Standards: costs and opportunities. In: Ecological Economics, Jg. 25, H. 3, S. 303-314.
2. 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
3. BMLFUW (2011), "Der Schrittmacher" - Handbuch "Politiken und Rechtsakte zugunsten nachhaltiger Entwicklung", Wien.
4. BMLFUW, Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2012), Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 2 - Aktionsplan Handlungsempfehlungen für die Umsetzung, BMLFUW, Wien.
5. 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
6. Doll, C., S. Klug, J. Köhler, I. Partzsch, R. Enei, V. Pelikan, N. Sedlacek, H. Maurer, L. Rudzikaite, A. Papanikolaou, V. Mitsakis (2011): ?Adaptation Strategies in the Transport Sector? Deliverable 4 of the research project WEATHER (Weather Extremes: Impacts on Transport Systems and Hazards for European Regions) funded under the 7th framework program of the European Commission. Project coordinator: Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 30.9.2010.
7. EEA (2007), Climate change: the cost of inaction and the cost of adaptation, EEA Technical report No 13/2007, ISSN 1725-2237.
8. Füssel, H.-M. (2007), Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons, Sustain Science (2007) 2:265-275.
9. Fankhauser S., Smith J.B., Tol R.S.J. (1999), Weathering climate change: an approach to address climate change- related health risks, Environ Econ 30:67-78.
10. Kronberger-Kießwetter, B., Balas, M. , Prutsch, A. (2012), Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel - Teil 1 - Kontext, BMLFUW, Wien.
11. Metroeconomica (2004). Costing the impacts of climate change in the UK: overview of guidelines. UKCIP technical report. UKCIP Oxford
12. OECD (2008), Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, benefits and policy instruments.
13. Paavola, Jouni; Adger, W. Neil (2006/4/1/): Fair adaptation to climate change. In: Ecological Economics, Jg. 56, H. 4, S. 594-609.
14. 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.
15. Prutsch A., Grothmann T., Schauser I., Otto S., McCallum S. (2010), Guiding principles for adaptation in Europe. ETC/ACC Technical Paper 2010/6, November 2010.

16. Rojas, Rodrigo; Feyen, Luc; Watkiss, Paul (2013/12//): Climate change and river floods in the European Union: Socio-economic consequences and the costs and benefits of adaptation. In: Global Environmental Change, Jg. 23, H. 6, S. 1737-1751.
17. Stern, N. (2006): The economics of climate change. The Stern review. University Press, Cambridge.
18. Umweltbundesamt Deutschland (UBA-D) (2010), Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, KomPass Newsletter Nr. 12/ September 2010.
19. UK Climate Impacts Programme (UKCIP) (2004), Costing the impacts of climate change in the UK, Implementation Report.
20. UNFCCC (1997): The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Online verfügbar unter <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>, zuletzt geprüft am 21.08.2014.
21. 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.
22. Willows, R., Connell, R. (eds) (2003), Climate adaptation: Risk, uncertainty and decisionmaking. UKCIP Technical Report, May 2003

Zum Inhalt:

Im Rahmen des ACRP Projekts ‚adapt2to4‘, das sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf das Verkehrssystem beschäftigt, wurden neben einer Abschätzung zukünftiger Ereignisse und Schäden mit Hilfe von Klimaszenarien auf regionaler Ebene und deren ökonomischer Bewertung auch Anpassungserfordernisse und –maßnahmen auf regionaler und nationaler Ebene erhoben.

Für EntscheidungsträgerInnen ist die Information darüber wichtig, welche Anpassungsmaßnahmen wie und zu welchem Zeitpunkt gesetzt werden sollen. Damit geht auch die Frage der Kriterien einher, nach denen die Anpassungsmaßnahmen bewertet werden sollen. In der vorliegenden Studie wurden die in ‚adapt2to4‘ entwickelten Anpassungsoptionen mittels Multikriterienanalyse (Multi Criteria Decision Aid, MCA) bewertet, die neben den üblichen ökonomischen Kriterien (Kosten und Nutzen) auch weitere im Zusammenhang mit dem Klimawandel zentrale Kriterien berücksichtigt (Ökologie, Soziales, Dringlichkeit, Flexibilität etc.).

In einem zweistufigen Prozess wurden ExpertInnen aus dem öffentlichen Bereich (z.B. Ministerien, Abteilungen der Ämter der Landesregierungen, Katastrophenschutz und Einsatzorganisationen) gebeten, unterschiedliche Maßnahmen der Gruppen ‚allgemeine Schutzmaßnahmen‘, ‚Anreize und Information‘, ‚Erhaltung‘ und ‚technische Maßnahmen‘ nach sechs Kriterien zu bewerten.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass es hohe Priorität bei den Gruppen technische Maßnahmen (z.B. Verbesserung des Abflusses) und Anreize und Information (z.B. Gefährdungskarten, Schadensdatenbank) gibt. Hohe Flexibilität weisen vor allem jene Maßnahmen auf, die auch mit relativ niedrigen Investitionskosten verbunden sind wie etwa planerische und strategische Maßnahmen (aus der Gruppe ‚Anreize und Information‘). Diese Maßnahmen sind es auch, die möglichst rasch umgesetzt werden und auf einem Anpassungsfahrplans für die EntscheidungsträgerInnen an erster Stelle stehen sollen. Allerdings muss auch mit technischen Maßnahmen und Erhaltungsmaßnahmen frühzeitig begonnen werden, da hier die Wirkungen erst später zum Tragen kommen.