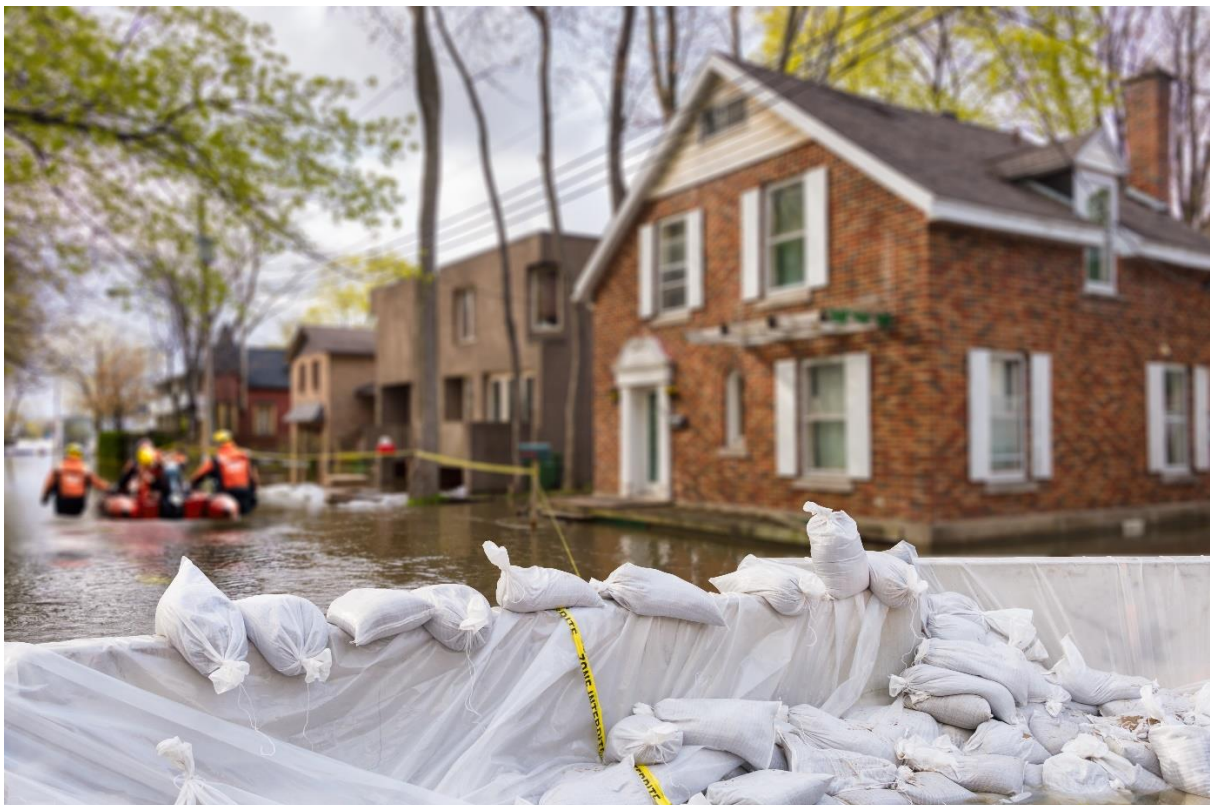


Studie

Impact Klimaanpassung

als Vorstudie zur zukünftigen praktischen Anwendung im Dialog mit Institutionen und als Handlungshilfe für regionale Akteure.



© Marc Bruxelle – iStock

Studie

Impact Klimaanpassung

als Vorstudie zur zukünftigen praktischen Anwendung im Dialog mit Institutionen und als Handlungshilfe für regionale Akteure.

Projektnummer

28652

Von

Oliver Lühr
Dr. Esther Dörendahl
Hanne Hagedorn

Im Auftrag der

Sozialforschungsstelle Dortmund (sfs)
ZWE Zentrale wissenschaftliche Einrichtung
der Technischen Universität Dortmund

Abschlussdatum

September 2018

Das Unternehmen im Überblick

Prognos – wir geben Orientierung.

Wer heute die richtigen Entscheidungen für morgen treffen will, benötigt gesicherte Grundlagen. Prognos liefert sie - unabhängig, wissenschaftlich fundiert und praxisnah. Seit 1959 erarbeiten wir Analysen für Unternehmen, Verbände, Stiftungen und öffentliche Auftraggeber. Nah an ihrer Seite verschaffen wir unseren Kunden den nötigen Gestaltungsspielraum für die Zukunft - durch Forschung, Beratung und Begleitung. Die bewährten Modelle der Prognos AG liefern die Basis für belastbare Prognosen und Szenarien. Mit rund 150 Experten ist das Unternehmen an acht Standorten vertreten: Basel, Berlin, Düsseldorf, Bremen, München, Stuttgart, Freiburg und Brüssel. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Unser Ziel ist stets das eine: Ihnen einen Vorsprung zu verschaffen, im Wissen, im Wettbewerb, in der Zeit.

Geschäftsführer

Christian Böllhoff

Präsident des Verwaltungsrates

Dr. Jan Giller

Handelsregisternummer

Berlin HRB 87447 B

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer

DE 122787052

Rechtsform

Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht; Sitz der Gesellschaft: Basel
Handelsregisternummer
CH-270.3.003.262-6

Gründungsjahr

1959

Arbeitssprachen

Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

Prognos AG

St. Alban-Vorstadt 24
4052 Basel | Schweiz
Tel.: +41 61 3273-310
Fax: +41 61 3273-300

Prognos AG

Domshof 21
28195 Bremen | Deutschland
Tel.: +49 421 5170 46-510
Fax: +49 421 5170 46-528

Prognos AG

Heinrich-von-Stephan-Str. 23
79100 Freiburg | Deutschland
Tel.: +49 761 766 1164-810
Fax: +49 761 766 1164-820

Weitere Standorte

Prognos AG

Goethestr. 85
10623 Berlin | Deutschland
Tel.: +49 30 5200 59-210
Fax: +49 30 5200 59-201

Prognos AG

Résidence Palace, Block C
Rue de la Loi 155
1040 Brüssel | Belgien
Fax: +32 280 89 - 947

Prognos AG

Nymphenburger Str. 14
80335 München | Deutschland
Tel.: +49 89 954 1586-710
Fax: +49 89 954 1586-719

Prognos AG

Schwanenmarkt 21
40213 Düsseldorf | Deutschland
Tel.: +49 211 913 16-110
Fax: +49 211 913 16-141

Prognos AG

Eberhardstr. 12
70173 Stuttgart | Deutschland
Tel.: +49 711 3209-610
Fax: +49 711 3209-609

info@prognos.com | www.prognos.com | www.twitter.com/prognos_ag

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund der Studie	1
2	LP 1: Synopse - Wirkungsabschätzungen von Anpassungsmaßnahmen und Indikatorik	3
2.1	Tabellarische Übersicht der untersuchten Studien	3
2.2	Von ökonomischen Kennzahlen zur Priorisierung von Maßnahmen	7
3	LP 2: Wirkungsabschätzungen für sechs Fallstudien	10
3.1	Methodik: Die Erstellung von Wirkungsgefügen	10
3.2	Indikatorik	12
3.3	Auswahl der Fallstudien	12
3.3.1	Fallstudie 1: Wanderausstellung "Wandernde Grünfläche" (Wesel)	14
3.3.2	Fallstudie 2: Gefahrenanalyse und Anpassung der Infrastruktur an Starkregen (Wesel)	15
3.3.3	Fallstudie 3: Klimaangepasste Stadtentwicklung: Öffentlicher Raum in neuen Baugebieten bzw. Aufwertung bestehender Straßenzüge (Soest) und Fallstudie 6: öffentliche und private Grünflächen fördern (Steinfurt)	16
3.3.4	Fallstudie 4: Veränderte Bodenbewirtschaftung in der Landwirtschaft: Drainage und Erosionsschutz (Soest)	17
3.3.5	Fallstudie 5: Bewusstsein bei den land- und forstwirtschaftlichen Akteuren schaffen (Steinfurt)	18
4	LP 3: Empfehlungen zur Handlungshilfe	19
4.1	Handlungsempfehlung 1: Auf vorhandenen Ressourcen aufbauen	19
4.2	Handlungsempfehlung 2: Auf regionale Zuständigkeiten fokussieren	20
4.3	Handlungsempfehlung 3: Zielgruppe erweitern und Hebelwirkungen nutzen	20
4.4	Handlungsempfehlung 4: Unterscheidung zwischen Maßnahmen und Instrumenten	21
4.5	Handlungsempfehlung 5: Strategische Fokussierung auf Effizienz und Effektivität	21
4.6	Handlungsempfehlung 6: Bottom-Up und Top-down ergänzen sich	22

5	Anhang 1: Kurzbeschreibungen der untersuchten Studien	23
5.1	Internationale Ebene und EU	23
5.2	Bundesebene	27
5.3	Landesebene	29
5.4	Lokale und regionale Ebene	30
5.5	Ergänzende Studien und Projekte	31
5.6	Impactabschätzungen der Versicherungswirtschaft	33
6	Anhang 2: Indikatorik	36
7	Ihre Ansprechpartner bei Prognos	40
	Impressum	41

1 Hintergrund der Studie

Der Klimawandel ist ein bedeutendes **Zukunftsthema**, zu dem es aktuell großen **Forschungsbedarf** gibt, insbesondere in der Beurteilung der Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen, um strategische Maßnahmen priorisieren zu können. Hierzu liegen bisher weder ausreichend fundierte Wirkungsmodelle, noch ausgeprägte Erfahrungswerte vor.

Die Abschätzung der Wirkungen und der konkrete Nutzen von Anpassungsmaßnahmen sind jedoch ausgesprochen **komplex** und somit schwer zu erfassen und zu modellieren. Insbesondere eine **ökonomische Bewertung** von Maßnahmen zur Entscheidungsfindung für einen nachhaltigen Politikmix stößt häufig (immer noch) an Grenzen, da es bisher **kaum Modelle** gibt, die die Aufgaben der kommunalen Daseinsvorsorge sowie des Bevölkerungsschutzes umfassend ökonomisch darstellen können.

Die angemessene Bearbeitung des Querschnittsthemas „Anpassung an den Klimawandel“ stellt insbesondere regionale Akteure und Kommunen in NRW vor große Herausforderungen in ihrer Anpassungsplanung und Daseinsvorsorgepflicht. Dies liegt zum einen an den stark **beschränkten Ressourcen** vieler Kommunen, zum anderen am **unterschiedlichen Kenntnisstand** sowie an der jeweiligen Bedeutung und Verortung des Themas „Klimafolgenanpassung“ in kommunalen Strukturen. Generell ist festzuhalten, dass die Bearbeitung einer solchen **Querschnittsaufgabe**, die die Verantwortungsbereiche zahlreicher Ämter tangiert (Gesundheit, Umwelt, Bau, Katastrophenschutz u.v.m.), eine enge und vertrauensvolle Kooperation erfordert, die insbesondere in großen Kommunen im Alltag kaum praktiziert wird und – auch politisch bedingt – nur schwer realisierbar ist.

Für kommunale Entscheidungsträger fehlt es insbesondere an einer Übersetzung bestehender Erkenntnisse in **praktisches Handlungswissen**, welches die konkrete Entscheidungsfindung in einem querschnittsorientierten Anpassungs-Ansatz befördert. Das „**Regionenprojekt**“, welches die TU Dortmund/Sozialforschungsstelle im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen bearbeitet, zielt deswegen darauf ab, regionale Handlungsmöglichkeiten in einer passenden Umsetzungsstrategie, vor allem in Abstimmung mit kommunalen und zivilgesellschaftlichen Akteuren, zu entwickeln. Die vorliegende Studie ist ein unterstützender Baustein des „Regionenprojekts“, damit die Entscheidungsfindung auf kommunaler Ebene besser informiert und transparent stattfinden kann.

Ziel dieser Studie ist es, die Wirkungszusammenhänge von Anpassungsmaßnahmen aufzuarbeiten und abzuschätzen, um die kommunale und regionale Ebene im Aufbau von Resilienz in Bezug auf den Klimawandel zu unterstützen. Die Wirkungsbetrachtung befähigt lokale Akteure die Herausforderungen **systematisch** zu erkennen und **reduziert den Komplexitätsgrad** sowie die Unsicherheit der Entscheidungen.

Durch diese **Transparenz** wird es möglich:

- Die Maßnahmenauswahl und Investitionen **gezielt** zu tätigen – im Hinblick auf Effizienz und Effektivität der Maßnahmen: Kommunen können die lokal-spezifischen Risiken adressieren, bei den größten Hebelwirkungen ansetzen und von positiven Nebeneffekten profitieren. Auch die strategische Abstimmung der verschiedenen Maßnahmen wird erleichtert, wie z.B. die

Verknüpfung von kurz- und langfristigen Maßnahmen oder von Instrumenten zur Planung und Sensibilisierung mit konkreten Maßnahmen.

- Maßnahmen gewinnbringend zu **modifizieren**: Da Konflikte im Vorhinein besser überblickt werden können, ist es möglich Lösungsideen schon in der Planungsphase mit einzubeziehen. Lernprozesse können somit vereinfacht oder ggf. sogar vorweggenommen werden. Nichtsdestotrotz sollte Anpassung aufgrund bestehenbleibender Unsicherheiten als iterativer Prozess verstanden werden, der sich wandelnde Umstände immer wieder neu einbezieht und Erfolge verstetigt.
- Die **Sichtbarkeit** der konkreten Wirkungen kann Anreize für pro-aktives Handeln in Bezug auf Klimaanpassung liefern: Neben einem qualitativen Überblick der Wirkungen sollen nach Möglichkeit auch zusätzlich ökonomische Kenngrößen, u.a. als Argumentationsgrundlage, zur Verfügung gestellt werden.

2 LP 1: Synopse - Wirkungsabschätzungen von Anpassungsmaßnahmen und Indikatorik

Um einen Überblick des bereits vorliegenden Wissens zu erarbeiten, wurde zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt, welches anschließend in praktisches Wissen für kommunale Akteure übersetzt werden kann. Tabelle 1 vermittelt einen Überblick, geordnet nach verschiedenen Raumordnungsebenen, über die als relevant erachteten Studien der Methodik und Indikatorik zur Wirkungsabschätzung für Klimaanpassungsmaßnahmen („Best-off“). Jeweilige Kurzbeschreibungen zu allen analysierten Studien finden sich im Anhang.

In Kapitel 2.1. sind Studien-übergreifende Ergebnisse und Methodik-Trends aufbereitet. Im Anschluss wird aufgezeigt, was darüberhinausgehend benötigt wird, um eine Wirkungsanalyse sowie eine Handlungshilfe für die kommunale Ebene ausarbeiten zu können.

2.1 Tabellarische Übersicht der untersuchten Studien

Die Recherche hat gezeigt, dass bisher keine der untersuchten Studien oder Projekte eine detaillierte Wirkungsanalyse von Klimaanpassungsmaßnahmen auf kommunaler Ebene beinhaltet. Wirkungsgefüge oder systematische Darstellungen verschiedener Effekte wurden im Kontext von kommunalen Klimaanpassungsmaßnahmen nicht gefunden, eine deskriptive Beschreibung der Wirkungen existiert nur vereinzelt. Häufig bieten die Studien allein methodisches Wissen zum Vorgehen für eine Wirkungsabschätzung von Maßnahmen, viele davon befassen sich mit dem Kosten-Nutzen-Verhältnis von Maßnahmen (vgl. Kapitel 2.2). Fallbeispiele auf lokaler oder regionaler Ebene sowie im deutschen Kontext gibt es diesbezüglich allerdings kaum. Fortgeschrittene Analysen finden sich zur Abschätzung von Klimawirkungen und Vulnerabilitäten (Impact). Indikatoren für das Monitoring von Maßnahmen sind vereinzelt vorhanden bzw. von Fallbeispielen aus der Literatur übertragbar auf die Fallstudien aus der Praxis. Zur systematischen Wirkungsabschätzung wurde deshalb die

Methodik zur Erstellung von Wirkungsgefügen aus der Entwicklungszusammenarbeit hinzugezogen.

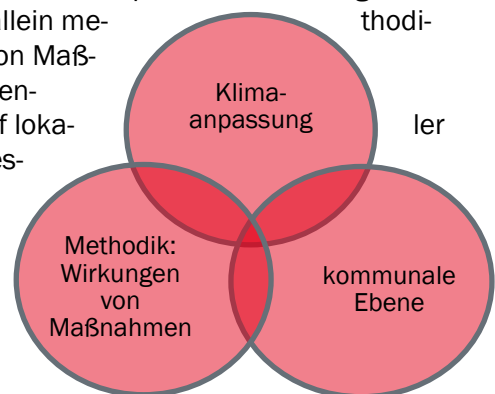


Abbildung 1: Übersicht über die für die Studie relevante Methodik, Themenfeld und Raumordnungsebene.

Aufgrund der fragmentierten Informationslage zu den ausgewählten Fragestellungen, ist eine eindeutige Systematisierung kaum möglich und die beauftragte Auswahl von drei Studien nicht zielführend. Stattdessen soll hier ein Überblick über eben diese Fragmentierung des Forschungsbereichs geboten und die jeweils relevanten Inhalte dargestellt werden.

Tabelle 1: Übersicht der untersuchten Studien

Akteur und Studientitel	relevante Inhalte für die Wirkungsanalysen in LP2
EU und Internationale Ebene	
EU: ECONADAPT (7. Forschungsprogramm), 2013-2016	Methodik von Kosten-Nutzen- / Kosten-Effektivitäts- / Risikoanalysen Trends um Unsicherheit und Komplexität zu begegnen: phasenweise Implementierung, low-regret-Maßnahmen, Analysen um flexible und robuste Entscheidungen zu treffen
EU: ClimateCost – Policy Briefings 2010 und 2011	Kosten und Nutzen der Anpassung, Zitierung von Studien auf nationalem Level: <ul style="list-style-type: none"> - UK Foresight Study (22-75 Mrd. Pfund für die nächsten 80 Jahre) - Überflutungen in den Niederlanden (0,9-1,6 Mrd. jährlich bis 2100), bis zu 10 Mrd. Euro 2010-2100 für die Anpassung verschiedener Sektoren in Schweden. Kennzahlen für Überflutungen auf EU Ebene sowie grobe Abschätzungen für verschiedene Länder
EU: Climate-ADAPT 2012	Überblick über Werkzeuge, z.B. Datenbank zu Kosten-Nutzen der Anpassung
EU: BaltCICA 2007-2013	Kosten-Berechnungs-Methodik – Fallbeispiel für Kopenhagen Machbarkeitsstudie von Maßnahmen – Fallbeispiel Klaipeda in Litauen
EU: MEDIATION WP3 2010	Methoden für sozio-ökonomische Bewertung von Anpassungsstrategien für Entscheidungen unter Unsicherheit
Schweiz: RiskPlan 2011	lokale Verortung von Impact Risiken, quantifizieren des Gesamtrisikos im betrachteten Raum vor und nach Schutzmaßnahmen (Kosten-Effektivität)
UK: UKCIP Fallstudien 2004	Fallbeispiele von Kosten für die landwirtschaftliche Bewässerung sowie das Transportsystem
UNFCCC 2011	Fallbeispiele für Kosten-Nutzen bis Multi-Kriterien-Analyse <ul style="list-style-type: none"> - UK: Management von Überflutung und Küstenerosion - Bolivien und Nepal: gesamtwirtschaftliche Ebene - Raumplanung in den Niederlanden (vgl. De Bruin et al. 2009)
Bundesebene	
BMBF: Projekt MONARES	Viele Indikatoren bezeichnen die Wirkung von Anpassungsmaßnahmen, nicht die nachgeordneten Wirkungen. Bei der Auswahl von Indikatoren sollte folgendes berücksichtigt werden: <ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkungen und kumulative Wirkungen - existierende und politisch akzeptierte Leitbilder (z.B. SDGs, Nachhaltigkeit) - Anschlussfähigkeit an planerische Konzepte im Auge zu behalten, wie z.B. an die UVP.
UBA: Monitoring der Deutsche Anpassungsstrategie 2015	97 Indikatoren für Monitoring auf nationaler Ebene (nicht öffentlich zugänglich): 55 für die Auswirkungen des Klimawandels (Impact-Indikatoren), 42 für Anpassungsmaßnahmen oder den Prozess (Response-Indikatoren), fünf handlungsfeldübergreifende Indikatoren
UBA: Tatenbank	Teilweise kurze Hinweise auf die geplanten Kosten der Maßnahme sowie auf die Konflikte in der Umsetzung

UBA 2012: Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland	Nationale Ebene, teils jedoch Daten von der lokalen Ebene akkumuliert für: <ul style="list-style-type: none"> - Freiluftschneise Stuttgart - Raumplanerische Vorsorge und technische Maßnahmen zum Hochwasserschutz der Elbe - Grüne Dächer für Düsseldorf Die Analyse erfasst Sterbefälle in monetären Werten. Rudimentäre Beschreibung zu Kosten-Nutzen zusätzlicher Beurteilungskriterien.
UBA 2015: Kriterien der guten Praxis	Beurteilungskriterien für die Auswahl von Klimaanpassungsmaßnahmen
UBA 2016: Anwendungen von Konzepten, Werkzeugen und Methoden der integrierten Risikobewertung – Entscheidungshilfen für Anpassung an den Klimawandel	Vulnerabilitäts-Indikatoren: Generische Sensitivität SOEP Daten auf Raumordnungsregionen, andere auf Kreisebene (NUTS-3) verfügbar
UBA 2017: Erfolgsfaktoren für die Förderung zur Anpassung an den Klimawandel	Kombination der Kriterien der guten Praxis (ab 2015) mit Resilienz-/Kommunikations-/Priorisierungs- und Wettbewerbskriterien für die Auswahl erfolgreicher Maßnahmen sowie mit einem Förderkriterienset. Hilfreich für den an die Wirkungsabschätzung anschließenden Schritt der Maßnahmenauswahl.
Landes- und kommunale Ebene	
NRW: dynaklim 2014	dynaklim Roadmap 2020: detaillierte Beschreibung von Instrumenten und Maßnahmen, die ineinandergreifen
KLIMZUG-NORD Hamburg 2009-2014	finanzielle Schadensabschätzungen und Anpassungskosten für einzelne Maßnahmen, z.B. Dachbegrünung, aber auch Teilaspekte der Maßnahmen, z.B. überflutete Keller; Abschätzungen durch Ergebnisse von Studien
Berlin: AFOK 2016	Wirkungsgefüge für Klimawirkungen Impact- und Response-Indikatoren für verschiedene Handlungsfelder
Baden-Württemberg: LUBW 2017	Impact- und Response-Indikatoren für verschiedene Handlungsfelder, detaillierte Beschreibung je Indikator
Sachsen-Anhalt: Gebhardt et al. 2011	Anpassungskosten für den Wasser- und Forstsektor, Abschätzung in anderen Handlungsfeldern wurde von den Autoren nicht als sinnvoll erachtet
Bochum: Klimaanpassungskonzept Jahr	Input-Kosten und Beschreibung von Chancen von Partizipations-Maßnahmen
Übersicht Wirkungslogiken und -Analysen (aus anderen Branchen)	
GIZ 2011	Methodik zur Entwicklung von Indikatoren bis zur Outcome/Zielebene anhand weltweiter Fallbeispiele Beispiele für Wirkungsketten, Logic Model of Outcome Mapping und Theories of Change (Im Anhang)

BMZ 2012	methodischer Leitfaden für die Konzeption und das wirkungsorientierte Monitoring von Projekten
GIZ 2013	Kosten-Nutzen und Priorisierungs-Methodik – Fallbeispiel Indonesien
GIZ (Hrsg.) 2015	Methodik zur Erstellung von Wirkungsgefügen
GIZ und UNIQUE forestry 2017 (im Auftrag des BMZ)	Methodik Kosten-Nutzen-Analyse – zwei Beispiel-Maßnahmen, Bambuszäune zur Mangroven Restaurierung sowie Wellenbrecher in Vietnam
University at Albany 2018	Übersicht der Werkzeuge und Software für die Modellierung von Systemdynamiken
Anderson o.J.	praktische Anleitung für die Entwicklung von „Theories of Change“
Versicherungsschäden	
Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (2017): Serviceteil zum Naturgefahrenreport 2017	Schadens-Chroniken der verschiedenen Ereignisse: durchschnittlich meist einige Tausende von Euros, wobei in den am meisten betroffenen Landkreisen auch durchschnittlich Hundert-Tausende Euros zusammenkommen können deutschlandweite Gefahrenkarte: bis 2018 sollen die lokalen Überschwemmungsrisiken durch Starkregen und die kritischen Niederschlagsmengen abbildbar sein
Münchner Rück	Versicherungsschäden für einzelne Wetterereignisse je Stadt 2014-2018 in Mio. US \$ und Toten Deutschlandweite Zahlen zu landwirtschaftlichen Frostschäden April / Mai 2017

2.2 Von ökonomischen Kennzahlen zur Priorisierung von Maßnahmen

Hinsichtlich der Methodik von Wirkungsabschätzungen hat sich in der Recherche herauskristallisiert, dass in früheren Studien meist die Analysen zum Kosten-Nutzen-Verhältnis von Maßnahmen überwogen. Da diese allerdings hinsichtlich der Komplexität des Themas Klimaanpassung nur eine begrenzte Aussagekraft aufweisen, gewannen mit der Zeit zusätzliche Bewertungskriterien zur Auswahl von Maßnahmen an Bedeutung.

Zahlreiche Studien zielen darauf ab mit Hilfe von **Kosten-Nutzen-Analysen** die Wirkung von Maßnahmen zu erfassen und Vergleichbarkeit zu schaffen. Die Kosten setzen sich dabei nicht nur aus Investitionskosten und laufenden Kosten zusammen, sondern auch aus den trotz Anpassungsaktivitäten verbleibenden Kosten (Schäden). Als Referenz für den Nutzen einer Maßnahme wird meist der voraussichtlich vermiedene Schaden angenommen, der allerdings auf lokaler oder regionaler Ebene selten erfasst ist und je nach Klimaveränderungen und sonstigen Einflüssen stark variiert. Kritisch gesehen werden kann auch die Erfassung von Gesundheitsproblemen oder Sterbefällen in monetären Werten.


Das komplexe, dynamische und interdisziplinäre Thema Klimaanpassung birgt nicht nur auf Seiten der Klimaveränderungen, die immer besser modellierbar sind, sondern vor allem auf Seiten der Anpassungsszenarien viele Unsicherheiten. In dieser Hinsicht ist die Aussagekraft von Kosten-Nutzen-Analysen, die häufig auf vielerlei Annahmen basieren und teilweise darauf angewiesen sind Daten von nationaler Ebene herunterzubrechen, begrenzt. Nebeneffekte und unterschiedliche Zeithorizonte der Maßnahmen, welche Wertentwicklungen für zukünftige Zeitpunkte beinhalten, sind Beispiele für solche Annahmen, die die Effekte und die Bewertung von Maßnahmen maßgeblich beeinflussen können.

Die Fokusverschiebung von Kosten-Nutzen-Analysen zu erweiterten Bewertungskriterien zur Maßnahmenauswahl:

In der untersuchten Literatur wird deshalb eine Fokusverschiebung deutlich von Kosten-Nutzen-Entscheidungen hin zu komplementären Bewertungskriterien und Prozessbegleitung für die Priorisierung von Maßnahmen. Das ökonomische Bewertungskriterium stellt somit nur noch ein Kriterium von vielen dar, das für die Auswahl von Maßnahmen berücksichtigt wird.

Eine häufig verwendete Möglichkeit, um mit Unsicherheiten umzugehen ist beispielsweise die Auswahl von Maßnahmen, die auch ohne Klimaauswirkungen höheren Nutzen als Kosten und positive Nebeneffekte mit sich bringen (low-regret). Das Umweltbundesamt hat in unterschiedlichen Studien (hier Stand 2017) weitere Bewertungskriterien zusammengestellt, um die Effektivität, also den Erfolg, von Maßnahmen abschätzen und beurteilen zu können.

1. Wirksamkeit (mindert das Risiko bzw. trägt dauerhaft zur Nutzung von Chancen bei)
2. Robustheit (gegenüber Klimaszenarien)
3. Nachhaltigkeit (bestmöglicher Ausgleich aller Interessen und umwelt- und sozialgerechte Entwicklung)
4. Flexibilität (mit verhältnismäßig geringen Kosten modifizierbar)
5. Finanzielle Tragbarkeit
6. Positive Nebeneffekte (auch ohne Klimaveränderungen)



Unter Unsicherheit und hoher Komplexität müssen diese traditionellen Werkzeuge zur Entscheidungsfindung ergänzt werden durch iterative Elemente, die zur Auswahl robuster, flexibler, sogenannter „low-regret“ Maßnahmen befähigen. (EU Forschungsprojekt MEDIATION, Del. 3.5)

7. Leuchtturmcharakter (umfasst die Aspekte: Verständlichkeit/Kommunizierbarkeit, Vorbildfunktion, Relevanz, Neuartigkeit/Innovation, Diffusion/Transfer)

Um Maßnahmen fundiert vergleichen und priorisieren zu können, ist es allerdings hilfreich ein besseres Verständnis, u.a. ihrer komplexen Wirkungen, zu erlangen. Die in dieser Studie erarbeiteten Wirkungsgefüge stellen ein solch vorbereitendes Instrument dar.

Iterative Implementierung von Maßnahmen als konstanter Lernprozess:

Abbildung 2 bietet eine Übersicht darüber, welche weiteren Werkzeuge aus der untersuchten Literatur an welcher Stelle im Politikprozess angewendet werden können. Die Abbildung ist angelehnt an den vom UBA 2015 vorgeschlagenen Politikzyklus, der berücksichtigt, dass Klimaanpassung aufgrund hoher Unsicherheiten ein konstanter Lernprozess sein muss. Wirkungsgefüge liefern auch im Schritt des Monitorings und der Evaluation einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von Indikatoren.

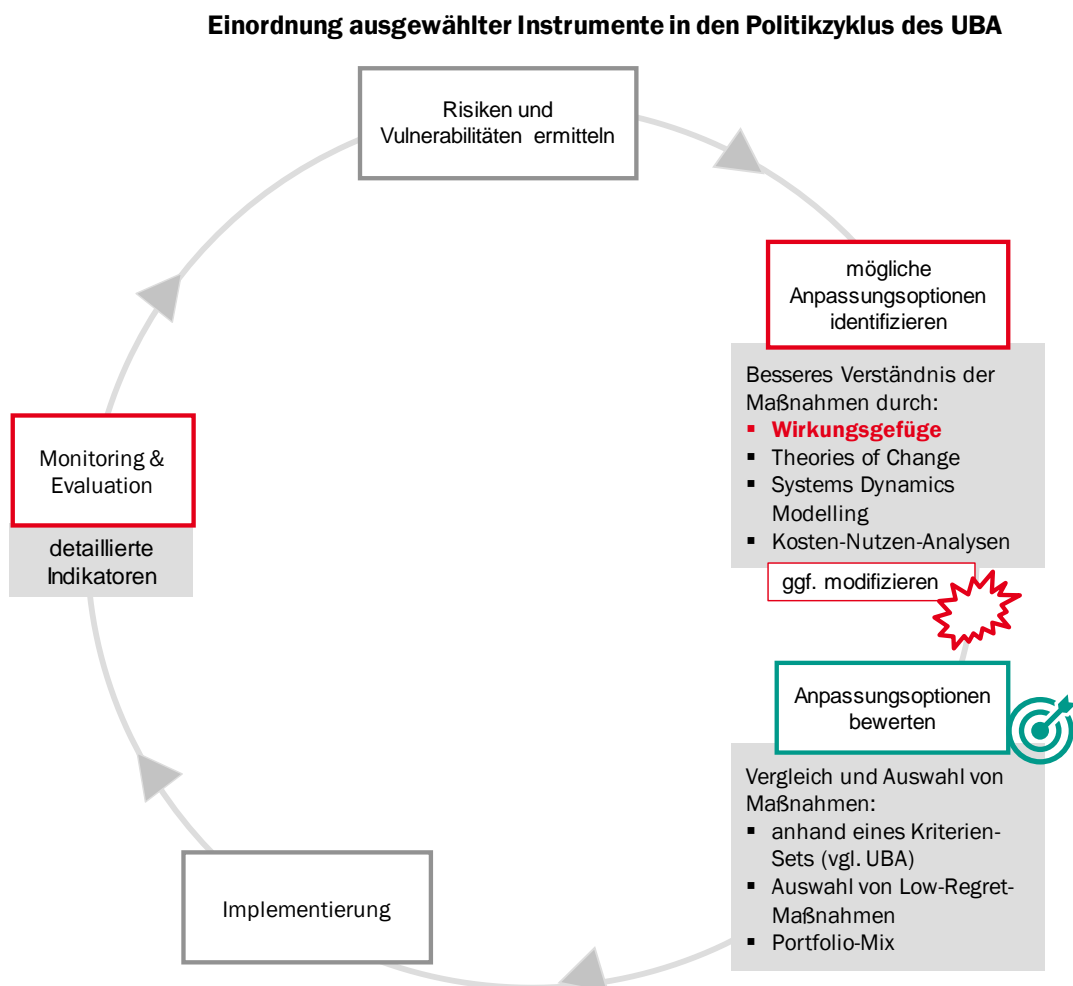


Abbildung 2: Einordnung der für die Studie ausgewählten Methodik der Wirkungsgefüge in den Politikzyklus (eigene Darstellung, angelehnt an UBA 2015)

In der untersuchten Literatur finden sich allerdings kaum Beispiele für Analysen von Maßnahmen die über Kosten-Nutzen hinausgehen, noch für entsprechende Priorisierungsprozesse. Stattdessen liegt der Fokus auf methodischen Fragestellungen und der Prozessgestaltung. Dies ist möglicherweise durch jeweils individuelle und kontext-bezogene Auswahlprozesse vor Ort zu erklären, oder aber durch den mit fundierten Analysen aufgrund hoher Komplexität verbundenem Aufwand. Die Bewertung von Maßnahmen kann bei mangelnden Ressourcen und personellen Kapazitäten durchaus auf Basis der subjektiven Einschätzung von Stakeholdern erfolgen, anstatt anhand von Analyseergebnissen, die jedoch auch fundiertere Ergebnisse liefern. Die Bereitstellung von leicht zugänglichen und anwendbaren Forschungserkenntnissen könnte somit ein tiefgreifenderes Verständnis der Maßnahmenwirkungen bei den kommunalen Akteuren ermöglichen und deren Priorisierungsprozesse unterstützen.

Anwendung von Wirkungsgefügen, einer Methodik aus der Entwicklungszusammenarbeit, auf Klimaanpassungsmaßnahmen

Verwendet werden Wirkungsgefüge bisher insbesondere im Bereich der Entwicklungspolitik. Ähnliche „Theories of Change“ oder Instrumente zur Systemmodellierung werden jedoch häufig auch in anderen Kontexten eingesetzt. Die Studienauswertung hat gezeigt, dass diese Art der Wirkungsanalyse bisher im Bereich der Klimafolgenanpassung nicht angewendet wird. Eine systematische Verschneidung innovativer Ansätze zur Wirkungsorientierung für das Handlungsfeld der Klimaanpassung zeigt hier somit ein völlig neues Forschungsfeld auf, welches aber voraussichtlich wertvolle Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel leisten kann.

Ziel von Wirkungsgefügen ist es dabei nicht mono-kausale Zusammenhänge herzustellen (dazu ist das Thema Klimaanpassung zu komplex), viel mehr sollen hypothetisch mögliche Beiträge zur Zielerreichung und Imitationseffekte übersichtlich und möglichst transparent dargestellt werden. Transparenz über die Systematik von Wirkungszusammenhängen und Nebeneffekten erleichtert wie oben erwähnt nicht nur die Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen, sondern vor allem auch das anschließende Wirkungsmonitoring der Maßnahmen. Detaillierte Wirkungsschritte und Nebeneffekte können dann mit einzelnen Indikatoren versehen werden.

3 LP 2: Wirkungsabschätzungen für sechs Fallstudien

In Leistungspaket 2 erfolgt die beispielhafte Aufarbeitung von Wirkungsabschätzungen anhand sechs ausgewählter Beispiele für drei Regionen mit Hilfe eines Bottom-Up-Ansatzes.

Als besonders wirksam wird eine Maßnahme eingestuft, wenn sie:

- a. effizient ist, das Verhältnis von Aufwand (Input) und Nutzen (Output) möglichst gering ist
- b. effektiv ist, also zielführend um klimaresiliente Strukturen zu ermöglichen.

Um die Wirkung der Maßnahmen trotz der Komplexität des Themas Klimaanpassung und zukünftiger Unsicherheiten für Kommunen bereits vor ihrer Umsetzung abschätzbar und erfassbar zu machen, werden in dieser Studie anhand der sechs Beispiele

- die **Wirkungsgefüge der Maßnahmen** im Hinblick auf ein Gesamtziel (z.B. „Resiliente Kommune“) sichtbar gemacht und
- **qualitative und quantitative Indikatoren** entwickelt, welche Grenzen und Möglichkeiten der Maßnahmenwirkung aufzeigen.

Der Schwerpunkt dieser Kurzstudie liegt auf der Abbildung der kurz- bis mittelfristigen direkten Nutzen auf Ebene der Zielgruppen (Outcomes) sowie entsprechender Indikatoren (auch Response-Indikatoren genannt). Mögliche langfristige, häufig indirekte, Wirkungen (Impacts) werden teilweise zwar exemplarisch aufgezeigt, für die Zuweisung einzelner Impact-Indikatoren bräuchte es allerdings eine Top-Down-Herangehensweise (ausgehend von durch Klimafolgen entstandenen Schäden), die allerdings ausführliche Forschungsarbeit erfordern würde.

3.1 Methodik: Die Erstellung von Wirkungsgefügen

Wirkungsstudien zum Klimawandel beziehen sich in der Regel auf die Folgen des sich (weiter) verändernden Klimas (Klimasignale), um das vorhandene Auftrettsrisiko / Vulnerabilitäten abzuschätzen. Bei der Erstellung eines Wirkungsgefüges, gibt das Risiko die Ziele/das Ziel vor, in diesem Fall das Ziel der „klimaresilienten Region“.

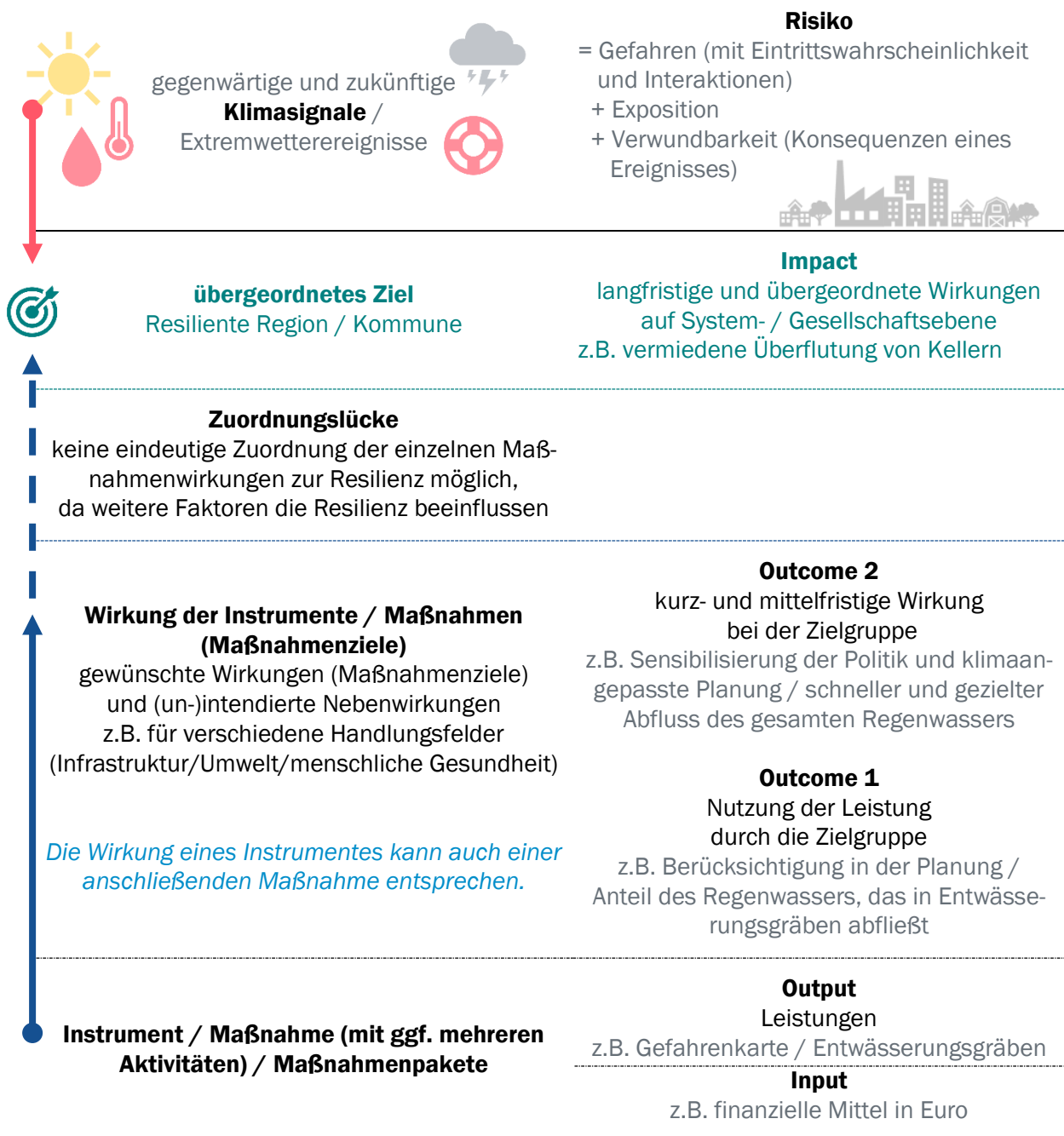
Zwischen dem Ziel und der Maßnahmenwirkung liegt allerdings die sogenannte „Zuordnungslücke“. Sie verdeutlicht, dass letztlich durch die verschiedenen Faktoren, die auf das Gesamtsystem einwirken, die Resilienz eines Systems nicht mono-kausal auf Einzelmaßnahmen zurückgeführt werden kann (vgl. Tabelle 1). Unterschiedliche Klimaauswirkungen sowie Wechselwirkungen verschiedener Maßnahmen sind Beispiel für solche Faktoren.

Auf Basis der Zuordnungslücke ist es zwar möglich vom Ziel ausgehend zu überlegen, welche Maßnahmenwirkungen gewünscht sind und wodurch sie erreicht werden können (Top-down-Ansatz). Um die Wirkung einzelner Maßnahmen abzuschätzen und die „Zuordnungslücke“ von unten möglichst weit zu schließen, ist es allerdings nötig die Maßnahmenwirkungen mit Hilfe eines Bottom-up-Ansatzes zu betrachten. Dabei sollten nicht nur der direkte Nutzen (Maßnahmenziele) festgelegt sowie unerwünschte (Wechsel-)Wirkungen bzw. Zielkonflikte analysiert werden, sondern auch mögliche Effekte ausgehend von der Leistung (Output) und einer möglichen Nut-

zung dieser Leistung durch die Zielgruppe betrachtet werden. Die Wirkungen werden i.d.R. „positiv“ formuliert, um den Gesamtüberblick der Zusammenhänge zu garantieren.

Viele der Wirkungen sowie die übergeordneten Ziele liegen nicht direkt im Verantwortungsbereich der Maßnahmen. Deshalb wird die sogenannte Systemgrenze (Verantwortungsbereich) definiert. Externe Faktoren sollten zwar im Blickfeld bleiben, bis wohin die Analyse greifen soll, vor allem in Bezug auf das Monitoring, muss allerdings zu Beginn geklärt werden. In diesem Zusammenhang ist es auch relevant die Zuständigkeiten der regionalen Ebene (vgl. Kapitel 3) mit zu beachten.

Tabelle 2: Systematik der verschiedenen Ebenen von Wirkungsgefügen



3.2 Indikatorik

Um die Wirkung einer Maßnahme nach ihrer Umsetzung nachverfolgen zu können, wurden zunächst die Indikatoren aus der Literatur zusammengetragen (vgl. Anhang 2). Die gefundenen Indikatoren sind bei weitem nicht vollständig, weder um damit die sechs Fallbeispiele ausreichend zu bestücken, noch um dies für die Gesamtanzahl und Vielfältigkeit der Maßnahmen in Klimaschutzkonzepten zu tun.

Da der Fokus der Evaluation auf den Outcomes liegt, sollte zu jeder Maßnahme ein Indikatoren-Set erarbeitet werden. Aufgrund der Zuordnungslücke ist es nicht möglich den Impact mit Resilienz-Indikatoren für einzelne Maßnahmen zu erarbeiten. Diese bilden den Gesamtzustand einer Kommune in Hinblick auf deren Resilienz ab und sind durch einen Top-Down-Ansatz zu ermitteln, der nicht Teil dieser Studie ist. Beispiele für Outcome-Indikatoren sind „Retentionsflächen (in m²)“ oder „Anzahl klimaresilienter Pflanzen“, während Impact-Indikatoren die verbleibenden Schäden trotz Anpassungsmaßnahmen indizieren wie „überschwemmte Keller“ oder „Anzahl von Baumschäden“. Diese sind wiederum leichter in Geldwerte zu übersetzen. Auch die Effizienz der Prozesse (Input-, Output-Indikatoren) ist entscheidend, um die Gesamtwirkung von Maßnahmen abzuschätzen, wird hier aber nicht primär betrachtet werden.

Indikatoren dienen dazu den Kommunen die Spanne an Möglichkeiten und Grenzen der Anpassungsmaßnahmen aufzuzeigen. Als Baseline des Wirkungsmonitorings dient die Bestimmung der Indikatoren am Zeitpunkt vor der Anpassungsmaßnahme (t₀), als Vergleichszeitpunkt die Evaluation nach der Umsetzung der Maßnahme (t₁). Anschließend an das Monitoring sollten die verbleibenden Risiken und Barrieren sowie deren Gründe erneut in die Maßnahmenauswahl mit einfließen und Wirksamkeitsdefizite behoben werden.

3.3 Auswahl der Fallstudien

Im Rahmen des „Regionenprojektes“ der TU Dortmund haben die verschiedenen Akteure in den Kreisen Wesel, Soest und Steinfurt in einem ersten Workshop vor Ort Maßnahmen erarbeitet sowie Themenfelder priorisiert. In einem zweiten Workshop wurden anschließend daraus zwei Maßnahmen zur exemplarischen Wirkungsabschätzung in dieser Studie ausgewählt. Die in den Workshops entwickelten Maßnahmen werden hier nochmal in Instrumente und Maßnahmen unterschieden, wobei es sich in der Auswahl sogar meist um Pakete verschiedener Instrumente oder Maßnahmen handelt. Das Umweltbundesamt (2015) unterscheidet wie folgt:

Eine **Maßnahme** ist eine „Handlung, die einem Anpassungsziel im obenstehenden Sinne dient, also auf die Verminderung negativer Folgen des Klimawandels bzw. das Nutzen von mit dem Klimawandel verbundenen Chancen abzielt.“

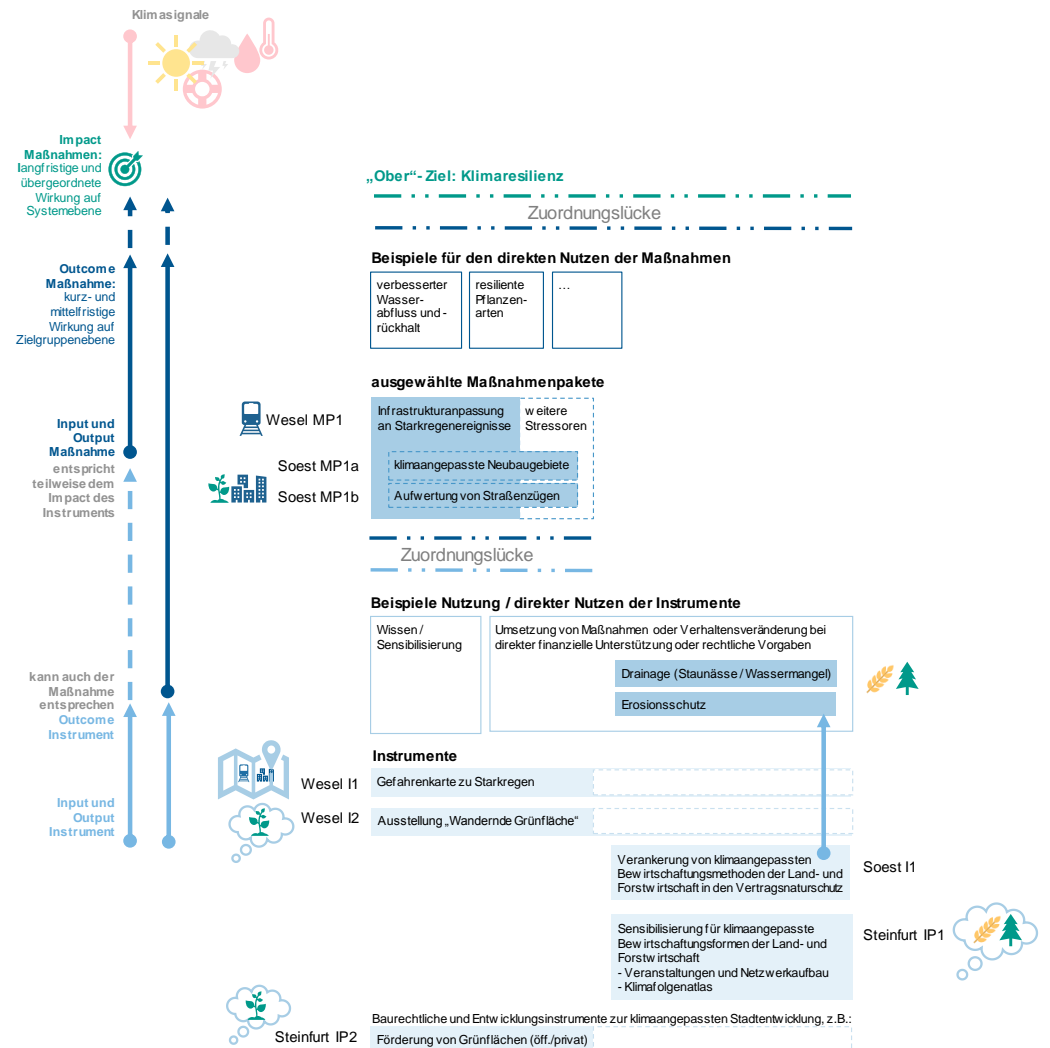
Ein **Instrument** umfasst die „Einwirkungsmöglichkeit des Staates, z.B. um Anpassungsmaßnahmen vorzuschreiben, zu regulieren, zu initiieren oder Anreize dafür zu schaffen“

Je nach konkreter Definition der Maßnahmen bzw. der Instrumente entsprechen die gleichen Aspekte jeweils anderen Ebenen. Für eine detailliertere Wirkungsanalyse sollten die Bündel zunächst genauer definiert und ggf. jeweils einzeln betrachtet werden. In den Fällen, in denen Instrumente und Maßnahmen aufeinander aufbauen, wurden sie zusammen betrachtet, um die Zusammenhänge zu verdeutlichen (vgl. Fallstudien 2 und 3/6). So kann z.B. der Impact eines Instruments der Umsetzung von Maßnahmen (Output) entsprechen.

Tabelle 3: Übersicht über die ausgewählten Maßnahmen

Kreis	Maßnahme	Handlungsfeld	Handlungsebene
1 Wesel	Wandernde Grünfläche	übergreifend	Instrument
2 Wesel	- Gefahrenanalyse - Anpassung der Infrastruktur an Starkregen	Starkregen	Instrument Maßnahmenpaket
3 Soest	Klimaangepasste Stadtentwicklung: - öffentlicher Raum in neuen Baugebieten - Aufwertung Straßenzug	übergreifend	Maßnahme(n)-paket
4 Soest	Verankerung von erosions-schützender Bodenbewirtschaftung und Drainage in der Landwirtschaft in den Vertragsnaturschutz	Starkregen, Trockenheit	Instrument
5 Steinfurt	Sensibilisierung für klimaangepasste Bewirtschaftungsformen der Land- und Forstwirtschaft - Klimafolgenatlas - Veranstaltung - Netzwerk aufbauen	übergreifend	Instrumentenpaket
6 Steinfurt (mit 3)	Förderung von öffentlichen und privaten Grünflächen	übergreifend	Maßnahmenpaket

Abbildung 3: Übersicht der ausgewählten Instrumenten- und Maßnahmenpakete aus den verschiedenen Regionen



3.3.1 Fallstudie 1: Wanderausstellung „Wandernde Grünfläche“ (Wesel)

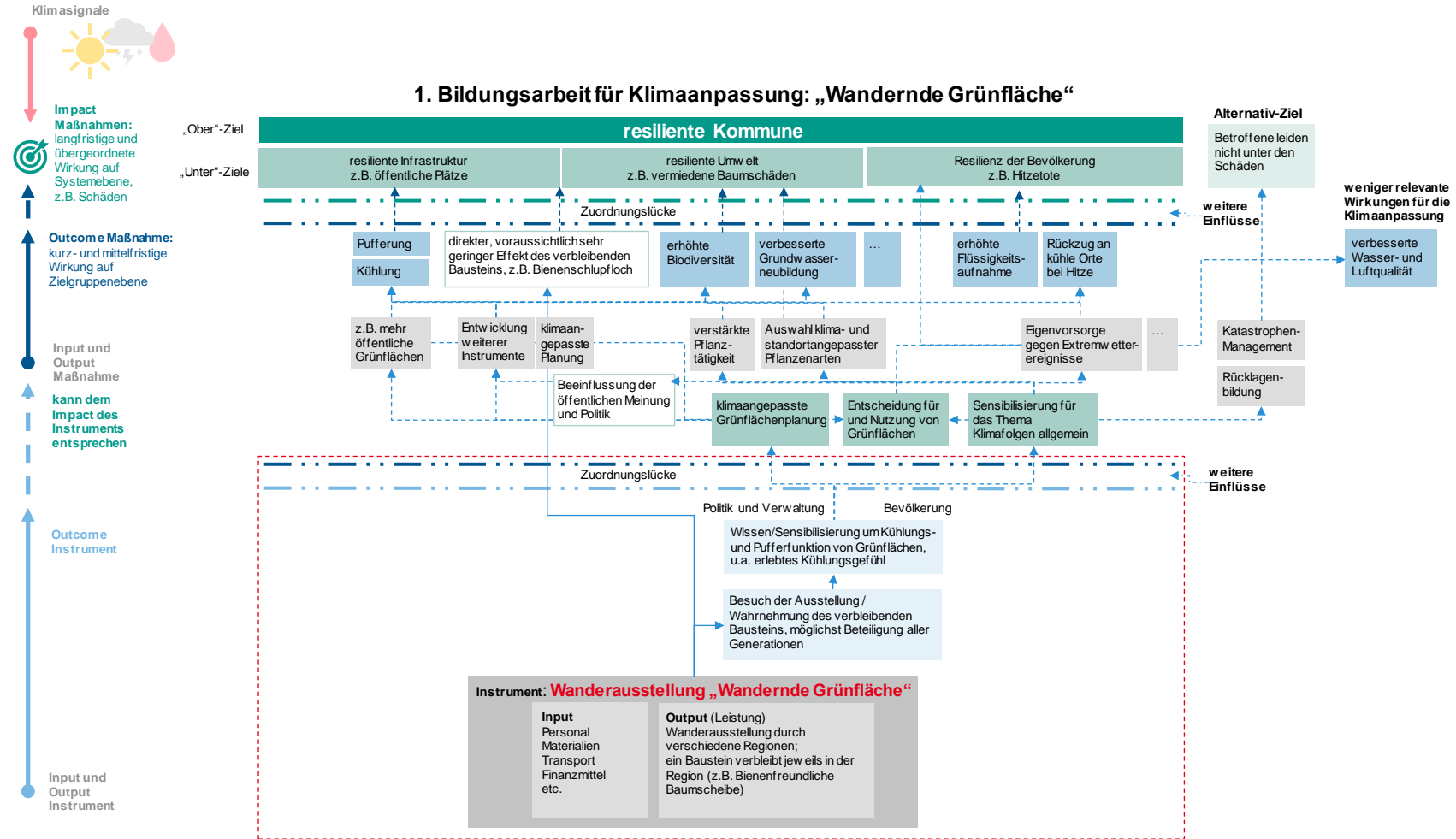


Abbildung 4: Die Ausstellung einer Grünfläche „zum Anfassen“ soll durch alle beteiligten Kommunen wandern und z.B. auf Schulhöfen aufgestellt werden. Ein Baustein verbleibt jeweils vor Ort, z.B. eine Bienenfreundliche Baumscheibe. Da es sich um eine Sensibilisierungs- und Bildungsmaßnahme handelt, sind konkrete Handlungen oder Maßnahmen, die daraus entstehen könnten, als Impact des Instrumentes zu betrachten, dessen möglicher Beitrag zur Klimaresilienz wiederum hinter einer zweiten Zuordnungslücke liegt. Zu überlegen wäre dementsprechend, ob die Kampagnenarbeit mit anschließenden Maßnahmen oder weiteren Anreizen gekoppelt wird, um das Potenzial zur Sensibilisierung der Bevölkerung größtmöglich auszuschöpfen.

3.3.3 Fallstudie 3: Klimaangepasste Stadtentwicklung: Öffentlicher Raum in neuen Baugebieten bzw. Aufwertung bestehender Straßenzüge (Soest) und Fallstudie 6: öffentliche und private Grünflächen fördern (Steinfurt)

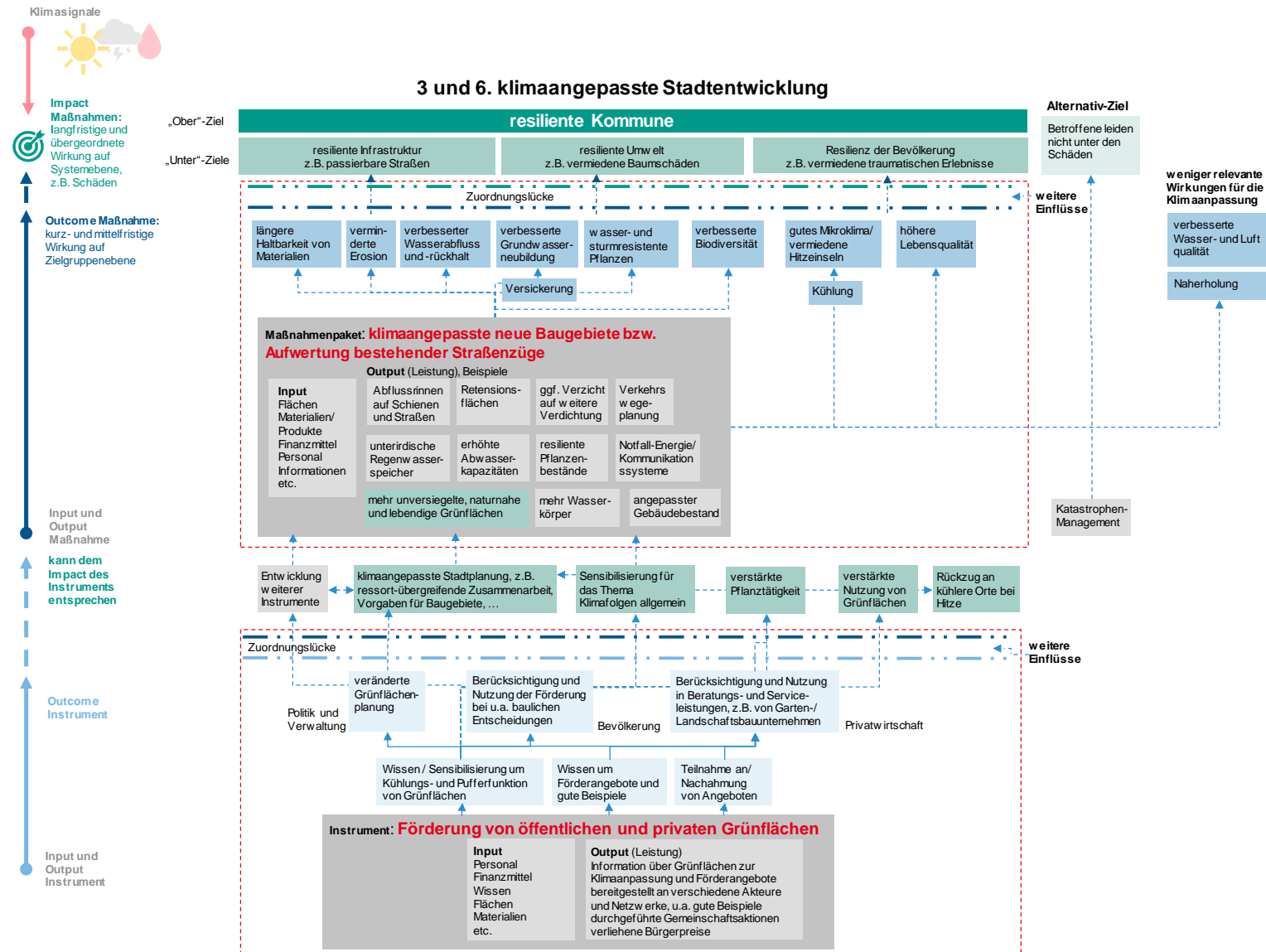


Abbildung 6: Die Förderung von öffentlichen und privaten Grünflächen kann als ein Baustein dienen, der zu einer klimaangepassten Stadtplanung oder Sensibilisierung der Bevölkerung beiträgt, und dann bspw. in die Um- bzw. Neugestaltung von Räumen verstärkt mit einbezogen wird. Auch hier ist es jedoch wichtig im Blick zu behalten, dass konkrete Handlungen erfolgen müssen, um das Oberziel der resilienten Kommune zu erreichen.

3.3.4 Fallstudie 4: Veränderte Bodenbewirtschaftung in der Landwirtschaft: Drainage und Erosionsschutz (Soest)

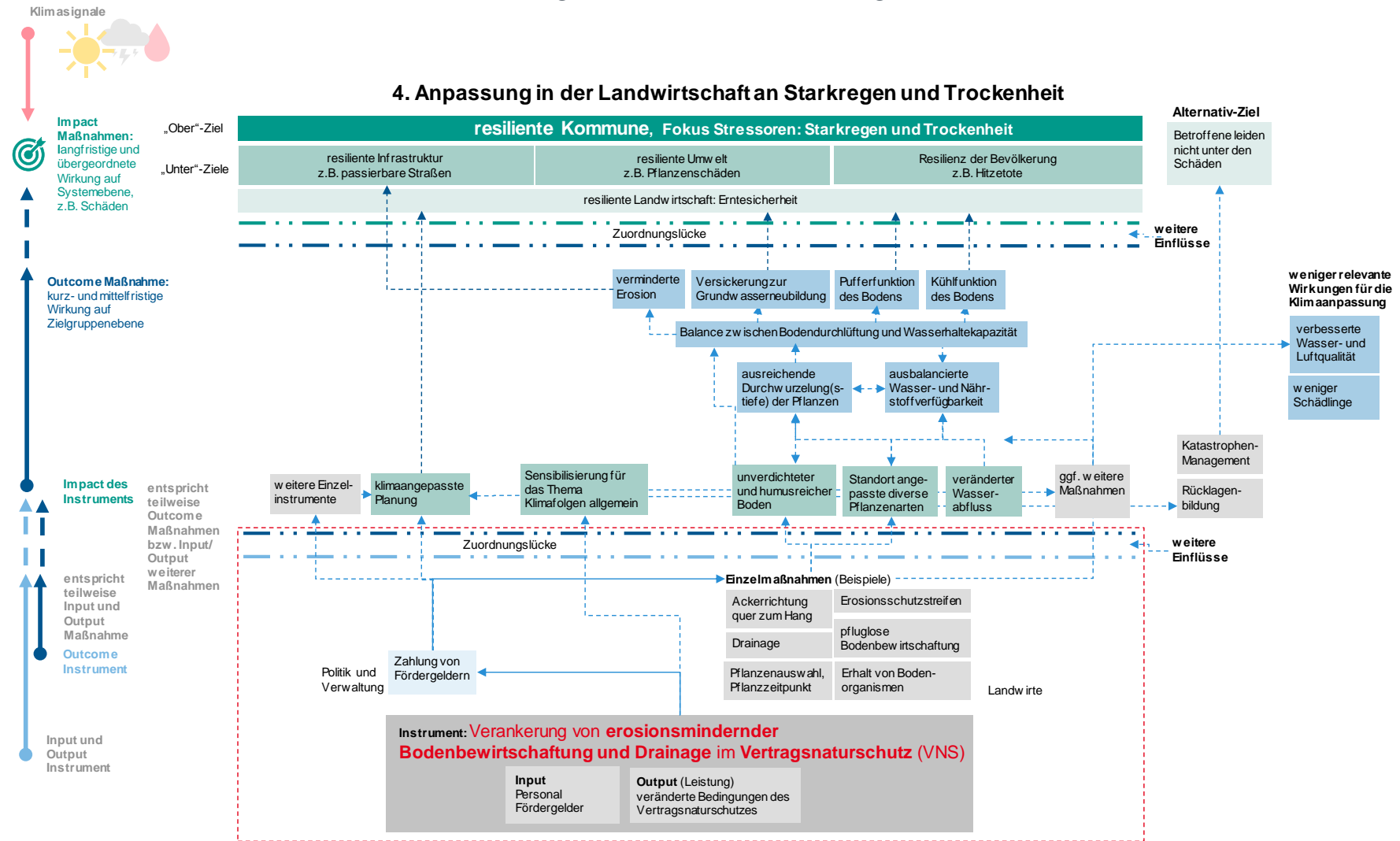


Abbildung 7:

In Bezug auf die Anpassung in der Landwirtschaft liegt die Hauptverantwortung bei den Landwirten. Die Verankerung von Maßnahmen im Vertragsnaturschutz scheint ein gutes Instrument zu sein, um an diese Eigenverantwortung zu appellieren bzw. diese zu unterstützen, da die Auswirkungen in Bezug auf das Oberziel Resilienz direkter sind als bspw. bei Instrumenten zur Sensibilisierung. Die Umsetzung von Maßnahmen liegt hier noch vor der Zuordnungslücke. Gleichwohl bedarf es auch breitenwirksamer Sensibilisierung, damit die Landwirte das Thema in die Risikoversorge integrieren können.

4 LP 3: Empfehlungen zur Handlungshilfe

Die Erstellung einer Handlungshilfe für den Bereich der Impactabschätzung ermöglicht es, die regionalen und kommunalen Akteure so zu befähigen, dass sie eigenständig eine systematische Impacteinschätzung durchführen können. Durch die dezidierte Auseinandersetzung mit den Wirkungsgefügen entsteht Transparenz um in qualitativer als auch quantitativer Hinsicht fundierte Auswahlentscheidungen zu treffen.

Bei der Erstellung einer solchen Handlungshilfe sollten die folgenden Empfehlungen einfließen.

4.1 Handlungsempfehlung 1: Auf vorhandenen Ressourcen aufbauen

Akteurskonstellationen und Kontext sind als Prozessbasis unerlässlich.

Im Prozess der Maßnahmenentwicklung wurde deutlich, dass Fachwissen zum Thema Klimaanpassung in den Beispiel-Regionen zwar bei Einzelakteuren vorhanden ist, die fach- und akteursgruppen-übergreifende Arbeit und Umsetzung jedoch noch am Anfang steht bzw. in den Workshops erstmals erfolgt ist, sodass beispielsweise die Integration von Klimaanpassung in die Bauleitplanung häufig noch nicht erfolgt ist.

Gesellschaftliche Konflikte spiegelten sich auch im Prozess wider, wie zum Beispiel die Frage nach Verantwortungsübernahme der Landwirtschaft. Während viele Akteure die Landwirte in der Pflicht sahen, u.a. ihre Praxis der Bodenbewirtschaftung zu verändern, wurde auch der bestehende wirtschaftliche Druck und die im Vergleich zur Forstwirtschaft kürzeren Planungszyklen in der Diskussion berücksichtigt.

- Stakeholderanalyse (Verwaltung, Zivilgesellschaft, Wirtschaft)
- Stakeholderanalyse (Kommunal- Kreisverwaltung, Kommunal- Kreispolitik)
- Strategien und Prozesse

Entscheidend ist somit nicht nur wer an der Entwicklung der Maßnahmen wie beteiligt ist, sondern auch wie auftretende Konflikte mediiert werden können. Wirkungsgefüge bieten Transparenz über Wege, die zwar unterschiedlich sein können, aber (bestenfalls) zum gemein entwickelten Ziel (**Vision**) führen. Auch durch den systemischen Überblick über verschiedene Wirkungen können betroffene Bereiche sichtbar gemacht und **Verständnis** für unterschiedliche Interessen hervorgerufen werden. Wenn die Aufbereitung der Wirkungsgefüge und Anpassung der Terminologie zielgruppen- und kontextspezifisch erfolgt, greifen möglicherweise auch die Argumente besser, die die Relevanz von Klimaanpassung verdeutlichen. Sie können dann Orientierungswissen bieten und aufzeigen *wie* etwas gemacht werden sollte, was sowieso passiert. Positiv-Beispiele für gelungene Anpassungsmaßnahmen, die Schäden vermieden haben, können helfen die Akteure für Klimaanpassung zu motivieren. Mit einer Top-Down-Abschätzung kann auch der Nutzen von Maßnahmen kommuniziert werden, statt allein über die Kosten zu diskutieren.

Zu hinterfragen ist ebenso, ob die Vorschläge und Ideen im Zuständigkeitsbereich der Landkreise (vgl. Handlungsempfehlung 2) liegen und inwiefern sie wirklich als Austauschplattform für Kommunen dienen. Häufig schließen sich kommunale Gruppen eher themenspezifisch zusammen, wenn ein Anlass geboten ist und z.B. der „Leidensdruck“ groß genug ist.

4.2 Handlungsempfehlung 2: Auf regionale Zuständigkeiten fokussieren

Maßnahmen, die zur Auswahl stehen, sollten an den Verantwortungsbereichen der regionalen Ebene ausgerichtet sein und Synergieeffekte nutzen.

Zuständigkeiten der regionalen Ebene: Zur kommunalen Ebene gehören in Deutschland sowohl die Gemeinden als auch die Landkreise. Das „Regionenprojekt“ betrachtet die gemeindeübergreifenden Maßnahmen auf Ebene der Landkreise.

Diese sind vom Gesetzgeber verpflichtet sogenannte „**überörtliche Aufgaben**“, also gemeindeübergreifende Maßnahmen, wahrzunehmen. Entscheidungsfreiheit bleibt ihnen allein in der Art und Weise der Aufgabenwahrnehmung.

- Kreisstraßen und Nahverkehrsbetriebe
- Bau- und Gewerbeaufsicht
- Straßenverkehrszulassung
- Abfallwirtschaft: Beseitigung und Verwertung von häuslichem Abfall, die Einrichtung von Deponien oder Recycling-Anlagen.
- Wasserwirtschaft (Zweckverbände, Einzugsgebiete)
- Kreiskrankenhäuser und Rettungsdienste
- Katastrophenschutz
- Schutz der Umwelt und Unterhalt von Naturparks
- Sozialleistungen (Sozial-, Alten- oder Jugendhilfe)
- Wirtschaftsförderung, Kreissparkassen
- Unterhaltung von Kultureinrichtungen (allgemeinbildende Schulen, Volkshoch- und Musikschulen, Museen, Fahrbibliotheken oder Bildstellen)

Impactindikatoren sollten einen direkten Bezug zum regionalen Haushalt aufweisen. Wenn dies gelingt, wenn also der Outcome bzw. Impact von Anpassungsmaßnahmen über ökonomische Indikatoren und Kennziffern abgebildet wird, können diese direkt in Prozesse der regionalen Entscheidungsfindung einfließen (Kreistag bzw. zuständige Ausschüsse).

Hinzu kommt die **Ausgleichs- und Ergänzungsfunktion** der Kreise in ihrem Gebiet zur finanziellen Unterstützung von Projekten in kleineren und finanzschwächeren Gemeinden sowie zur Sicherung von kommunalen Angeboten, die mit dem Großstädtischen vergleichbar sind (Deutscher Landkreistag Online 2018).

4.3 Handlungsempfehlung 3: Zielgruppe erweitern und Hebelwirkungen nutzen

Im regionalen Anpassungssystem sollen begleitende Akteure adressiert werden um Hebelwirkungen zu erzielen.

Die kommunalen und regionalen Gebietskörperschaften leiden unter mangelnden Ressourcen und Personal (Eigenanteile zur Nutzung bestehender Förderangebote), allerdings stellt auch das nötige Know-how häufig eine Hürde für Klimaanpassungsaktivitäten dar. Die Unterstützung von regionaler Ebene sollte deshalb Hebelwirkungen nutzen für die Aktivierung der privaten Haushalte sowie der wirtschaftlichen und institutionellen Akteure und in den jeweiligen Gemeinden aktivieren. Das können beispielsweise Gesetzesvorgaben sowie Informationen zur **Eigenvorsorge** oder zur Integration in Beratungsangeboten und die entsprechende finanzielle Förderung sein. Auch Versicherungen haben Beratungsangebote und maßgeschneiderte Produkte für Klimafolge-

schäden. Beispielsweise fehlt vielen Landwirten das Wissen darüber, dass auch Sturmschäden durch Hagelschadenversicherungen abgedeckt sind.

Gleichzeitig geht Klimaanpassung mit geringeren Investitionskosten einher, wenn die geplanten und **sowieso** notwendigen Maßnahmen die Herausforderungen eines veränderten Klimas berücksichtigen. Das Thema Klimaanpassung fördert langfristige Planungshorizonte, wenn zukünftige Schäden adressiert werden sollen. Eine vorausschauende Perspektive bietet die Möglichkeit Konflikte und **Pfadabhängigkeiten** zu verhindern und stattdessen Investitionen strategisch zu tätigen. Wenn zukünftige Pufferkapazitäten der Versicherungen mit einbezogen werden in die Planung, wird auch die Notwendigkeit zum Handeln noch deutlicher.

4.4 Handlungsempfehlung 4: Unterscheidung zwischen Maßnahmen und Instrumenten

Relevant ist es stets, zwischen den verschiedenen Ebenen zu trennen bzw. explizit zu unterscheiden zwischen politischen Instrumenten, Umsetzungsmaßnahmen und Wirkungen. Neben dieser Unterscheidung muss das Vokabular auch adressatengerecht gewählt werden.

- Politische Instrumente (auch Befähigungsmaßnahmen genannt) werden beispielsweise zur Bildung und Sensibilisierung genutzt, um Verhaltensveränderungen bei anderen Akteuren hervorzurufen, oder um dies durch gesetzliche Vorschriften zu bestimmen.
- Konkrete Umsetzungsmaßnahmen hingegen tragen bestenfalls direkt zur Erhöhung der Resilienz gegen den Klimawandel bei.

Eine **Kombination** beider Maßnahmentypen ermöglicht es im Vorhinein erzielte Erkenntnisse für anschließendes effektiveres Handeln zu nutzen (UBA 2015). Es wird somit empfohlen die Planung zyklisch anzugehen und mit jedem Zyklus von Planung – Implementierung und Monitoring – die Konzeptanpassung weiter zu verbessern (Adaptive Management Zyklen, SAM (Strategic Adaptive Management)). Für die Priorisierung von Maßnahmen sollten Instrumente und Maßnahmen nicht miteinander, sondern nur untereinander, verglichen werden. Auch die Indikatorik ist entsprechend unterschiedlich.

4.5 Handlungsempfehlung 5: Strategische Fokussierung auf Effizienz und Effektivität

Die Outcomes einer Maßnahme sind eine von mehreren Beiträgen zur Resilienz (Impact). Die Zuordnungslücke verhindert deshalb eine eindeutige Impactabschätzung mit Hilfe des praktizierten Bottom-Up-Ansatzes. Für jede Maßnahme muss ebenso in Frage gestellt werden, ob das **Ziel der Resilienz wirklich erreicht** wird.

Dies gilt insbesondere für solche Instrumente, auf die nicht zwangsläufig Umsetzungsmaßnahmen folgen müssen oder Wirkungen langfristig erfolgen (z.B. Sensibilisierung). Zu beachten ist, dass Klimaanpassungsmaßnahmen häufig Teil von dem sind, was sowieso gemacht wird, beispielsweise wenn das Thema in der Bauleitplanung verankert ist, und es somit an Sichtbarkeit der Wirkung fehlt.

Die Schwierigkeiten in der Bestimmung der Wirkungen entsteht auch dadurch, dass diese rein auf Hypothesen basieren und nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Gesamtsystem betrachten. Es wird zwar davon ausgegangen, dass ein Pfad immer Imitationen/**Nachahmungseffekte** hinter-

lässt, aufgrund der Multi-Kausalität und Komplexität bestehen jedoch letztlich zwischen allen Schritten der Wirkungsketten kleine Zuordnungslücken.

Neben der Effektivitätsbetrachtung sollte deshalb auch die **Effizienz** von Maßnahmen einbezogen werden, die beispielsweise zur Umsetzung von Maßnahmen führen kann, die zwar nur einen kleinen Beitrag zur Resilienz leisten, allerdings auch leicht umzusetzen sind und somit unproblematisch im kommunalen Haushalt verankert werden können

4.6 Handlungsempfehlung 6: Bottom-Up und Top-down ergänzen sich

Notwendigkeit der Verschneidung partizipativer Bottom-Up mit impactorientierten Top-Down Ansätzen

Die Wirkungsanalyse wird in dieser Studie für bereits ausgewählte Maßnahmen durchgeführt, um den direkten Nutzen der Maßnahmen sichtbar zu machen, aber auch um mögliche Effekte und Konflikte in Bezug auf Klimaanpassung einer einzelnen Maßnahme abzuschätzen (Bottom-Up). Entgegen der gewöhnlichen Vorgehensweise für Wirkungslogiken, die vom Ziel ausgehend abgeschätzt werden (Top-Down), wurde eine maßnahmenorientierte Impactabschätzungen gewählt, die **an die Realität und Expertise in den Regionen/Kommunen anknüpft**. Ziel ist dann nicht zwangsläufig die regionale Resilienz, sondern bspw. eine Sensibilisierung zu Anpassungsthemen.

Instrumente und Maßnahmen werden bei einer partizipativen Maßnahmenauswahl im Bottom-Up-Ansatz nicht immer strategisch ausgewählt, um Resilienz möglichst bald und effizient zu erreichen. Eine Handlungsfeldübergreifende Betrachtung ist sinnvoll, da sich Wirkungen überschneiden, aufeinander folgen oder auch gegenseitig beeinflussen (siehe Wirkungsgefüge).

Im Rahmen einer systemischen Denkweise, sollte auch vom Ziel ausgegangen werden, um den richtigen Maßnahmen-Mix zu erreichen und anhand von Effektivität zu **priorisieren** (zum Beispiel mit Hilfe des Kriterienkatalogs des UBA 2015 / 2017).

Ein Top-Down Ansatz adressiert nicht nur die Führungsebene (u.a. Landräte) und die Organisationsstruktur entsprechend der Frage „Wer muss was davon in den Fachbereichen tun, um das Ziel zu erreichen / sich auf die Stressoren vorzubereiten?“. Eine solche Herangehensweise bzw. die **Kommunikation vermiedener Schäden** bietet den Kommunen auch die Möglichkeit die Erfolge für die Bürger*innen und den kommunalen Haushalt darzustellen.

Insgesamt sollten daher Top-Down und Bottom-Up Ansätze parallel angewendet werden, um so die beschriebene „Zuordnungslücke“ (LP2) in die Zange zu nehmen und Unsicherheiten zu verringern. Diese zwei komplementären Herangehensweisen arbeiten im **Gegen-Strom-Prinzip** und verbinden Effizienz und Effektivität:

Auch zur Abschätzung der Schäden (Impacts) ist die Datenlage mangelhaft. Es ist zu prüfen, ob durch eine Herunter-Skalierung von nationalen Kennzahlen auf die regionale Ebene robuste Abschätzungen geleistet werden können. Ob z.B. für die Abschätzung der entstandenen Kosten durch Schäden am Schienennetz einer Region, der Anteil der Region am deutschlandweiten Netz mit den entstandenen Kosten auf nationaler Ebene verschnitten werden kann. Für Daseinsvorsorge-Funktionen, wie z.B. die Trinkwasseraufbereitung, könnten möglicherweise auch Bevölkerungszahlen in Betracht gezogen werden.

5 Anhang 1: Kurzbeschreibungen der untersuchten Studien

5.1 Internationale Ebene und EU

EU: Anpassungsstrategie

Im April 2013 hat die EU ihre [Anpassungsstrategie](#) an die Folgen des Klimawandels mit dem Ziel veröffentlicht die Anpassungsaktivitäten auf allen Regierungsleveln zu stärken und europaweit verbessert zu koordinieren. Sie befindet sich seit 2016 im Evaluationsprozess, der Ende 2018 abgeschlossen sein soll.

EU: LIFE - das EU-Finanz-Instrument für Umwelt, Naturschutz und Klimaaktionsprogramme

Mit dem EU-Umweltprogramm LIFE wurden seit 1992 über 4000 Projekte europaweit finanziert. Zur neuen Förderperiode 2014 - 2020 (fünfte Programmgeneration) wurde das Programm mit einem Budget von über [3,4 Milliarden Euro](#) neu aufgelegt.

Auswahl relevanter Projekte:

- [Klimaanpassung](#) ist einer von drei Fokusbereichen, zu dem auch das Projekt „[LIFE LOCAL ADAPT](#)“ gehört mit einem Gesamtvolumen für 2016 bis 2021 von [3,1 Mio. Euro](#) (EU Förder-summe 1,8 Mio.). Das Projekt unterstützt kleine und mittlere Kommunen dabei Klimaanpassung in ihre Arbeit zu integrieren. Dabei soll ihnen Zugang zu aktuellen Forschungsergebnissen und wissenschaftlicher Expertise geboten werden.
- Die TU Dresden ist [Projektkoordinator](#). Für Deutschland ist die Region Sachsen ausgewählt worden.
- Im Arbeitspaket der [Vorbereitungsmaßnahmen](#) werden lokale Risiko- und Vulnerabilitätsbewertungen als notwendige Instrumente zur Entscheidungsfindung und Priorisierung genannt. Als [Projektbausteine](#) für Sachsen sind Gespräche mit Kommunen, Wettbewerbe, Öffentlichkeitsarbeit sowie das Onlineportal [REKIS Kommunal](#) vorgesehen. Dieses befindet sich in der Entwicklung, soll aber zukünftig regionale Klimainformationen in Sachsen zur Verfügung stellen sowie Anpassungsmöglichkeiten und Wissenstransfer liefern.
- Einerseits entsteht der Eindruck, als wäre die Intention des Projektes aufbereitete Materialien gebündelt für Kommunen zur Verfügung zu stellen. Andererseits ist auch das [Climate Service Center Germany](#) (Hamburg) in das Projekt involviert, die wiederum über komplexere [Beratungs- und Modellierungswerkzeuge](#) verfügen, wie z.B. „System dynamics modelling“ oder Kosten-Nutzen-Analysen. Es bleibt also abzuwarten, ob hier in naher Zukunft auch Inhalte veröffentlicht werden, die für eine Wirkungsabschätzung von Anpassungsmaßnahmen relevant sind.
- Das „[CCCRP - Climate Change Community Response Portal](#)“ aus Finnland (gefördert von 2009 -2011) bietet innerhalb der dritten Säule „Community Response Wizard“, Anpassungsoptionen für Klimaanpassung und Klimaschutz sowie Unterstützung für die Planung auf lokaler Ebene und die Entscheidungsfindung in Kommunen. Es ermöglicht Kommunen u.a. die für sie geeignetsten Möglichkeiten der Klimaanpassung (und -schutz) zu finden sowie Fallstudien und Best-Practice Beispiele. Da das dritte Modul leider nur auf Finnisch verfügbar ist, kann hier keine eindeutige Aussage getroffen werden. Das Projekt scheint eines der wenigen (soweit in der Recherche absehbar sogar das einzige LIFE-Projekt) zu sein, welches

Kommunen bei der Entscheidungsfindung zwischen verschiedenen Anpassungsoptionen hilft, beinhaltet allerdings auch keine Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen.

EU: Forschungsprogramme und -projekte

Bereits das siebte Forschungsprogramm der EU beschäftigte sich verstärkt mit den Kosten und Nutzen von Klimaanpassung.

- Das Forschungsprojekt ECONADAPT, Economics of Adaptation, (2013-2016) stellt eine Übersicht verschiedener ökonomischer Methoden wie z.B. Kosten-Nutzen/Kosten-Effektivitäts-/Risikoanalysen zur Verfügung.
- Die Publikation von [Tröltzsch et. al](#) (2016) soll beispielsweise die Übersicht und Brücke bilden zu den detaillierteren Infos in der ECONADAPT Toolbox und dem ECONADAPT Library.
- Die [Policy Summary](#) (2016) des ECONADAPT Projekts “The Costs and Benefits of Adaptation“ (Deliverable 11.3) gibt einen Überblick über das schnell wachsende Forschungsfeld der Kosten-Nutzen-Analyse von Anpassung.
 - Der vorherige Fokus von Studien auf Küstenregionen wurde durch kürzliche Studien zu Wassermanagement, Überflutungen, Landwirtschaft und Infrastruktur ergänzt. Analysen in den Bereichen Ökosysteme und Wirtschaft bleiben jedoch lückenhaft.
 - Traditionelle Methoden zu Entscheidungsfindung, die auf dem Vergleich von Klimawirkungen (meist anhand von Szenarien) und den Maßnahmen zur Anpassung basieren, haben Abschätzungsschwierigkeiten aufgrund von Unsicherheiten und Komplexität der Klimaanpassung. Das liegt vor allem daran, dass Studien häufig allein die technische Seite der Anpassung betrachten.
 - Folgende Trends zu beobachten:
 - mehr praktische und politik-orientierte Analysen (Stichworte: „early implementation“ und „climate mainstreaming“)
 - Implementierung sollte phasenweise erfolgen (“iterative climate risk” / “adaptive management”)
 - präferiert werden kurzfristige Anpassungsoptionen für aktuelle Klimarisiken, die primär direkten Nutzen durch ihre Umsetzung bringen, sekundär aber auch Resilienz langfristig steigern (low-regret-Maßnahmen), wie z.B. Aufbau von Kompetenzen statt technischer Lösungen.
 - neue Methodiken für Entscheidungen, die für zukünftige Entwicklungen getroffen werden müssen und Flexibilität sowie Robustheit gegenüber Klima- und Entwicklungsszenarien bieten, z.B. Analysen zu Lock-In-Risiken.
- Die meisten Studien finden sich in Schweden, UK, NL und Tschechien. Neuere Studien (s.u.), die anwendungs- und politikorientiert sind, ergeben höhere Anpassungskosten als die zuvor ermittelten. Auch wenn noch große Lücken in der empirischen Beweislage von bereits entstandenen Klimafolgen existieren und der Transfer von Abschätzungen strittig ist, bietet eben diese neue Beweislage auch neue Möglichkeiten um Informationen zu nutzen.

Auch im Forschungsprogramm Horizon 2020 ist das Thema noch aktuell.

- Im Arbeitsprogramm [2014-2015](#) soll die Forschung die Brücke schlagen zwischen Ökonomien des Klimawandels (Klimaanpassung und -schutz) und den Zielen nachhaltiger Entwicklung. Ein weiteres Forschungsziel sind bessere Werkzeuge und Methoden, um verlässliche Daten / Projektionen / Indikatoren zu Klimawandelauswirkungen und Anpassungsmaßnahmen für verschiedene Regionen, Sektoren und Zeitreihen auf regionaler und lokaler Ebene zu generieren ([ERA for Climate Services](#)).

- Der ERA-NET Prozess sollte auch 2017 weitergeführt werden mit dem Ziel eine Klima-Dienstleistungen-Roadmap zu entwickeln, die Klimawirkungen sektorübergreifend bewertet. Im Arbeitsprogramm 2016-2017 wie auch in den nächsten zwei Jahren liegt der Fokus wieder allein auf der Modellierung von Auswirkungen des Klimawandels, vor allem in Bezug auf gesundheitliche Effekte auf die Bevölkerung in Europa sowie auf europäische Wertschöpfungsketten und Migrationsströme.

EU: Weitere Projekte, die die Wirkungsabschätzung von Klimaanpassungsmaßnahmen vereinfachen

- Die europäische Plattform **Climate-ADAPT** wurde 2012 durch die Europäische Kommission und die European Energy Agency gegründet und dient dem Informationsaustausch verschiedener Benutzergruppen wie Politiker*innen, Stadtplaner*innen oder anderen Expert*innen. Das [Adaptation Support Tool](#) bietet einen Überblick über weitere Werkzeuge und Quellen, wie z.B. eine Datenbank zu den Kosten-Nutzen der Anpassung. Dazu gehört auch das [Urban Adaptation Support Tool](#).
- Teil des geförderten Projekts [BaltCICA](#) in der Ostsee-Region (2007-2013) waren Kosten-Nutzen-Analysen des Anpassungsprozesses. Die [Kosten-Berechnungs-Methodik](#) stammt vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung mit einem Fallbeispiel für Kopenhagen. Ein weiteres Fallbeispiel des Projektes ist eine Machbarkeitsstudie von Maßnahmen für Klaipeda in Litauen.
- Das Projekt CONHAZ – Costs of Natural Hazards (2010-2012), unter Leitung des Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ), gibt einen Überblick zu Methoden der Kostenbewertung für Naturgefahren.

Im Kontext des österreichischen Forschungsprogramms StartClim wurde 2011, gestützt auf Erfahrungen in Großbritannien, den Niederlanden und Deutschland, das Tool [SALDO](#) entwickelt. Es unterstützt seine Nutzer bei der Bewertung und Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen Bereichen. Mittels vordefinierter Kriterien, die ähnlich zu denen vom Umweltbundesamt sind (s.u.) werden sowohl die Wirkungen als auch die Synergien und Konflikte einer Maßnahme in Form von Netzdiagrammen dargestellt. Das Excel Tool ist leider nicht abrufbar und detaillierte Informationen zur Wirkungen gibt es nicht.

- [RiskPlan](#) wurde 2011 gemeinsam von den Schweizer Bundesämtern für Umwelt und Bevölkerungsschutz entwickelt. Mit diesem Werkzeug können Risiken durch Gefährdungen wie Hochwasser, Hitzewellen oder Stromausfall abgeschätzt und regional verortet werden. Daneben bietet es die Möglichkeit, das Gesamtrisiko im betrachteten Raum vor und nach Schutzmaßnahmen zu quantifizieren und so die Kosten-Effektivität der Maßnahmen zu bewerten. Der erste Schritt dazu ist die Beurteilung eigenständig ausgewählter Elemente in Form einer Cockpit-Matrix. Eine kostenlose Anmeldung ist erforderlich.

Kosten-Nutzen-Analysen und Fallbeispiele aus europäischen Ländern

- Das EU-Projekt [ClimateCost](#) (2008-2011), koordiniert durch das Stockholm Environment Institute (Oxford, UK), beschäftigt sich mit den Kosten und Nutzen der Anpassung auf EU Ebene. Das oben genannte Projekt ECONADAPT baut auf ClimateCost auf. Das Policy Briefing aus dem Jahr 2010 zitiert folgende Studien auf nationalem Level:
 - UK Foresight Study (22-75 Mrd. Pfund für die nächsten 80 Jahre)
 - Überflutungen in den Niederlanden (0,9-1,6 Mrd. jährlich bis 2100),
 - bis zu 10 Mrd. Euro 2010-2100 für die Anpassung verschiedener Sektoren in Schweden.

Das [Technical Policy Briefing](#) 2011 nennt Kennzahlen für Überflutungen auf EU Ebene sowie grobe Abschätzungen für verschiedene Länder.

- Das Forschungsprojekt MEDIATION, Methodology for Effective Decision-making on Impacts and Adaptation (2007-2013), beschreibt in [Work Package 3](#) (2010) Methoden und Metriken für sozio-ökonomische Bewertungen von Anpassungsstrategien, wie z.B. die traditionellen Instrumente Kosten-Nutzen-, Kosten-Effektivitäts- oder Multi-Kriterien-Analyse sowie Werkzeuge für die Entscheidungsfindung für zukünftige Entwicklungen und unter Unsicherheit. Diese sind auf einer [Plattform](#) zusammengestellt. Deliverable [3.5](#) wendet die Methoden anhand von Fallbeispielen an. Auch hier stehen weder Wirkungslogiken einzelner Maßnahmen, noch konkrete Kennzahlen zur Verfügung.
- Die Publikation des [UNFCCC](#) (2011) „Assessing the costs and benefits of adaptation options. An overview of approaches“ beinhaltet eine Übersicht der verschiedenen Methodiken und (häufiger internationale) Fallbeispiele zu:
 - Kosten-Nutzen-Analyse: hat nur ein Ziel, Wirkungen werden gemessen, Nutzen in monetärem Wert ausgedrückt. Fallbeispiel UK – Management von Überflutung und Küstenerosion
 - Kosten-Effektivitäts-Analyse: kein monetärer Wert. Fallbeispiele aus Bolivien und Nepal (gesamtwirtschaftliche Ebene).
 - Multi-Kriterien-Analyse: mehrere Ziele, ohne monetären Wert. Fallbeispiel Raumplanung in den Niederlanden (vgl. ClimateCost)
 - im Falle, dass Wirkungen schwer messbar sind: Multi-Kriterien-Analyse mit Experten-Panel
- Die Original-Studie zum Fallbeispiel Niederlande stammt bereits aus dem Jahr 2009 und wurde im [Anschluss](#) an die Konferenz „17th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE)“ zusammengestellt. De Bruin, Goosen, van Ierland und Groeneveld haben verschiedene Optionen der Raumplanung zur Anpassung an den Klimawandel und steigenden Meeresspiegel anhand von Kosten-Nutzen-Analysen abgeschätzt, um politische Entscheidungsträger zu unterstützen.
- [Fallbeispiele von Kosten](#) für die landwirtschaftliche Bewässerung sowie das Transportsystem in den UK hat UKCIP 2004 berechnet.

Projekte zum Monitoring von Klimaanpassungsmaßnahmen aus europäischen Ländern

- **UKCIP** stellt mit „Adaptation Wizard“ (2005) und dem ergänzenden auf Monitoring und Evaluation fokussierten „AdaptME Toolkit“ (2011) [Werkzeuge](#) zur Verfügung, um passende Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren und umzusetzen. Die Werkzeuge unterstützen Organisationen die Notwendigkeit von Anpassung herauszustellen, bis hin zur Risikoanalyse und der Entwicklung einer Anpassungsstrategie. Das Toolkit kann Kommunen zwar bei der Auswahl zwischen verschiedenen Anpassungsoptionen helfen, bietet jedoch nicht die Möglichkeit, deren Wirkungen abzuschätzen. Es bietet einen Leitfaden und Hinweise zu weiteren Informationsquellen für das Monitoring und die Erstellung von Indikatoren, wie beispielsweise dem [Report](#) der European Energy Agency 2015, die Überblick über den Status des Monitorings in den EU-Ländern auf nationaler Ebene bietet. Das Toolkit stellt jedoch selbst keine Wirkungsindikatoren zur Verfügung.
- Auch ADEME hat 2011 einen Report veröffentlicht, der einen Überblick zu [Monitoring](#) in Europa bietet.

Stern-Review: Die Kosten des Klimawandels

Bereits im [Stern-Review](#) aus dem Jahr 2006 wird herausgestellt, dass der Nutzen von Anpassungsoptionen meist höher sein wird als deren Kosten. Während für Klimawandel bedingte Kosten mit einem Verlust von 5-20% (je nach betrachtetem Risiko) des globalen BIPs einhergehen, schätzt Stern die Kosten des Handelns um die schlimmsten Auswirkungen zu vermeiden auf 1% (deutsche Zusammenfassung). Mit zunehmenden Temperaturen werden die Kosten nicht nur weiter ansteigen, sondern auch unvermeidbar sein. Stern gibt Beispiele für Anpassungskosten u.a. von Sturmfluten in London und Venedig sowie Hitzewellen in Frankreich (Stern Review 2006, S.423).

5.2 Bundesebene

Projekt MONARES

Das Projekt MONARES, Monitoring von Anpassungsmaßnahmen und Klimaresilienz in Städten, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), soll praxis-erprobte Methoden für ein Klimaresilienz-Monitoring und die Wirkungsmessung von Anpassungsmaßnahmen bis Ende 2018 entwickeln und durch die konkrete Unterstützung in Pilotkommunen bis 2020 erproben. Projektträger ist der DLR. 30% der einbezogenen Maßnahmen adressieren die regionale Ebene.

Bisher stehen zwar noch keine Publikationen öffentlich zur Verfügung, ein erstes Ergebnis der Abfrage zum Monitoring von Klimaresilienz in den beteiligten Kommunen ergab allerdings, dass viele angegebene Indikatoren die Ergebnisse von Aktivitäten bezeichnen und nicht die nachgeordneten Wirkungen. MONARES zielt nicht nur darauf ab Indikatoren, mit denen die Wirkung von Anpassungsmaßnahmen angezeigt werden können zu erarbeiten, sondern auch die Indikatoren, die die Resilienz einer Stadt abbilden (v.a. normative Indikatoren).

Bei der Abfrage häufiger genannte Indikatoren und Arten der Wirkungsmessung waren laut MONARES:

- Erhebung von Wissensstand oder Zufriedenheit mit etwas vor und nach einer Intervention;
- Befragung dazu, wie wahrscheinlich es ist, dass man nach einer Weiterbildung / Sensibilisierung / Beteiligung bestimmte Aktivitäten umsetzen will;
- Zählung von politischen Beschlüssen oder umgesetzten Maßnahmen

Auf der Vernetzungskonferenz Zukunftsstadt im Dezember 2017 (FONA) im MONARES-Workshop wurde unter anderem die Problematik einer ex-post Bewertung, also einer Bewertung, die erst nach einem Ereigniseintritt vorgenommen werden kann, angesprochen. Außerdem sollte bei der Entwicklung eines Resilienz-Frameworks und der Auswahl von Indikatoren folgendes berücksichtigt werden:

- Wechselwirkungen und kumulative Wirkungen
- existierende und politisch akzeptierte Leitbilder (z.B. SDGs, Nachhaltigkeit)
- Anschlussfähigkeit an planerische Konzepte im Auge behalten werden, wie z.B. an die UVP.

UBA: Deutsche Anpassungsstrategie (DAS), Aktionsplan Anpassung (APA) und Netzwerk Vulnerabilität

Das Netzwerk Vulnerabilität (2011-2015) ist als Projekt zur Umsetzung der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) (2008) sowie des [Aktionsplan Anpassung](#) (2011) mit dem Ziel entstanden ein Gesamtbild für Deutschlands Verwundbarkeit gegenüber dem Klimawandel zu erstellen. Der [Vulnerabilitätsbericht](#) 2015 beinhaltet zwar Vulnerabilitätsanalysen und Klimawirkungsketten, jedoch keine Wirkungsketten für Anpassung auf Maßnahmenebene. 2015 hat das BMU den [Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie](#) veröffentlicht.

Auswahl von Veröffentlichungen begleitender Forschungsarbeiten:

- [Kosten](#) und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland (2012): Die Maßnahmen werden für die nationale Ebene untersucht, einige Abschätzungen akkumulieren jedoch Daten der lokalen Ebene (bottom-up), wie z.B. eine Freiluftschneise Stuttgart, Raumplanerische Vorsorge und technische Maßnahmen zum Hochwasserschutz der Elbe oder Grüne Dächer für Düsseldorf. Die Analyse erfasst auch Sterbefälle in monetären Werten. Zusätzlich wurde bereits eine (noch recht) rudimentäre Bewertungsmatrix mit weiteren Beurteilungskriterien verwendet.
- Diese Beurteilungskriterien wurden von 2011-2014 projekt-basiert weiterentwickelt und 2015 als „Kriterien der guten Praxis“ in der Publikation des Umweltbundesamtes (im Folgenden UBA genannt) „Gute Praxis der Anpassung an den Klimawandel in Deutschland“ veröffentlicht. Im Mai 2015 (bis heute) werden im Rahmen des Klimalotsen (s.u.) sieben Kriterien empfohlen, wobei die Publikation im Oktober allein sechs Kriterien beinhaltet. Der Vorschlag für einen Policy Mix für den Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel II (UBA 2016) nutzt wiederum sieben anders aufgeteilte Kriterien für die Auswahl politischer Instrumente auf nationaler Ebene. Die Publikation „Erfolgsfaktoren für die Förderung zur Anpassung an den Klimawandel“ 2017 kombiniert die Kriterien der guten Praxis mit Resilienz-/Kommunikations-/Priorisierungs- und Wettbewerbskriterien für die Auswahl erfolgreicher Maßnahmen sowie mit einem Förderkriterienset.
- Bereits 2014 wurde in der Publikation „Ökonomie des Klimawandels – Integrierte ökonomische Bewertung der Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel“ die ökonomische Seite dazu betrachtet. Die Studie bietet auch einen Überblick zu bestehender Literatur zu den Kosten des Klimawandels sowie Entscheidungsunterstützungssysteme der Klimaökonomie.
- Das [Monitoringsystem](#) 2015 nutzt [97 Indikatoren](#) für Monitoring auf nationaler Ebene. 55 davon beschreiben die Auswirkungen des Klimawandels (Impact-Indikatoren), 42 dienen der Nachverfolgung von Anpassungsmaßnahmen oder Aktivitäten / Bedingungen, die den Anpassungsprozess unterstützen (Response-Indikatoren). Hinzu kommen fünf handlungsfeldübergreifende Indikatoren. Der Bericht bildet auch die bundesweiten Datenlücken für einzelne Indikatoren ab.

UBA: Weitere Studien und Werkzeuge

- Die Publikation „Entscheidungsprozesse zur Anpassung an den Klimawandel in Kommunen“ (2015) legt den Fokus nicht auf die Priorisierung von Maßnahmen, sondern darauf wie man Klimaanpassung in Kommunen attraktiv machen und umsetzen kann. Sie beschreibt einen Politikzyklus, der für diese Studie übernommen wurde.
- Das UBA bietet eine [Übersicht](#) der Klimafolgen in NRW sowie den wichtigsten Studien und Projekten dazu.

- Das Wiki [KLIMASCOUT für Kommunen](#) zeigt Rahmenbedingungen und integrierte Prozessgestaltung für erfolgreiche Anpassung auf, und beinhaltet Beispiele für Maßnahmen und Anpassungskonzepte. Das Wiki bietet einen kurzen Überblick zu den Themen sowie den weiterführenden Links.
- Die Ergebnisse des Projektes „[KoBe](#) - Kommunen befähigen, die Herausforderungen der Anpassung an den Klimawandel systematisch anzugehen“ (2015) sind in den Klimalotsen und die Tatenbank eingeflossen.
- Der [Klimalotsen](#) bietet zwar einen Schritt-für-Schritt-Leitfaden für Kommunen um Klimaanpassung vor Ort umzusetzen an, jedoch keine konkreten Werkzeuge, um Maßnahmen genauer zu untersuchen und sie diesbezüglich zu priorisieren.
- Die Beschreibungen von Maßnahmen in der [Tatenbank](#) geben teilweise kurze Hinweise auf die geplanten Kosten der Maßnahme sowie auf Konflikte in der Umsetzung.

5.3 Landesebene

BMBF – KLIMZUG Klimawandel in Regionen

NRW: dynaklim

Das im Zuge von dynaklim entwickelte Anpassungstool ADAPTUS dient zur Eigenvorsorge von Unternehmen. Es bietet die Möglichkeit die eigene [Verwundbarkeit](#) gegenüber den Folgen des Klimawandels einzuschätzen sowie Handlungsprioritäten für eine unternehmerische [Anpassungsstrategie](#) abzuleiten. Darauf aufbauend wurden die Klima-Checks entwickelt. Dynaklim bietet für diese Studie also kaum Ansatzpunkte.

NRW: Klimaschutzplan

Die Impactabschätzung des Klimaschutzplans NRW findet hier anhand von Szenarien-Analysen statt und allein für den Klimaschutz. Die Möglichkeiten für die Studie davon zu lernen werden als sehr gering eingeschätzt.

Hamburg: KLIMZUG-NORD Strategische Anpassungsansätze zum Klimawandel in der Metropolregion

Das Forschungsprojekt KLIMZUG-NORD (2009-2014) des BMBF ist eins von sieben bundesweiten Projekten, mit dem Ziel die Handlungsoptionen für die Metropolregion Hamburg in Bezug auf Klimaanpassung herauszuarbeiten. Entstanden ist dabei u.a.

- 2014 das „[Kursbuch](#) Klimaanpassung“, welches in Kapitel 7.5 auf die Schadensabschätzungen für verschiedene Sturmflutereignisse im Stadtteil Wilhelmsburg hinweist (direkter Schaden an Gebäuden und Inventar 5,5 Mrd. Euro, indirekter Wertschöpfungsverlust 550 Mio. Euro) sowie auf die Schäden des Starkregens im Juni 2011 von mindestens 27,2 Mio. Euro. Es beinhaltet außerdem nicht-ökonomische Quantifizierungen der Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen anhand von Szenarien, wie z.B. für die Reduktion von Hochwasserständen.
- Weitere Quantifizierungen finden sich im [Begleitband 2](#) (2014) für das Modellgebiet Wandse.
- Die Publikation „Gutachten zu den [ökonomischen Folgen](#) des Klimawandels und Kosten der Anpassung für Hamburg“ (2012) beinhaltet die konkreten Zahlen für einzelne Schäden und Anpassungsmaßnahmen für Hamburg.

Die anderen sechs Projektregionen KLIMZUG Nordhessen, Dresden (REGKLAM), Bremen-Oldenburg (nordwest2050), deutsche Ostseeküste (RA:dOst) sowie Brandenburg Berlin (INKA BB) setzten andere Schwerpunkte.

Monitoring auf Landesebene

■ **Berlin: Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin – AFOK Berlin**

Neben der qualitativen Beschreibung von Wirkungen und Nebeneffekten verschiedener Maßnahmen, bietet die Forschung ein vielfältiges Set an Impact- und Response-Indikatoren für das Monitoring an.

■ **Baden-Württemberg und Thüringen**

In Form einzelner Berichte werden Impact- und Response-Indikatoren vorgestellt und das Vorgehen zu deren Erfassung beschrieben.

■ **Sachsen-Anhalt**

Gebhardt, Oliver; Kumke, Sven; Hansjürgens, Bernd (2011): Kosten der Anpassung an den Klimawandel: Eine ökonomische Analyse ausgewählter Sektoren in Sachsen-Anhalt, UFZ-Bericht, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, No. 05/2011, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Leipzig-Halle

Die Publikation aus dem Jahr 2011 definiert **Anpassungskosten** als „Aufwendungen für Politiken, Praktiken und Projekte [...], die die Anpassungsmaßnahmen bilden. Anpassungskosten fallen auch im Fall der autonomen Anpassung an, denn hier treten in jedem Fall Opportunitätskosten auf. Mit dem Begriff Opportunitätskosten wird umschrieben, dass Akteure handeln und Ressourcen aufwenden, um sich anzupassen, wodurch diese Ressourcen für andere Handlungen nicht mehr zur Verfügung stehen. Diesen Anpassungskosten sind die Vorteile der Anpassung, d.h. die vermiedenen oder reduzierten Schäden, gegenüberzustellen.“ (S.10). Es werden die Schwierigkeiten beschrieben, die zum einen bei der Maßnahmenidentifikation entstehen wenn die Auswirkungen des Klimawandels mit Unsicherheit einhergehen, z.B. die klare Benennung des Maßnahmen-Ziels (wie Vermeidung oder Abmilderung eines Schadens); zum anderen bei der Zuordnung von Wirkungen zu einzelnen (Anpassungs-)maßnahmen, vor allem wenn diese verschiedene Zwecke zugleich erfüllen.

Gleichzeitig wird die Frage aufgeworfen, welche Kostenkategorien anzusetzen sind: die tatsächlich entstandenen oder kalkulierten Kosten? Opportunitätskosten? einmalige oder laufende, momentane oder zukünftige Kosten? Auch Mischfinanzierungen sind problematisch.

5.4 Lokale und regionale Ebene

BMVBS: StadtKlimaExWoSt

BMVBS (Hrsg.): Bewertung und Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Leitfaden zur Entscheidungsunterstützung bei der urbanen Klimaanpassung. BMVBS-Online-Publikation 11/2013.

Im Rahmen des Forschungsfeldes „Urbane Strategien zum Klimawandel: Kommunale Strategien und Potenziale“ des Forschungsprogramms "Experimenteller Wohnungs- und Städtebau" (ExWoSt) hat das BMVBS 2013 einen Leitfaden herausgegeben, welcher bei der Bewertung und Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen im städtischen Gebiet helfen soll. Er soll als Arbeitshilfe für kommunale Praktiker dienen und ist eine von insgesamt sieben Expertisen zu The-

menfeldern. Er nutzt einen 5-stufigen Bewertungsprozess für Anpassungsmaßnahmen, wobei der dritte Punkt die Definition von Bewertungskriterien und Wahl des Bewertungsverfahrens beinhaltet. Nach der Datenerhebung, z.B. von Erfahrungswerten und Planungsdaten, werden die Maßnahmen mit Hilfe einer Skala bewertet. Die Kombination einer Kosten-Nutzen- und Multi-Kriterien-Analyse wird beschrieben. Anschließend können die Maßnahmen priorisiert werden, z.B. mit Software-unterstützter Gewichtung. Die Webplattform „Stadtklimalotse“ ist ein eigenständig anwendbares Beratungsinstrument zur Auswahl von geeigneten Klimaanpassungsmaßnahmen für die kommunale Stadtentwicklung um. Sie umfasst u.a. einen Maßnahmenfilter und Betroffenheitsmodul.

Zur Anwendung des Leitfadens wurden bundesweit neun Kommunen ausgewählt (2009-2012), wie z.B.:

- **Gewerbeklimalotse:** Zielebene des Projektes **klimaAIX** der StädteRegion Aachen ist ein Gewerbegebiet. Die Anfälligkeit von Unternehmen gegenüber extremen Wetterereignissen wird identifiziert und Anpassungsmöglichkeiten dazu benannt. Neben Unternehmen richtet sich das Projekte auch an Wirtschaftsförderer und Planungsbehörden. Der Stadtklimalotse hilft Kommunen bei der Einschätzung der eigenen Betroffenheit in zehn Handlungsfeldern. Eine Datenbank mit ca. 140 Anpassungsmaßnahmen soll dem Nutzer die Auswahl der Maßnahmen unter Einbezug des Kontextes erleichtern.
- Im Rahmen des Projektes **JenKAS** wurde das Entscheidungsunterstützungswerkzeug für lokale Klimawandelanpassung (JELKA) entwickelt. Mit Hilfe einer Open Office-Datenbank ermöglicht es das Werkzeug, Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in der Region Jena aufzufinden und zu priorisieren. Dazu wird auch das Vorgehen bei der Kosten-Nutzen-, Kosten-Wirksamkeits- und Multikriterien-Analyse analysiert. Im Anhang befinden sich Handlungsempfehlungen für die Klimaanpassung (ähnlich zu Maßnahmen und deren Ausgestaltung), die Abschätzung der Kosten (3-stufige Skala) und eine Wirksignatur für die Klimafolgen. Der vollständige Katalog der Wirkanalysen befindet sich allerdings auf der beiliegenden CD, sodass die Kosten-Nutzen-Berechnungen nicht einsehbar sind.

5.5 Ergänzende Studien und Projekte

Jörn Birkmann, Stefan Greiving, Olivia Serdeczny (2017): Das Assessment von Vulnerabilitäten, Risiken und Unsicherheiten. In: G. Brasseur, D. Jacob, S. Schuck-Zöller (Hrsg.), Klimawandel in Deutschland. S.268-276.

Das vorliegende Kapitel betrachtet das neue **Risikokonzept** des Fünften IPCC-Berichts, in welchem zwischen dem **Vulnerabilitätsansatz** (IPCC 2007) und dem Risikoansatz (IPCC 2014) unterschieden wird und verstärkt zwischen den Risiko bestimmenden Komponenten unterschieden wird. Diese sind neben den Gefahren (mit deren Eintrittswahrscheinlichkeiten und Interaktionen), auch die Exposition und Verwundbarkeit, die vor allem die Konsequenzen eines Ereignisses bedingen.

Um die Risiken, Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen abschätzen zu können, muss aus zwei Perspektiven gedacht werden. Einerseits bestimmt die Zunahme des Klimawandels und die Klimavariabilität deren Erfolg, andererseits bedingen Veränderungen von sozial-ökologischen Systemen den Nutzen von bestimmten Maßnahmen oder Strategien. Dazu können beispielsweise Szenarien der beiden Felder, wie RCP- und die noch recht jungen SSP-Szenarien (*shared economic pathways*), verschnitten werden.

Erst im Kontext zukünftiger Entwicklungspfade von Umwelt und Gesellschaft, und nicht allein durch die Betrachtung von Eintrittswahrscheinlichkeiten bestimmter Gefahren (wie Hochwasser, Hitzestress oder Dürre), können Schlüsselrisiken bestimmt und Anpassungspotenziale umfassend eingeschätzt werden. Da sich somit allerdings auch die Ungewissheiten vergrößern, wird deutlich, dass Gewichtungen sich nicht allein auf wissenschaftliche Erkenntnisse stützen sollten, sondern vor allem normativ vorgenommen werden können und eines umfassenden Risikomanagements bedürfen.

Mark Fleischhauer, Stefan Greiving, Christian Lindner, Johannes Lückenkötter, Inke Schauser (2017): Analyse der Literatur zu Klimawirkungen in Deutschland: ein Gesamtbild mit Lücken. In: G. Brasseur, D. Jacob, S. Schuck-Zöller (Hrsg.), Klimawandel in Deutschland. S.277-286.

Das anschließende Kapitel analysiert die Studie des Netzwerkes Vulnerabilität. Diese Metastudie deckt auf, dass Vulnerabilitätsstudien in Bezug auf die Untersuchungsgegenstände, Methoden und Bewertungsmaßstäbe sehr heterogen sind. <http://netzwerk-vulnerabilitaet.de/klimastudienkatalog/index.php?view=karte> (von 2014)

Die **Anpassungskapazität**, als **zweite Komponente von Klimavulnerabilität** neben Klimawirkungen, spielt meist eine untergeordnete Rolle und wird qualitativ betrachtet. Auch Sensitivitäten werden nicht wie die Auswirkungen des Klimawandels mit ihrer zukünftigen Dynamik betrachtet, sondern allein der gegenwärtige Zustand miteinbezogen. Handlungsfeldübergreifende Studien, die verschiedene Themen verschneiden, gibt es kaum.

Internationale Studien mit Kosten-Nutzen Beispielen

- **GIZ** (2103): Economic approaches for assessing climate change adaptation options under uncertainty. Excel tools for Cost-Benefit and Multi-Criteria Analysis
→ Fallbeispiel Indonesien: Kirschke, D.; Noleppa, S. (2008): Economic assessment and prioritization of climate change adaptation options: methodological approach and case study for Indramayu (Indonesia). Berlin: Humboldt University of Berlin.
- Die **Studie** "Evaluation, Cost-Benefit and Cost-Effectiveness-Analysis of Ecosystem-based Adaptation measures in Viet Nam" der GIZ und UNIQUE forestry and land use GmbH im Auftrag des BMU (2017) beschreibt die Methodik einer Kosten-Nutzen-Analyse und wendet sie auf zwei Beispiel-Maßnahmen, Bambuszäune zur Mangroven Restaurierung sowie Wellenbrecher, in Vietnam an.
- Die Studie der Wharton University of Pennsylvania (2011): "The Costs and Benefits of Reducing Risk from Natural Hazards to Residential Structures in Developing Countries" berechnet die Kosten und Nutzen für die Verbesserung oder Modernisierung baulicher Strukturen in Entwicklungsländern. In den Berechnungen sind zwar Verstorbene enthalten, es wird diesen jedoch kein ökonomischer Wert zugesprochen.
- **World Bank** (2010): Economic Evaluation of Climate Change Adaptation Projects. Approaches for the Agricultural Sector and Beyond. → Nur methodisches Vorgehen
- Die **University at Albany** bietet eine Übersicht der Werkzeuge und Software für die Modellierung von Systemdynamiken.
- Die Publikation "Making Adaptation Count. Concepts and Options for Monitoring and Evaluation of Climate Change Adaptation" der **GIZ** (2011), beschreibt die Methodik zur Entwicklung von Indikatoren bis zur Outcome/Zielebene anhand weltweiter Fallbeispiele. Im Anhang finden sich auch Beispiele für Wirkungsketten, Logic Model of Outcome Mapping und Theories of Change.

- BMZ: Die Publikation „Anpassung nach Maß – Ein Leitfaden für die Konzeption und das wirkungsorientierte Monitoring von Projekten zu Anpassung an den Klimawandel (2012)“

5.6 Impactabschätzungen der Versicherungswirtschaft

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

- *Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (2017): Naturgefahrenreport 2017. Die Schaden-Chronik der deutschen Versicherer in Zahlen, Stimmen und Ereignissen.*
- *Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (2017): Serviceteil zum Naturgefahrenreport 2017. Tabellen, Grafiken und Karten.*

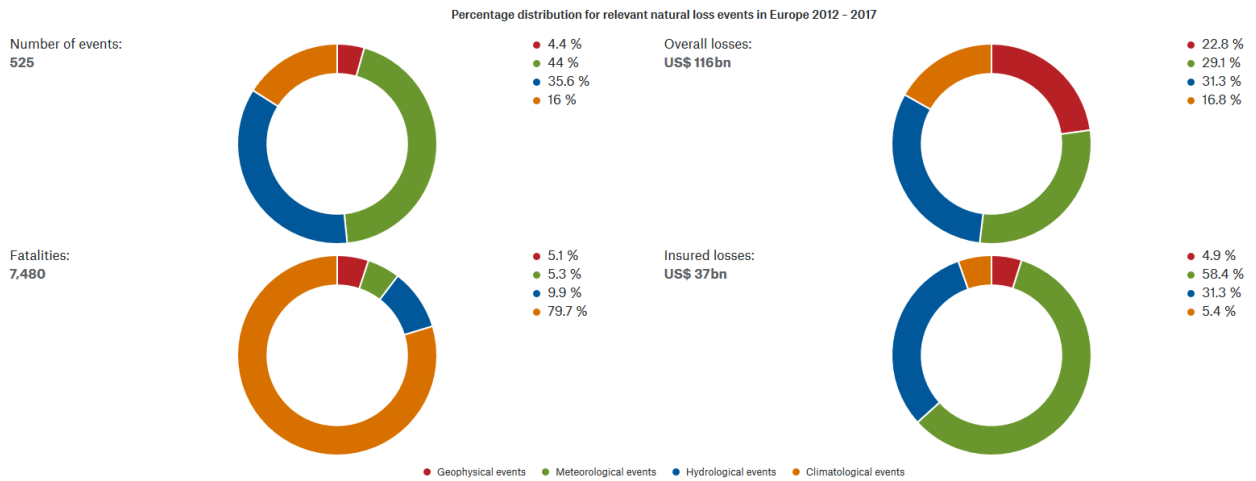
Der jährlich herausgegebene Naturgefahrenreport des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. bietet die Schadens-Chroniken der verschiedenen Ereignisse. Im Jahr 2016 beispielsweise lag der Schadensaufwand bei 2,5 Mrd. Euro, von denen 1,9 Mrd. auf Sachversicherungen und 615 Mio. Euro auf Kfz-Versicherungen fielen. Die drei Starkregenereignisse im Mai und Juni letzten Jahres zählen mit vorläufigen 800 Mio. Euro als viertteuerstes Ereignis für die Versicherungswirtschaft seit 1997. Durchschnittliche Schadenssummen umfassen je nach Ereignis meist einige Tausende von Euros, wobei in den am meisten betroffenen Landkreisen auch durchschnittlich Hunderttausende von Euros zusammenkommen können. Die Ergebnisse je Bundesland sowie Karten mit Versicherungsdichten sind im dazu gehörigen Serviceteil zu finden. NRW war vor allem im Jahr 2014 stark von verschiedenen Unwettern betroffen. Trotz der hohen Bandbreite an Schäden, könnten die vorliegenden Zahlen in dieser Studie zur groben quantitativen Abschätzung von Wirkungsannahmen genutzt werden.

Im Bericht aus dem Jahr 2016 wird das Forschungsprojekt Starkregen vorgestellt, welches in Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) durchgeführt wird und eine deutschlandweite Gefahrenkarte zum Ziel hat. Bis 2018 sollen die lokalen Überschwemmungsrisiken durch Starkregen und die kritischen Niederschlagsmengen abbildbar sein, da es bisher keine detaillierten und belastbaren Erkenntnisse über Starkregenrisiken in Deutschland gibt.

Münchner Rück

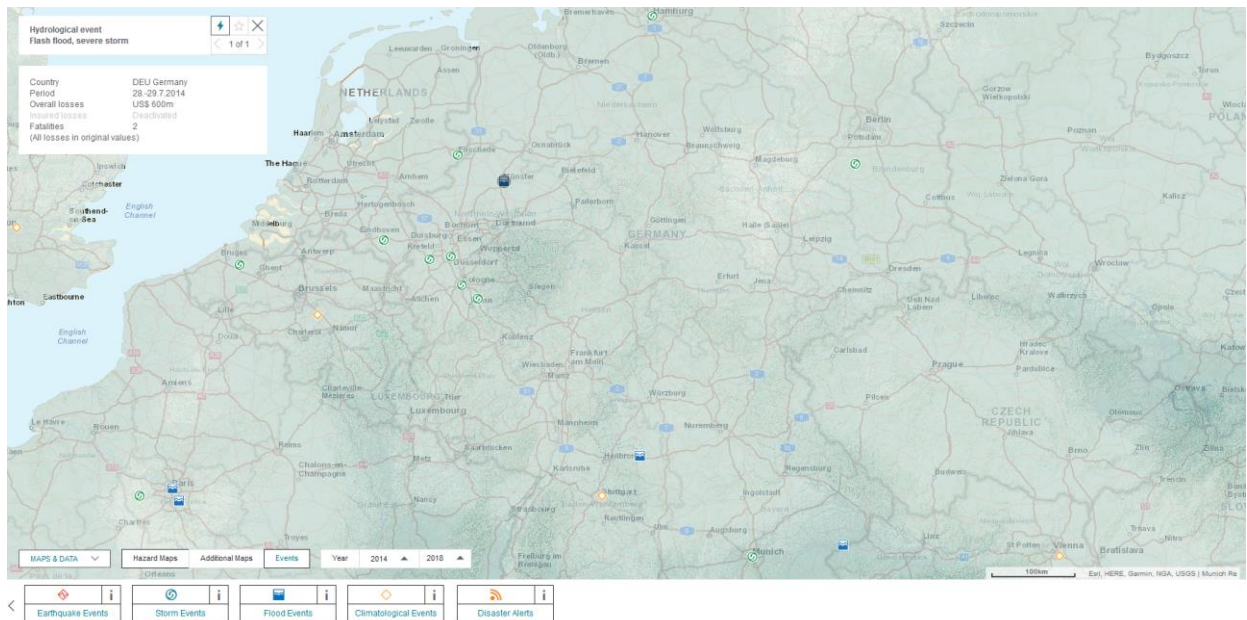
Vereinzelte Datenbereitstellung zur Abschätzung von Schäden.

a) NatCatSERVICE – die weltweit umfangreichste Datenbank über Naturkatastrophenschäden



Quelle: Münchener RE NatCat Service

b) NathanLight



Quelle: Münchener RE Nathan Light

Zusammenstellung der Schadensfälle in NRW:

- Münster Juli 2014: Sturm und Überschwemmung - 600 Mio. US \$
- Düsseldorf Juni 2014: Sturm – 1500 Mio. US \$ (insgesamt 3800 US \$), 6 Tote
- Bonn Juli 2015: Hagelsturm – 730 Mio. US \$
- Mönchengladbach Juli 2016, Hagelsturm – 620 Mio. US \$ (mit NL 2100 US\$)
- Köln Januar 2018: Wintersturm Friederike – Schätzungen werden bearbeitet, 8 Tote

Einziges in Deutschland aufgenommene Hitzewelle: Stuttgart April 2017 – 380 Mio. US \$ (insgesamt 3600 Mio US \$), keine Toten.

Im Gegensatz dazu Frankreich Juni bis August 2015 – keine Schäden, 3300 Tote

c) Topics Geo Naturkatastrophen 2017

Schäden durch Spätfrost in Europa (nach ungewöhnlich warmem Frühjahr):
 gesamt 3,3 Milliarden Euro, davon versichert rund 600 Millionen Euro (in Italien und Frankreich jeweils 1 Mrd. am höchsten)

Landwirtschaftliche Schäden aus den Frostereignissen vom April/Mai 2017					
	Gesamt- schäden	Nicht versicherte Schäden	Versicherte Schäden	Anteil der versicherten Schäden	Am stärksten betroffene Kulturen
	Mio. €	Mio. €	Mio. €		
Italien	1.040	800	240	23%	Äpfel, Weintrauben, Birnen, Pfirsiche, Kirschen, Pflaumen
Frankreich	980	750	230	23%	Weintrauben
Deutschland	345	330	15	4%	Äpfel, Weintrauben, Birnen, Kirschen, Pflaumen
Polen	330	328	2	1%	Äpfel, Birnen, Kirschen, Pflaumen
Spanien	253	181	72	28%	Weintrauben, Ackerkulturen, Obst
Schweiz	175	175	-	0%	Weintrauben, Obst
Österreich	86	50	36	42%	Äpfel, Weintrauben
Belgien	55	54	1	2%	Äpfel, Birnen
Niederlande	26	26	-	0%	Äpfel
Andere betroffene Länder	50	48	2	4%	
Ganz Europa	3.340	2.742	598	18 %	

Quelle: Munich Re Agro

6 Anhang 2: Indiktorik

Tabelle 4: Impact-Indikatoren aus der Literatur

Instrument	Maßnahmen		Resiliente Infrastruktur			Resiliente Umwelt	Resiliente Bevölkerung	
Bildung / Sensibilisierung	Gebäude, Grün- und Freiflächen	Wasser	Industrie- und Gewerwirtschaft	Verkehr	Energie und Abfall	Natur, Umwelt und Forstwirtschaft	Gesundheit	Tourismus und Freizeit
	Sachsen-Anhalt							
→ Umsetzung von Maßnahmen		Wasserqualitätsbeeinträchtigung durch Starkregenereignisse				Schadorganismen, u.a. im Wald		
	AFOK							
	Zustand der Straßenbäume*	Lokale Hochwasserereignisse	Anzahl der wetterbedingten Produktionsausfälle in der Wirtschaft	Reparaturen von witterungsbedingten Straßenschäden	Potenzieller energiebasierter Kühlbedarf	div. Parameter der Bodendauerbeobachtung	Todesfälle in Folge von Herz-/Kreislaufkrankungen*	Badewasserqualität an Badestellen*
		Oberflächenwasser: Biologische Gewässergüte		Verkehrsstörungen durch Starkregenereignisse (Straße und Schiene)	Anzahl der Stromausfälle	div. Parameter des Moormonitorings*	Todesfälle in Folge von Atemwegserkrankungen*	Algenvorkommen*
		Oberflächenwasser: Chemisch/ physikalische Gewässergüte		Straßenverkehrsunfallgeschehen: Unfälle mit Zweiradbeteiligung	Heizenergieverbrauch öffentliche Verwaltung – Fernwärme	phänologische Vegetationszeit	Notfalleinsätze	Touristen in Berlin
		Grundwasserstand		Straßenverkehrsunfallgeschehen: Unfälle mit Fußgängerbeteiligung	Heizenergieverbrauch öffentliche Verwaltung – Gas	Kartierung der Schäden an den Waldbäumen	Pollenflug Ambrosia*	Anzahl der abgebrochenen/ abgesagten Veranstaltungen durch Extremereignisse
		Temperatur Grundwasser*		Luftqualität: Hitze-Impakt auf Ozonkonzentration NO2/ NOx*		Waldbrand	Anzahl an „den Witterungsverhältnissen angepassten Unterrichtsstunden“ in schulischen Einrichtungen	Entwicklung der Fahrgastzahlen im ÖPNV
						div. Parameter des ICP Forest Level-II-Monitorings*	Anzahl und Art der Fälle gesundheitlicher Beeinträchtigungen in (vor-) schulischen Einrichtungen	Verkehrsbelastung
						Ankunftszeiten Zugvögel*	Dichte der Belastung mit allergenen Pflanzenstoffen	
						Häufige Brutvogelarten*	Dichte der Belastung mit Zecken, infizierten Mücken etc.	
						Wasservogel im Winterhalbjahr	Zahl der hitzebedingten Einlieferungen in Krankenhäuser und Sterbefälle (in der Pflege)	
						überwinternde Fledermäuse*	Zahl der hitzebedingten Arbeitsunfälle	
							UBA 2016	
							Resiliente Bevölkerung - Generische Sensitivität: Abwanderung: Gesamtwanderungssaldo je 1000 Einwohner, Anteil Über-64-Jähriger, Einkommen in der Region im Verhältnis zum Bundesdurchschnitt (SOEP), Materielle Deprivation (SOEP), Anteil Geringqualifizierter (SOEP), BIP pro Kopf, Kommunale Mittel pro Kopf: Überschuss / Fehlbetrag des Kreises je Einwohner, Informelle soziale	

Weiterbildung: Häufigkeit (und Zahl der Teilnehmer) an Fortbildungsveranstaltungen						Berücksichtigung der standortspezifischen Klimaentwicklung bei Bestandserneuerung von Wald		
Beteiligung: Zufriedenheit mit dem Prozess								
AFOK						AFOK		
Anzahl an verfügbaren/ nachgefragten Schulungsangeboten/ -materialien (ggf. getrennt nach Zielgruppen)						Anzahl der Inanspruchnahme der Bauförderung		

Tabelle 6: Output- und Input-Indikatoren aus der Literatur

Instrument	Maßnahmen							
	Resiliente Infrastruktur			Resiliente Umwelt		Resiliente Bevölkerung		
Bildung / Sensibilisierung	Gebäude, Grün- und Freiflächen	Wasser	Industrie- und Gewerbeschäft	Verkehr	Energie und Abfall	Natur, Umwelt und Forstwirtschaft	Gesundheit	Tourismus und Freizeit
Output								
Sachsen-Anhalt 2011		Sachsen-Anhalt 2011						
Forschung: klimawandelbezogene Gutachten, Sicherung der Ergebnisse / Publikation von geförderten Forschungsprojekten (z.B: UFORDAT) Informationen im jährlichen Waldzustandsbericht und Homepage MLU Anzahl Schulungen / Weiterbildungen		Rohrnetzspülungen bei verstärkter Keimbildung			Anzahl Vorsorgemaßnahmen zur Sicherung der Energieversorgung	Wegedichte und -vernetzung im Wald		
						Bestand und Zustand der Entnahmestellen durch Kommunen / Landkreise für den Waldbrandschutz		
AFOK		AFOK						
Anzahl von geförderten Bildungsaktionen mit Praxispartnern		Durchführung von Maßnahmen der Anpassung der Abwasserinfrastruktur an Trockenheit und Hitzeereignisse (z.B. Anpassung des Querschnitts der Kanalisation, Reinigungszyklen, Geruchsfilter usw.)	Anzahl an erstellten und umgesetzten betrieblichen Anpassungskonzepten		Anzahl an geförderten Modellvorhaben		Vorhandensein eines zentral positionierten, frei zugänglichen, ansprechend gestalteten und funktionalen Trinkbrunnens in Bildungseinrichtungen	
Projektionen zu Berliner Wasserbilanz, Zunahme/Abnahme, Grundwasserneubildung durch Klimaveränderung und Auswirkungen			Anzahl an erstellten und umgesetzten (hinzugefügt) branchenspezifischen Anpassungskonzepten		Anzahl und Art der Aktivitäten zur institutionellen Vorsorge			
			Anzahl an umgesetzten Aktivitäten im Bereich verbesserter sommerlicher Wärmeschutz		Realisierte Projekte an zusätzlichen solaren Stromspeichern			
			Anzahl an umgesetzten physischen/ organisatorischen Vorsorgemaßnahmen bei Bauaktivitäten/ erfolgte tarifliche Vorsorge		Realisierte Projekte zur Nutzung von gespeicherter Abwärme			
					Realisierte Strecke an Erdverkabelung und Ausbau Leitungsnetz, inkl. realisierte dezentrale Nutzung von Ab-			

				wärme; Kilometer/ anteilig in Prozent (Leistung)			
--	--	--	--	--	--	--	--

Input

	Sachsen-Anhalt 2011						
	Höhe der Fördermittel für die Wassergewinnung				Personalaufwand fürs Wald-Monitoring		

7 Ihre Ansprechpartner bei Prognos



Oliver Lühr

Prinzipal

Telefon: +49 211 913161 37

E-Mail: oliver.luehr@prognos.com



Dr. Esther Dörendahl

Projektleiterin

Telefon: +49 211 913161 56

E-Mail: esther.doerendahl@prognos.com



Hanne Hagedorn

Wissenschaftliche Assistenz

Telefon: +49 211 913161 07

E-Mail: hanne.hagedorn@prognos.com

Impressum

Impact Klimaanpassung

als Vorstudie zur zukünftigen praktischen Anwendung im Dialog mit Institutionen und als Handlungshilfe für regionale Akteure.

Herausgeber

Prognos AG
Schwanenmarkt 21
40213 Düsseldorf
Telefon: +49 211 913 16-110
Fax: +49 211 913 16-141
E-Mail: info@prognos.com
www.prognos.com
twitter.com/prognos_aG

Autoren

Oliver Lühr
Dr. Esther Dörendahl
Hanne Hagedorn

Kontakt

Oliver Lühr (Projektleitung)
Telefon: +49 211 913161 37
E-Mail: oliver.luehr@prognos.com

Stand: Juli 2018
Copyright: Jahr, Prognos AG

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG. Jede Art der Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung oder andere Nutzung bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung der Prognos AG.

Zitate im Sinne von § 51 UrhG sollen mit folgender Quellenangabe versehen sein: Prognos AG (2018): Impact Klimaanpassung - als Vorstudie zur zukünftigen praktischen Anwendung im Dialog mit Institutionen und als Handlungshilfe für regionale Akteure Titel der Studie.