

TEIL III: DIE MODULE IM EINZELNEN

1



Verwundbarkeit prüfen

Die Prüfung der Verwundbarkeit im Anpassungskompass beginnt mit der Bestimmung der gegenwärtigen Verwundbarkeit: Die Entwicklung einer Stadt unterliegt vielen Unsicherheiten, man denke beispielhaft an die demografische Entwicklung. Die Klimaprojektionen bringen weitere Unsicherheiten mit sich. Diese werden in einem getrennten Schritt im Modul „Risiken und Chancen abschätzen“ berücksichtigt.

Die lokalen physischen und sozioökonomischen Gegebenheiten, Rezeptoren genannt, sind der Ausgangspunkt bei der Bestimmung der gegenwärtigen Verwundbarkeit durch Wetterereignisse. Die Liste der Rezeptoren (siehe unten) beruht auf den Erfahrungen der FUTURE CITIES Partner und stellt eine umfangreiche Checkliste für die städtische Umgebung dar. Zur bedarfsgerechten Verwendung

- können Sie die Rezeptoren auswählen und deren räumliches Vorkommen für das jeweilige Gebiet beschreiben. Hierfür werden Indikatoren vorgeschlagen.
- können Sie individuelle Informationen zu früheren Ereignissen, z.B. Starkregenereignisse oder Hitzewellen einpflegen. Sie können die Auswirkungen auf die verschiedenen Rezeptoren festhalten und beschreiben, welche Aktivitäten folgten, z.B. Änderungen an der Infrastruktur oder bei Prozessabläufen.

Für jeden Rezeptor wird die Verwundbarkeit in einer Klasse zusammengefasst: **niedrig, mittel, hoch.**

Liste der Rezeptoren

- Bevölkerung: Öffentliche Gesundheit / empfindliche Gruppen
- Infrastruktur: Verkehrswesen, Energieversorgung, Wasserver- und -entsorgung, Soziale Infrastruktur
- Bebauung: Gebäude und Baumaterialien
- Lokale Wirtschaft: Tourismus, Industrie, Einzelhandel
- Natürliche Ressourcen: Grünflächen, Wasserressourcen und -qualität, Luftqualität, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Biodiversität / Ökosystem

Wichtige Begriffe

Verwundbarkeit

Die Verwundbarkeit gegenüber Klima- und Wetterbedingungen gibt an, inwieweit ein System anfällig und nicht in der Lage ist, aus sich heraus ungünstige klima- oder wetterbedingten Auswirkungen zu bewältigen. Im Anpassungskompass wird zunächst die Verwundbarkeit gegenüber bereits beobachteten klima- und wetterbedingten Auswirkungen betrachtet. Diese ist abhängig von der Empfindlichkeit (siehe im Kompass Tabellen V1 „Allgemeine Empfindlichkeiten“ und „Frühere Ereignisse“) und der räumlichen Bedeutung (siehe Seite V2b „Räumliche Bedeutung“) eines Rezeptors für die Wetterauswirkungen und von der Anpassungsfähigkeit an diese Gegebenheiten (siehe Seite V3 „Verwundbarkeit anpassen“).

Demografischer Wandel

Der Begriff beschreibt Veränderungen in der Bevölkerungsstruktur. In Deutschland und den meisten europäischen Ländern ist aufgrund zurückgehender Geburtenraten und der steigenden Lebenserwartung mit einer alternden Bevölkerung zu rechnen.

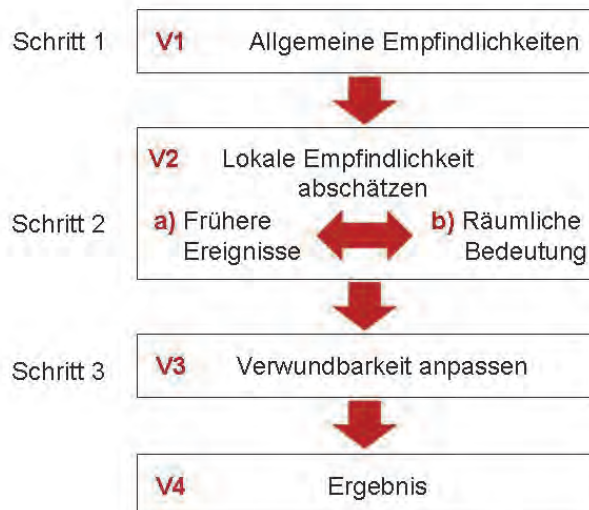
1.1 Zweck des Moduls und Vorgehensweise

Wenn Sie die gegenwärtige Verwundbarkeit überprüfen, werden Sie verstehen, wie Extremwetterereignisse die verschiedenen Bereiche und Eigenschaften Ihrer Stadt beeinflussen. So wird es einfacher, die möglichen Auswirkungen des Klimawandels abzuschätzen. Es kann sich auch herausstellen, dass bestimmte Anpassungsmaßnahmen schon umgesetzt wurden. Die gegenwärtige Situation zu kennen hilft, die Öffentlichkeit, Kollegen oder Vorgesetzte von Ihren vorgeschlagenen Anpassungsmaßnahmen zu überzeugen. Um die Verwundbarkeit der Rezeptoren zu bewerten, bietet der Anpassungskompass drei Schritte an:

Schritt 1: Die Rezeptoren und Empfindlichkeiten kennenlernen: Hier erhalten Sie eine Einführung zu den verwendeten Rezeptoren und ihren Empfindlichkeiten im Hinblick auf Wetterextreme.

Schritt 2: Die lokalen Empfindlichkeiten abschätzen: Es werden zwei Tabellen zur Verfügung gestellt, die Ihnen helfen, die empfindlichen Rezeptoren und Gebiete in Ihrer Stadt zu beurteilen. Es ist nicht zwingend erforderlich, lokale Informationen einzugeben, um die Arbeit mit dem Kompass fortsetzen zu können. Die Tabellen können leer gelassen werden und trotzdem kann eine allgemeine Anpassungsstrategie für Ihre Stadt identifiziert werden. Aber Sie sollten sich bewusst sein, dass das Ausfüllen dieser Tabellen Ihnen hilft, ein detaillierteres Ergebnis zu bekommen.

Schritt 3: Verwundbarkeit prüfen: Die voreingestellten Verwundbarkeiten und die Anpassungsfähigkeit können überprüft und verändert werden, um Ihre spezifische Situation abzubilden.



Schritt 1: Die Rezeptoren und Empfindlichkeiten kennenlernen:

Schauen Sie bitte zuerst die Rezeptoren und deren Empfindlichkeiten an.

Die Rezeptoren und ihre Empfindlichkeiten werden allgemein beschrieben.

Nicht alle Details werden auf Ihre lokale Situation zutreffen. Dennoch empfehlen wir Ihnen die Tabelle durchzulesen, um einen Überblick über die Vielzahl der

Wichtige Begriffe

Empfindliche Gruppe

Im Anpassungskompass bezieht sich der Begriff auf Bevölkerungsgruppen oder Teile der Gesellschaft, die anfällig für Auswirkungen des Klimas oder Wetters reagieren können. Dies sind meist Gruppen mit eingeschränkter Mobilität, z.B. ältere Menschen, Behinderte oder Kinder und Menschen, die chronisch erkrankt sind.

Rezeptor

Im Anpassungskompass beschreiben Rezeptoren lokale physische Eigenschaften und sozio-ökonomische Bedingungen von Städten oder Regionen, die von Auswirkungen des Wetters betroffen sein können, z.B. Bevölkerung, Infrastruktur, Wirtschaft und natürliche Ressourcen.

Weitere Informationen...

...zu den allgemeinen Empfindlichkeiten der Rezeptoren gegenüber Wetterereignissen werden auch in Kapitel 1.2 „Auswirkungen von Extremwetterereignissen in Städten“ gegeben.

Wechselwirkungen zwischen den Eigenschaften einer Stadt und Extremwetterereignissen zu erhalten.

Sie haben die Möglichkeit, weitere Rezeptoren und Empfindlichkeiten oder Wetterereignisse hinzuzufügen, wenn Sie den Eindruck haben, dass die gegebenen Rezeptoren nicht alle physikalischen und sozioökonomischen Eigenschaften in Ihrer Stadt oder alle Wetterprobleme umfassen.

Die FUTURE CITIES Partnerschaft hat sich im Anpassungskompass auf die Extremwetterereignisse Hitze, Trockenheit, extreme Kälte, Starkregen/ Hochwasser und Sturm konzentriert. Steigende Meeresspiegel werden nicht berücksichtigt, obwohl dieses Problem eines der Hauptprobleme in Nordwesteuropa ist. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um ein Extremwetterereignis, sondern um eine Langzeitauswirkung. Wenn es erforderlich ist, können Sie diesen Aspekt in der Tabelle V1 hinzufügen.



V 1 Allgemeine Empfindlichkeiten

Hier erhalten Sie einen Überblick über die Empfindlichkeit verschiedener Rezeptoren im Hinblick auf Wetterereignisse. Gehen Sie alle Rezeptoren durch, um einen Einblick in die potenziellen Empfindlichkeiten zu erhalten. Erklärungen zu den verwendeten Begriffen finden Sie in den Kommentarfeldern des Tabellenkopfs und im Glossar des Handbuchs. Wenn Sie mit Ihren eigenen Rezeptoren arbeiten möchten, können Sie diese hinzufügen.

Hinweis: An dieser Stelle können die voreingestellten Rezeptoren nicht von der Liste entfernt werden – Sie können diese im Tabellenblatt V3 ausschließen.

Rezeptoren	Allgemeine Empfindlichkeit des Rezeptors gegenüber Wetterereignissen		Wer / was ist betroffen
	Extremwetterereignis	Potenzielle Auswirkungen	
Einzelhandel	Trockenheit	-Verändertes Kaufverhalten -Umsatzsteigerung / -ausfall	Konsumenten (Angebot & Preis) Ladenbesitzer, Geschäfte in den Gebieten
	Starkregen / Hochwasser	-Schäden, z.B. an Gebäuden -Umsatzausfall	Konsumenten (Angebot & Preis) Ladenbesitzer, Geschäfte in den Gebieten

Im nächsten Schritt (Schritt 2) haben Sie die Möglichkeit, die lokalen Besonderheiten Ihrer Stadt zu beschreiben.

Schritt 2: Abschätzen der lokalen Empfindlichkeiten

Dieser Schritt strukturiert die benötigten Informationen, um die Empfindlichkeiten Ihrer Stadt zu verstehen. Die Tabellen müssen nicht ausgefüllt werden, um mit dem Anpassungskompass fortfahren zu können. Allerdings helfen Sie Ihnen, die lokale Verwundbarkeit im nächsten Schritt abzuschätzen.

- Sammeln Sie Informationen zu früheren Extremwetterereignissen,** die Einfluss auf die verschiedenen Rezeptoren hatten. Sie können zeitlich so weit zurückgehen wie Sie es für nötig halten. Wertvolle Quellen sind z.B. Lokalzeitungsartikel, Polizei und Feuerwehr. Wenn Sie eine Liste der Ereignisse erstellt haben, können Sie in den verschiedenen städtischen Abteilungen (z.B. Verkehr, Schulen) Informationen zu den Konsequenzen, ergriffenen Maßnahmen und Rezeptoren abfragen.

Wichtige Begriffe

Empfindlichkeit

Das Ausmaß, in dem ein System von einem Klima- oder Wetterreiz betroffen ist. Die Auswirkungen können direkt oder indirekt, günstig oder ungünstig sein (IPCC, 2001; Ribeiro et al. 2009).

Warum lokale Informationen eingeben?

Der Prozess der Informationssammlung wird Ihnen helfen, die Wechselbeziehungen und Verbindungen zwischen den Funktionen Ihrer Stadt und den Wetterereignissen zu verstehen. So kann über jüngste Ereignisse und weithin bekannte Verwundbarkeiten hinaus eine Gesamtübersicht entstehen. Diese ist wichtig für eine gute Auswahl der Rezeptoren, der Anpassungsfähigkeit und der Verwundbarkeitsklassen in Schritt 3 (Tabellenblatt V3). Der Anpassungskompass hilft Ihnen bei der Verarbeitung der gesammelten Daten. Im Modul „Handlungsbedarf bestimmen“ bietet das Tool Beratung an, wie geeignete Orte für die ausgewählten Anpassungsmaßnahmen gefunden werden können. Dabei wird auf die Daten der Tabellen mit den „früheren Ereignissen“ und der „räumlichen Bedeutung“ zurückgegriffen.

**b) Stellen Sie die räumliche Bedeutung der Rezeptoren zusammen:**

Um die räumliche Bedeutung der Rezeptoren (z.B. Schwerpunktgebiete) einzuschätzen, werden mögliche Indikatoren zur Verfügung gestellt. Verwenden Sie einen oder mehrere der vorgeschlagenen oder Ihre eigenen Indikatoren.

**V2 a) Lokale Empfindlichkeit abschätzen – Frühere Ereignisse**

Tragen Sie die Erfahrungen Ihrer Stadt im Hinblick auf vergangene Wetterereignisse ein.

Ereignis: Nennen Sie den Namen und/oder das Datum des Ereignisses (z.B. Hitzewelle 2003).

Wetterextrem: Beschreiben Sie die direkten Auswirkungen des Ereignisses (z.B. 35 Grad für mehr als 5 Tagen).

Konsequenzen: Beschreiben Sie indirekte Auswirkungen (z.B. Hitzestress).

Maßnahmen: Beschreiben Sie die Maßnahmen, die während und nach dem Ereignis ergriffen wurden, deren Ergebnis und von wem sie ergriffen wurden.

Betroffene Rezeptoren: Doppelklicken Sie auf das Feld in der Tabelle und wählen Sie die Rezeptoren, die betroffen waren.

Ort: Nennen Sie die Namen der betroffenen Stadtviertel, Straßen, etc.

Ereignis	Wetterextrem	Konsequenzen (indirekte Auswirkungen der Ereignisse)	Ergriffene Maßnahmen	Betroffene Rezeptoren <Doppelklick zur Auswahl>	Ort
Hitzewelle					
Dürre					

**V2 b) Lokale Empfindlichkeit – Räumliche Bedeutung**

Füllen Sie die Tabelle für die Indikatoren, die für die jeweilige Situation relevant sind aus, oder fügen Sie Ihre eigenen Indikatoren hinzu. Nicht alle Zeilen müssen ausgefüllt werden. Die Genauigkeit und das Maß, das Sie zum Bewerten und Ausfüllen zugrunde legen, bleiben Ihnen überlassen.

Indikatoren: Bitte benutzen Sie einen oder mehrere Indikatoren, um die Schwerpunktgebiete des jeweiligen Rezeptors in Ihrer Stadt zu beschreiben.

Wo befinden sich die empfindlichen Rezeptoren in meiner Stadt?

Beschreiben Sie die Orte qualitativ und oder quantitativ pro Indikator, z.B. Bevölkerungsdichte: am höchsten in Stadtteil xy.

Künftige Veränderungen: Sind für die beschriebenen Orte Veränderungen zu erwarten (z.B. neue Baugebiete)?

Interner Verweis: Hier können Textinformationen zu relevanten Karten, Bildern, Studien oder Ansprechpartnern Ihrer Institution gegeben werden [Text einfügen].

Rezeptoren	Indikatoren	Wo befinden sich die empfindlichen Rezeptoren in meiner Stadt?	Künftige Veränderungen
	Benutzen Sie einen oder mehrere der aufgeführten Einflussfaktoren pro Rezeptor zur Beschreibung der Schwerpunktgebiete	Sind für die beschriebenen Orte Veränderungen zu erwarten?	
	Räumliche Verteilung der empfindlichen Gruppen		

Wichtige Begriffe**Indikator**

Indikatoren sind Parameter zum Monitoring und zur Klassifizierung der Umwelt - in unserem Fall Rezeptoren einer Stadt im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimas oder des Wetters. Die Indikatoren helfen, bestimmte Aussagen zu treffen und Beobachtungen und Informationen zu systematisieren. Um die räumliche Verteilung (räumliche Bedeutung) der Rezeptoren zu beurteilen, werden im Anpassungskompass verschiedene praxisrelevante Indikatoren vorgeschlagen.

Räumliche Bedeutung

Dieser Begriff wird im Anpassungskompass zur Beschreibung der räumlichen Verteilung und des Vorhandenseins von empfindlichen Rezeptoren mithilfe von Indikatoren benutzt. Bei diesem Schritt des Anpassungskompasses wird untersucht, ob die allgemeinen in Schritt 1 des Moduls „Verwundbarkeit prüfen“ aufgeführten Empfindlichkeiten von Rezeptoren gegenüber Wetterereignissen relevant sind (Existieren diese Rezeptoren in meiner Stadt?) und wo sie relevant sind.

Die Tabellen auszufüllen kann möglicherweise einige Zeit dauern und eine intensive Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen Ihrer Institution erforderlich machen.

Bitte nehmen Sie sich diese Zeit – je umfassender die Sammlung früherer Ereignisse und deren räumlicher Bedeutung ist, umso besser kann Ihre Auswahl an Anpassungsmaßnahmen werden.

Wie bereits erwähnt, müssen die Tabellen nicht ausgefüllt werden. Sie können die räumliche Bedeutung und die früheren Wetterereignisse auch mithilfe der Unterlagen (z.B. Karten) abschätzen, die in Ihrer Stadt vorliegen. Es ist äußerst empfehlenswert, andere Abteilungen und Fachgebiete mit einzubeziehen.

Schritt 3: Verwundbarkeiten prüfen

In einem dritten Schritt können Sie die Prüfung der gegenwärtigen Verwundbarkeit abschließen, indem Sie die Anpassungsfähigkeit jedes Rezeptors und die Verwundbarkeitsklassen überprüfen. Außerdem können Rezeptoren ausgeschlossen werden, wenn Sie nicht auf Ihre lokale Situation zutreffen. Bitte beachten Sie dabei die lokalen Informationen, die Sie in Schritt 2 zusammengestellt haben.

Um die spezifische **Anpassungsfähigkeit** Ihres betrachteten Gebiets zu bewerten, sollten Sie für jeden Rezeptor die folgenden Fragen stellen:

- *Ist der Rezeptor (finanziell, technologisch, sozial) in der Lage, willens und bereit, mit Wetterextremen fertig zu werden?*

Unter Berücksichtigung der Tabelle mit den früheren Ereignissen, sollten Sie in der Lage sein, eine Einstufung auszuwählen:

- **hoch:** Ja, der Rezeptor ist auf jeden Fall in der Lage, willens und bereit, derartige Ereignisse zu bewältigen.
- **mittel:** Der Rezeptor ist nur begrenzt in der Lage, willens und/oder bereit, derartige Ereignisse zu bewältigen.
- **niedrig:** Der Rezeptor allein ist nicht in der Lage, willens und/oder bereit, derartige Ereignisse zu bewältigen. Jede Veränderung oder Anpassung an eine Veränderung ist mit hohem Aufwand verbunden.

Um die passende **Verwundbarkeitsklasse** auszuwählen, berücksichtigen Sie die in Schritt 1 und 2 zusammengestellte Information: Verwundbarkeit ist abhängig von Empfindlichkeit (siehe Tabelle „Allgemeine Empfindlichkeiten“ in Schritt 1), Exposition eines Rezeptors gegenüber Wetterfolgen (siehe Tabelle „Frühere Ereignisse“ und „Räumliche Bedeutung“ in Schritt 2) und der Anpassungsfähigkeit (Kategorien werden in Schritt 3 beurteilt) im Hinblick auf diese Bedingungen.

Sie können zwischen den folgenden Kategorien wählen:

- **hoch:** Der Rezeptor ist hochempfindlich und dem jeweiligen Extremwetterereignis in hohem Maße ausgesetzt. Die Anpassungsfähigkeit ist mittel oder niedrig.

Lokale Informationen sammeln

Neben der tabellarischen Zusammenstellung ist die Kartierung eine gute Möglichkeit, Ihre lokalen Empfindlichkeiten abzuschätzen.

Die Strategie für Ihre Abschätzung sollte sein:

- Schauen Sie über Ihre eigene Abteilung / Ihr eigenes Fachgebiet hinaus und kooperieren Sie mit anderen Abteilungen
- Berücksichtigen Sie alle Rezeptoren
- Geben Sie Ihre Erkenntnisse weiter.

Wichtige Begriffe

Anpassungsfähigkeit

Die Fähigkeit, sich an den Klimawandel anzupassen, aus den Chancen Nutzen zu ziehen oder potenzielle Schäden abzumildern (IPCC, 2007; Ribeiro et al. 2009).

Im Anpassungskompass wird der Begriff in Zusammenhang mit den Rezeptoren verwendet.

Wie Sie Rezeptoren auswählen

Alle Rezeptoren sind mehr oder weniger von Extremwetterereignissen betroffen. Daraus folgt, dass Sie Fachleute verschiedener Abteilungen und Bereiche konsultieren sollten, um die Verwundbarkeit Ihrer Stadt zu bewerten. Das Entfernen von Rezeptoren ist im Allgemeinen nicht empfehlenswert, außer in einem Ausnahmefall: wenn ein Rezeptor in Ihrer Stadt nicht existiert.

- **mittel:** Der Rezeptor ist teilweise / beschränkt empfindlich und dem jeweiligen Wetterereignis extrem ausgesetzt. Die Anpassungsfähigkeit ist mittel oder hoch.
- **niedrig:** Der Rezeptor ist nur minimal oder nicht empfindlich gegenüber dem jeweiligen Wetterextremereignis. Er ist ihm auch nur geringfügig ausgesetzt. Die Anpassungsfähigkeit ist mittel oder hoch.

Sie müssen sich bewusst sein, dass die Auswahl der Anpassungsfähigkeit und der Verwundbarkeit eine qualitative und subjektive Wahl ist. Es ist empfehlenswert, die Einstufungen mit Ihren Kollegen zu diskutieren.



V3 - Verwundbarkeit anpassen

Nachdem Sie die lokale Empfindlichkeit durch das Ausfüllen der Tabellen zu früheren Ereignissen und der räumlichen Bedeutung abgeschätzt haben, sollten Sie in der Lage sein, die aktuelle Verwundbarkeit Ihres Gebiets zu überprüfen. Bitte wählen Sie zunächst Ihre Rezeptoren.

Die Anpassungsfähigkeit und die Verwundbarkeit sind für jeden Rezeptor voreingestellt.

Wenn die voreingestellten Einstufungen nicht für Ihre Stadt zutreffen, können Sie diese ändern (durch einen Klick).

Wenn Sie mit der Einstufung nicht sicher sind, prüfen Sie bitte Ihre lokale Empfindlichkeitsabschätzung und wenden Sie sich an Fachleute in Ihrer Stadt.

Auswählen	Rezeptoren	Allgemeine Empfindlichkeit des Rezeptors gegenüber Wetterereignissen		Anpassungs-fähigkeit	Verwundbarkeit klasse
		Extremwetterereignis	Potenzielle Auswirkungen		
<input checked="" type="checkbox"/>	Bevölkerung Öffentliche Gesundheit / empfindliche Gruppen	Hitzewelle	- Todesfälle, hauptsächlich infolge Herz- und Gefäßerkrankungen - Ausbreitung von übertragbaren und infektiösen Erkrankungen - Veränderte Allergiemuster - Hitzestress	hoch	mittel
		Extreme Kälte	- Verletzte und Todesfälle - Ausbreitung von Atemwegs- und infektiösen Erkrankungen - Auswirkungen auf die lufthygienische Situation - Führt zu einer Akkumulation von Spurenelementen	hoch	mittel
		Trockenheit	- Verletzte und Todesfälle - Ausbreitung von Erkrankungen durch verunreinigtes Wasser, hauptsächlich	hoch	mittel
		Starkregen / Hochwasser	- Verletzte und Todesfälle - Ausbreitung von Erkrankungen durch verunreinigtes Wasser, hauptsächlich	hoch	mittel

Ergebniszusammenfassung

Die Ergebnisseite gibt einen Überblick über die für Ihre Stadt festgestellten Verwundbarkeiten. Weiterhin gibt es Textkästen, in die Kommentare zu Ihrer Arbeit eingefügt werden können. Sie können die Ergebnisse der Verwundbarkeitsprüfung an Kollegen, externe Fachleute und Vorgesetzte weiterleiten.

Beispiele für Anpassungs-kapazität und Verwundbarkeit

Rezeptor „Industrie“

In einer Beispielstadt ist eine Industriebranche gegenüber Hitze und Trockenheit hochempfindlich und mittelempfindlich gegenüber anderen Extremwetterereignissen, wie z.B. Sturm (siehe Kapitel 1.2.4). Die Branche ist in der Lage, willens und bereit, sich an Hitze und Trockenheit anzupassen: das benötigte Wissen und die Verfügbarkeit alternativer Kühlungssysteme liegen vor. Dennoch ist die Anwendung im Fall von Trockenheit begrenzt. Die Anpassung an Sturm ist nicht ganz so einfach möglich. Obwohl das Wissen und die Fähigkeit vorhanden sind, ist der Wille, die Auswirkungen von Stürmen zu mindern, gering, da diese Extremwetterereignisse nur sehr unregelmäßig vorkommen und der Verlauf des Ereignisses schwierig vorherzusagen ist.

Daher ist die Fähigkeit der Branche sich anzupassen

- **Hoch** bei Hitzewellen
- **Mittel** bei Trockenheit
- **Mittel** bei Sturm.

In der Beispielstadt befinden sich sehr umfangreiche Industriegebiete, daher sollten Sie genauer hinschauen. Deshalb werden die Verwundbarkeitsklassen der Industrie bei Hitzewellen, Trockenheiten und Stürmen als **mittel** eingestuft.



V4 - Ergebnis

Kommentare: Bitte fügen Sie Kommentare hinzu oder berichten Sie über Probleme etc. Dies kann anderen helfen, die Ergebnisse Ihrer Verwundbarkeitsprüfung zu verstehen.

Gewählte Rezeptoren: Sie sehen in der Ergebniszusammenstellung nur die gewählten Rezeptoren. Um weitere Rezeptoren zu sehen, gehen Sie zurück zu Tabellenblatt V3, überprüfen Sie Ihre aktuelle Verwundbarkeit und wählen Sie weitere Rezeptoren aus.

Frühere Ereignisse: Hier sehen Sie die früheren Ereignisse, die Sie für jeden Klimaparameter identifiziert haben. Um weitere Ereignisse hinzuzufügen, gehen Sie zurück zu Tabellenblatt V2a.

Ausgewählte Rezeptoren

Rezeptor	Extremwetterereignis	Verwundbarkeitsklasse
Öffentliche Gesundheit / empfindliche Gruppen	Hitzewelle	mittel

Frühere Ereignisse

Spezielles Ereignis	Wetterextrem
Hitzewelle	

1.2 Auswirkungen von Extremwetterereignissen in Städten

Extremwetterereignisse haben schon immer Menschen und ihre Siedlungen betroffen. Es ist kein neues Phänomen, dass wir uns darauf vorbereiten und uns mit den Konsequenzen beschäftigen. Sich ändernde Wetterverhältnisse verursachen nicht nur kurzfristige Schäden, sondern betreffen auch die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Bereichen der menschlichen Gesellschaft und den natürlichen Ressourcen. Alle physischen Eigenschaften und sozioökonomischen Faktoren einer Stadt, wir nennen diese Rezeptoren, sind in verschiedenem Maß empfindlich gegenüber Extremwetterereignissen. Europäische Städte schauen auf eine lange Geschichte extremer Wetterereignisse zurück und können aus dem jeweiligen Umgang mit diesen lernen. Dieses Wissen sollte für eine nachhaltige Anpassung an den Klimawandel genutzt werden.

Klimaforscher gehen von einer steigenden Anzahl von Extremwetterereignissen aus. Diese Tendenz kann schon beobachtet werden, z.B. für Hitzewellen (BBSR 2009; IPCC, 2007). In den letzten 25 Jahren haben die Höchsttemperaturen in Europa alle Rekorde gebrochen und Hitzewellen haben zahlreiche Opfer gefordert. Ein extremes Beispiel ist die Hitzewelle im Sommer 2003, die zahlreiche soziale, wirtschaftliche und ökologische Konsequenzen hatte. Viele Wissenschaftler sind der Meinung, dass der Sommer 2003 höchstwahrscheinlich der heißeste Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen war.

Um sich an die Veränderungen, die der zukünftige Klimawandel mit sich bringt, anpassen zu können, ist es sehr hilfreich, die Auswirkungen und Konsequenzen vergangener Extremwetterereignisse zu verstehen. Daher werden in den folgenden Kapiteln mögliche Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die Rezeptoren beschrieben. Die beschriebenen Auswirkungen stellen keine umfassende Sammlung dar, sondern sind eine Zusammenstellung von häufigen Auswirkungen in Nordwesteuropa. Auf andere Teile Europas (z.B. den Mittelmeerraum und die Alpen) mag diese Sammlung nur mit Einschränkungen anwendbar sein.

Wichtige Begriffe

Extremwetterereignisse

Ein Ereignis, das extreme Wetterbedingungen mit sich bringt wie Hitze, Sturm oder Starkregen. Derartige Ereignisse treten selten, an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit auf.

Auswirkung des Klimawandels

Auswirkungen oder Konsequenzen des Klimawandels auf natürliche oder menschliche Systeme (IPCC, 2007).

Im Anpassungskompass werden diese Konsequenzen für jeden Rezeptor einzeln bewertet.

Öffentliche Gesundheit

Die öffentliche Gesundheit umfasst alle organisierten Maßnahmen (öffentlich oder privat), um Krankheiten zu vermeiden und die Gesundheit der Bevölkerung zu fördern. Die Aktivitäten streben Bedingungen an, unter denen die Menschen gesund sein können und dienen der gesamten Bevölkerung, nicht nur individuellen Patienten oder Krankheiten. Somit befasst sich die öffentliche Gesundheit mit dem gesamten System und nicht nur mit der Bekämpfung bestimmter Erkrankungen (WHO 2011).

1.2.1 Bevölkerung

Extremwetterereignisse führen zu vielfältigen gesundheitlichen Problemen, besonders bei Menschen, die Hilfe benötigen, weniger mobil sind und generell schon empfindlich auf Veränderungen in ihrer Umwelt reagieren. Betroffen sind hauptsächlich sehr junge, ältere, behinderte oder chronische kranke Personen.

Öffentliche Gesundheit / empfindliche Gruppen

Hitze

In Europa kommen extreme Temperaturen entweder bei Hitzewellen im Sommer oder bei Kälteperioden in den Wintermonaten vor. Im Hinblick auf die neuesten Tendenzen des Klimas sind die Auswirkungen von Hitzewellen auf die Gesundheit der Menschen besonders bemerkenswert: Extrem hohe Temperaturen wirken unmittelbar auf den menschlichen Organismus, u.a. steigen mit zunehmender Hitze die Anforderungen an das Herz-Kreislauf- und Atmungssystem.

Indirekte Auswirkungen sind zunehmende Infektionen durch Verbreitung von Krankheitsüberträgern, z.B. durch eine erhöhte Anzahl von Moskitos und Verhaltensänderung, z.B. eine höhere Kriminalitätsrate. Ein weiterer wichtiger Aspekt in Zusammenhang mit hohen Temperaturen und der öffentlichen Gesundheit ist die Haltbarkeit und Sicherheit von Lebensmitteln. Die meisten Infektionskrankheiten sind Infektionen durch Salmonellen, Campylobacter und andere Pathogene von verdorbenen Lebensmitteln. Wissenschaftler haben nachgewiesen, dass die Sterblichkeit an Tagen mit intensivem oder extremem Hitzestress beträchtlich steigt. In städtischen Gebieten, besonders in dicht besiedelten Gebieten, führt der „Effekt der städtischen Hitzeinsel“ zu noch höheren Temperaturen und zusätzlichen Gesundheitsrisiken.

Trockenheit

Trockenheit hat erhebliche Auswirkungen auf die Lufthygiene. Niederschlag bindet Teile von Spurenelementen in der Atmosphäre; jeder kennt die saubere Luft nach einem Sommerregen. Daher führen Trockenheiten, die häufig mit windstillen Wetterlagen zusammentreffen, zu einer Ansammlung von Spurenelementen, z.B. Feinstaub in der städtischen Atmosphäre.

Weitere Extremwetterereignisse

Überschwemmungen, Stürme und ihre Auswirkungen, z.B. Erdbeben, haben in Nordwesteuropa normalerweise geringere direkte Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit, obwohl man von Stressimplikationen ausgehen kann. Schäden an Gebäuden, Infrastruktur und Stromversorgung können je nach Ausmaß des Extremwetterereignisses zu Verletzten oder Toten, sowie mangelnder gesundheitlicher Versorgung führen.

Beispiele:

Öffentliche Gesundheit / verwundbare Gruppen

Hitzewelle in England, 2005

Während einer Hitzewelle mit Temperaturen von 28°C in Südostengland im Jahr 2005 hatten Sanitäter in der gesamten Region 60% mehr Einsätze pro Tag als normal.

Sturm in England, 2008

Während eines Sturms im Jahr 2008 wurden die Schüler der Torfield School in Hastings evakuiert, nachdem der Wind das Dach abgedeckt hatte.

Hitzewelle in Deutschland, 2003

Während der Hitzewelle im Sommer 2003 starben 7.000 Menschen an Herzinfarkt, Herz-Kreislauferkrankungen und Nierenversagen sowie an Problemen mit den Atmungssystemen und Funktionsstörungen des Stoffwechsels. Zusätzlich zu den direkten Auswirkungen der Hitzewelle auf die Gesundheit führte ein regionaler Mangel an Trinkwasser zu weiteren gesundheitlichen Problemen.

1.2.2 Infrastruktur

Die Infrastruktur ist die Grundlage der physischen und organisatorischen Struktur einer Stadt. Eine funktionierende Infrastruktur ist das wichtigste Kennzeichen einer Stadt und ihrer Gesellschaft. Die gesamte „harte“ Infrastruktur, z.B. Transportmöglichkeiten, Wasserver- und entsorgung und Energiesysteme, ist besonders anfällig für durch Extremwetterereignisse hervorgerufene Schäden. Schäden an Infrastruktureinrichtungen können von Sturm und Überschwemmung verursacht werden, aber auch durch extreme Kälte, Hitze und Trockenheit. Indirekte Auswirkungen sind Funktionsausfall, veränderte Nachfragemuster oder höhere Betriebskosten.

Verkehrswesen

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Sturm und Hochwasser / Überflutung können Transportwege und -systeme beschädigen. Durch beschädigte Straßen, Eisenbahnverbindungen, Flughäfen, etc. können die Menschen Probleme bei der Erreichbarkeit ihrer täglichen Ziele haben. Besonders betroffen sind Pendler.

Hitze, extreme Kälte

Stadtregionen sind besonders empfindlich gegenüber Hitze. Der „Effekt der städtischen Hitzeinsel“ führt dazu, dass die Temperaturen höher steigen als in der Umgebung. Dicht bebaute Gegenden mit wenig Schatten und Belüftung sind besonders verwundbar. Extreme Hitze kann die Verkehrsinfrastruktur beschädigen. Beispielsweise können sich Schienen verbiegen und Straßenbeläge können schmelzen, wie es von der Hitzewelle 2003 berichtet wurde.

Extreme Kälteperioden können Straßenschäden verursachen, deren Reparaturen kostenintensiv sind. Die Stadtreinigung muss viel Zeit, Mühe und Geld investieren, um eis- und schneefreie Straßen zu gewährleisten. Auch die öffentlichen Verkehrsmittel, vor allem Züge sind betroffen: Bei extremer Kälte können die Oberleitungen, Weichen oder die Schienen selbst einfrieren. Dies kann zu großen Verspätungen oder Ausfällen führen, während gleichzeitig die öffentlichen Verkehrsmittel bei extremen Wetterverhältnissen stärker frequentiert werden.

Energieversorgung

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Stürme und Hochwasser / Überflutung können Stromleitungen und Kraftwerke beschädigen. Dies kann zu Unterbrechungen der Stromversorgung oder zu Ausfällen und hohen Kosten für die Reparatur der Infrastruktur führen. Ein Beispiel für ein häufiges Problem sind umgestürzte Bäume, die auf Stromleitungen fallen und Ausfälle verursachen.

Hitze, Trockenheit und extreme Kälte

Konventionelle Kraftwerke können bei großer Hitze Probleme mit der Wasserkühlung haben. Durch hohe Kühlwassertemperaturen wird die Effizienz herabgesetzt. Gleichzeitig wird mehr Energie nachgefragt, z.B. für

Beispiele:

Verkehrswesen

Sturm in Europa, 2007

Der heftige Sturm, der Europa im Jahr 2007 traf, heißt Kyrill. Er zeigte das Verwüstungspotenzial solcher Stürme für die Verkehrsinfrastruktur. Der Verkehr war in Europa größtenteils lahmgelegt.

Hitzewelle in Europa, 2003

In Südostengland wurden Straßen und Schienen durch die Hitze beschädigt. Die Verwaltung der Grafschaft erhielt anschließend £ 4,6 Mio als Zuschuss zu den Straßenreparaturkosten.

Extreme Kälte in Deutschland, 2009/10

Im Winter 2009/10 verursachte das anhaltende Winterwetter einen Mangel an Streusalz und die Preise explodierten wegen der hohen Nachfrage.

Klimatisierung, so dass lang anhaltende Hitzewellen in Kombination mit Trockenheit zu einer verminderten Stromversorgung führen können.

Extreme Kälte kann zu steigenden Heizkosten führen. Unter Umständen können Stromleitungen sogar von Eisschichten verbogen werden.

Wasserver- und -entsorgung

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Neben den unmittelbaren Schäden an der technischen Infrastruktur kann die Wasserversorgung von Kontaminationen beispielsweise durch überflutete Industriebetriebe betroffen sein.

Hitzewelle, Trockenheit und extreme Kälte

Die wichtigsten Auswirkungen auf die Infrastruktur ergeben sich aus der Kombination von Hitzewellen und Dürren. Während Dürreperioden kann es einen Engpass an Wasserressourcen geben, vor allem weil Menschen dazu neigen, mehr Wasser zu verwenden, wenn es heiß und trocken ist: Sie duschen häufiger und waschen öfter ihre Kleider, die Gärten müssen bewässert werden. Algen und Bakterien verbreiten sich bei hohen Temperaturen in Oberflächengewässern. Die Wasserversorger müssen mehr Chemikalien verwenden, um das Trinkwasser zu behandeln. Extreme Kälte kann auch zu Schäden an Wasser- und Abwasseranlagen führen. Ein Beispiel sind platzende Wasserleitungen in kalten Wintern.

Soziale Infrastruktur

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Stürme und Hochwasser / Überflutung können alle öffentlichen Einrichtungen beschädigen. Herausforderungen ergeben sich aus den Nebenwirkungen der Extremwetterereignisse: Krankenhäuser können überfüllt sein und ein gutes Notfallmanagementsystem wird benötigt.

Hitze, Trockenheit und extreme Kälte

Die öffentliche Infrastruktur erfährt eine stärkere Nachfrage, da Krankenhäuser stärker belegt sind und die Menschen vielen Aktivitäten im Freien nachgehen, wie z.B. Besuch von Freibädern und Stränden, Grillfeste in Parks. Somit entstehen zusätzliche Betriebskosten für die öffentliche Hand. Außerdem wird bei heißem Wetter ein Steigen der Kriminalitätsrate beobachtet.

Die Auswirkungen extremer Kälte sind bekannt: Der Heizbedarf steigt, was die Betriebskosten öffentlicher Gebäude erhöht. Es kommt zu häufigeren Unfällen und die Krankenhäuser können überfüllt sein.

Beispiele:

Elektrizität und Heizung

Extreme Winterwitterung in Deutschland, 2005

In der Eifel verursachten die Wetterbedingungen im Jahr 2005 eine Vereisung der Stromleitungen. Die Strommasten brachen unter dem Gewicht des Eises zusammen und manche Gegenden waren tagelang ohne Stromversorgung.

Wichtige Begriffe

Soziale Infrastruktur

Der Receptor soziale Infrastruktur umfasst alle öffentlichen Einrichtungen wie Gemeinde- und Freizeiteinrichtungen (z.B. Schulen, Bibliotheken, öffentliche Sportplätze, Schwimmbäder), Krankenhäuser sowie Freiwilligennetzwerke und Gemeindebüros.

1.2.3 Bebauung

Extremwetterereignisse betreffen nicht nur Menschen und Funktionen von Infrastrukturen und Gebäuden, sondern auch die Bebauung selbst (Rezeptor Gebäude und Baumaterialien).

Gebäude und Baumaterialien

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Sturm und Hochwasser können nicht nur die Infrastruktur beschädigen (siehe Rezeptoren zur Infrastruktur), sondern auch die Gebäude in den betroffenen Gegenden. Die Schäden variieren in der Stärke je nach Art des Ereignisses. Starke Stürme wehen häufig Ziegel von Dächern. Die Überschwemmung von Häusern kann zu langfristiger Feuchtigkeit in den Wänden führen.

Die Auswirkungen werden durch versiegelte Oberflächen verstärkt (z.B. Asphalt, etc.). Das Wasser muss von diesen Oberflächen abfließen und sammelt sich in tiefer gelegenen Garagen und Kellern.

Hitze, extreme Kälte

Hitze kann Gebäude beschädigen, besonders in dicht besiedelten Gegenden. Zum Beispiel kann die Hitze einwirkung zur Deformation von Plastikteilen an Dächern und Fenstern führen. Stadtregionen sind besonders empfindlich gegenüber Hitze, der „Effekt der städtischen Hitzeinsel“ beschreibt den Temperaturunterschied zwischen wärmeren Städten und ihrer kühleren Umgebung. Dicht besiedelte Gebiete mit wenig Sonnenschutz oder Lüftung sind besonders verwundbar. Gebäude sind oft mit Klimaanlage ausgestattet, die zu höherem Stromverbrauch und höheren Kosten führen. Hitze führt auch zu Schäden an Belägen wie Asphalt, Teer, Eisenbahnschienen oder Plastik. Dunkle Oberflächen in dicht besiedelten Gegenden mit wenig Beschattung und ohne Durchlüftung sind besonders verwundbar. Schäden durch extreme Kälte stehen meist in Zusammenhang mit dem Einfrieren von Wasser, u.a. brechen Rohre oder es entstehen Risse durch Feuchtigkeit in den Mauern.

1.2.4 Lokale Wirtschaft

Alle Wirtschaftsbereiche sind den Auswirkungen in Zusammenhang mit Extremwetterereignissen ausgesetzt; die Auswirkungen können die lokalen wirtschaftlichen Aktivitäten zum Erliegen bringen.

Tourismus

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Sturm und Hochwasser können den Tourismus betreffen, indem touristische Attraktionen wie Denkmäler und Unterkünfte, beschädigt werden. Schäden an historischen oder kulturellen Gebäuden verursachen für den öffentlichen Haushalt hohe Kosten.

Hitze und Trockenheit

Der Tourismus in Nordwesteuropa profitiert von höheren Temperaturen und Trockenheit. Tagesgäste und Wochenendreisende kommen in hoher Anzahl besonders an die Küste. Daher kommen auf die öffentliche Verwaltung einige

Beispiele:

Gebäude

Starkregenereignis, Dortmund 2008

Am 26. Juli 2008 fielen in der Stadt Dortmund innerhalb von drei Stunden etwa 200 mm Regen. Unter anderem wurde ein Kindergarten überschwemmt und ein Elektronikgeschäft wurde geschädigt.



Foto: Hans Joachim Bomke

Herausforderungen zu: Mehr Touristen hinterlassen mehr Abfall und benötigen mehr Parkplätze, wahrscheinlich passieren mehr Unfälle und nächtliche Ruhestörungen sind in erhöhtem Maß zu erwarten.

Industrie

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Sturm und Hochwasser können die lokale Wirtschaft betreffen, indem der Infrastruktur Schäden zugefügt werden, auch an Industrieanlagen. Schäden in Gewerbegebieten, z.B. durch Überschwemmungen, können außerdem zu schweren Umweltproblemen führen.

Hitze und Trockenheit

Für die Industrie verursachen hohe Temperaturen einen zusätzlichen Bedarf, den Produktionsprozess und die Produktionsstätten oder Industrieanlagen selbst zu kühlen. Bei Trockenheit leiden Flüsse häufig unter Niedrigwasser. Daher können die Wasserressourcen zur Kühlung gerade dann begrenzt sein, wenn mehr Wasser zur Kühlung benötigt wird. Außerdem können die Industrieanlagen fernab von Küsten Probleme haben, mit Schüttgut beliefert zu werden, da dieses hauptsächlich von der Binnenschifffahrt transportiert wird. Bei extremen Wetterbedingungen steigen die Preise für Waren und Strom. Die Nachfrage nach Saisonwaren hängt stark von den Wetterbedingungen ab, so dass die Hersteller je nach ihrer Ausrichtung davon profitieren oder Verluste erleiden können.

Einzelhandel

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Sturm und Hochwasser können die lokale Wirtschaft durch Beschädigung von Geschäften und der Infrastruktur treffen.

Hitze und Trockenheit

Die Nachfrage nach Saisonwaren hängt stark von den Wetterbedingungen ab. Der lokale Einzelhandel und das Dienstleistungsgewerbe können je nach ihrer Ausrichtung davon profitieren oder Verluste erleiden.

1.2.5 Natürliche Ressourcen

Auch relativ geringe Veränderungen des Klimas haben schon immer Auswirkungen auf die natürliche Umgebung gehabt. Die Fähigkeit zur Anpassung an sich verändernde Umweltbedingungen sind eine grundlegende Eigenschaft von Flora und Fauna. Allerdings werden die Möglichkeiten der Anpassung natürlicher Ressourcen durch den Klimawandel und durch die besonderen Bedingungen in Stadtregionen begrenzt. In Städten zählen nicht nur natürliche Wasserressourcen und die Umgebungsluft zu den natürlichen Ressourcen, sondern auch Grünflächen, die hauptsächlich in Form von Parks und Stadtgärten zu finden sind. Diese Rezeptoren sind Haupteinflussfaktoren für die Lebensqualität in Städten und beeinflussen das Wohlbefinden der Menschen. Die Rezeptoren Land- und Forstwirtschaft spielen in Stadtregionen meist keine zentrale Rolle. Dennoch sind sie im Anpassungskompass enthalten, da es z.B. eine steigende Tendenz zum städtischen Gartenbau gibt und in

Beispiele:

Industrie

Hitzewelle in Europa, 2003

Wie es ganz Europa im Jahr 2003 erlebt hat, führte eine Hitzewelle zusammen mit einer starken Trockenheit zu enormen Preisanstiegen an den Börsen:
* für Strom durch eine begrenzte Produktion und
* für Rohmaterialien wegen schwieriger Transportbedingungen

Wichtige Begriffe

Natürliche Ressourcen

Natürliche Ressourcen sind in der Natur vorkommende Schätze, die durch menschliche Aktivitäten verwendet, konsumiert oder ausgebeutet werden.

manchen Großstadtreionen und Städten Wälder am Stadtrand wichtige Naherholungsgebiete darstellen.

Grünflächen

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Ereignisse wie Stürme und Hochwasser / Überflutung führen zu Schäden an der Infrastruktur und Vegetation. Dadurch können für die Stadtregion wichtige Grünflächen verwüstet werden. Als Folge von Überschwemmungen können Schadstoffe oder Salzwasser in Gewässer oder den Boden gelangen, was wiederum der Flora und Fauna schaden kann.

Hitze, Trockenheit und extreme Kälte

Bei Hitzewellen und Trockenheit ist die Verfügbarkeit von Wasser begrenzt: Oberflächen- und Grundwasserressourcen schrumpfen bei gleichzeitiger Verdunstung und Erhöhung von Wasserbedarf der Vegetation. So geraten Pflanzen und Tiere in Stress durch Trockenheit und Hitze. Die Betriebskosten (z.B. für Bewässerung) steigen. Bei lang andauernden Trockenheiten können sensible Pflanzen sterben. Außerdem steigt das Brandrisiko.

Während extremer Kälteperioden werden je nach Region und Pflanzenart die Pflanzen beschädigt oder vernichtet. Die Palmen an der Südküste Englands zum Beispiel tolerieren keine lang andauernde und extreme Kälte.

Wasserressourcen und -qualität

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Als Folge von Hochwasser / Überflutung können Schadstoffe oder Salzwasser in Gewässer und in den Boden eingetragen werden und die Wasserqualität beeinträchtigen.

Hitze und Trockenheit

Ein Hauptproblem bei Hitzewellen und Trockenheit ist, dass die Oberflächen- und Grundwasserressourcen schrumpfen. Dies führt indirekt zu höheren Betriebskosten (z.B. für die Wasseraufbereitung) bei gleichzeitig erhöhter Nachfrage. Außerdem verbreiten sich in den Gewässern Algen und Bakterien und je nach der lokalen Situation kann auch die Versalzung der Gewässer ein akutes Problem werden.

Luftqualität

Hitze und Trockenheit

Smog und eine hohe Konzentration von Luftschadstoffen und Allergenen sind weitere Folgen von Hitzewellen und Trockenheit. Besonders in Stadtregionen verschlechtert sich die Luftqualität in derartigen Phasen. Die veränderte Luftqualität hat auch Auswirkungen auf andere Rezeptoren der Stadt (z.B. öffentliche Gesundheit).

Wichtige Begriffe

Biodiversität / Ökosysteme

Die Vielfalt lebender Organismen aus allen Bereichen einschließlich terrestrischen, marinen und anderen aquatischen Ökosystemen und die ökologischen Komplexe, zu denen diese gehören; dies schließt die Diversität innerhalb der Arten, zwischen den Arten und der Ökosysteme ein.

Landwirtschaft

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Ereignisse wie Stürme und Hochwasser / Überflutung beschädigen die Ernte. Außerdem können Schadstoffe oder Salzwasser in Gewässer und den Boden gelangen, was wiederum zu Schäden an Flora und Fauna führen kann. Die obere Bodenschicht erodiert schnell bei Überschwemmungen und Sturm.

Hitze, Trockenheit und extreme Kälte

Schon heute wird der Landwirtschaftssektor positiv und negativ von kurzfristigen Extremwetterereignissen und veränderten Klimabedingungen beeinflusst. Solange sich das Niederschlagsmuster nicht deutlich verändert, sind wärmere Perioden für die Landwirtschaft in Nordwesteuropa eher positiv, z.B. für Getreidearten wie Weizen. In Kombination mit dem Anstieg der CO₂-Konzentration wird erwartet, dass sich das Pflanzenwachstum steigert. Dennoch haben Extremwetterereignisse wie starke Regenfälle und Trockenheit gepaart mit Problemen der Umweltverschmutzung schon immer negative Auswirkungen auf die Ernte gehabt.

Das Schrumpfen der Oberflächen- und Grundwasserressourcen verursacht für Pflanzen und Tiere Stress durch Hitze und Trockenheit und führt indirekt zu einem größeren Bewässerungsbedarf. Bei lang andauernden Trockenheiten können sensible Pflanzen eingehen und das Brandrisiko steigt.

Extrem kaltes Wetter verursacht Schäden an vielen Getreidearten und Obstplantagen, wenn es in der Vegetationszeit vorkommt. Besonders in den ersten Monaten des Frühjahrs kann strenger Frost dazu führen, dass junge Pflanzen oder Obstblüten erfrieren.

Forstwirtschaft

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Stürme und Hochwasser / Überflutung führen zu Schäden der Vegetation und Infrastruktur des Waldes. Besonders verwundbar bei Stürmen ist der Baumbestand. Außerdem können Schadstoffe oder Salzwasser in Gewässer und in den Boden gelangen, was wiederum die Flora und Fauna schädigen kann.

Hitze und Trockenheit

Das Schrumpfen der Oberflächen- und Grundwasserressourcen verursacht auch bei Bäumen und Tieren in den Wäldern Stress durch Hitze und Trockenheit und beeinflusst somit die Gesundheit und das Wachstum der Bäume. Bei lang anhaltenden Trockenheiten können sensible Pflanzen eingehen und das Waldbrandrisiko steigt.

Biodiversität / Ökosysteme

Sturm und Hochwasser / Überflutung

Als Folge von Hochwasser / Überflutung können Schadstoffe und Salzwasser Ökosysteme beeinträchtigen. Ökosysteme (z.B. Feuchtgebiete) können aber auch von regelmäßigen Überschwemmungen abhängig sein.

Beispiele:

Extreme treffen die europäische Landwirtschaft hart

Im letzten Jahrzehnt litt die Landwirtschaft in einigen Teilen Nordwesteuropas (z.B. Westdeutschland) unter Kälte und extremem Frost in den Frühlingsmonaten, besonders in den Jahren 2004, 2006, 2011 und 2012. Dies beeinträchtigte das Getreide und die Obstplantagen in der wichtigen frühen Vegetationsphase. Häufig folgten darauf extrem trockene Frühjahre und frühe Sommermonate: am extremsten trat dies im Jahr 2003 auf, aber auch in den Jahren 2006, 2007, 2008, 2011 und 2012. Nicht alle Feldfrüchte leiden unter den Bedingungen. Bei Zuckerrüben oder Kartoffeln haben die trockenen Frühjahre und die warmen Herbstmonate der letzten Jahre zu hervorragenden Ernten geführt.

Invasive Arten verursachen in ganz Europa Probleme

Bekannte Beispiele sind die Pflanze Ambrosia oder das graue Eichhörnchen, das in Nordamerika beheimatet ist. Auch der aus Asien stammende Harlekin-Marienkäfer ist inzwischen in Gebieten Mittel-Westeuropas verbreitet und steht im Verdacht, den einheimischen europäischen Marienkäfer zu verdrängen.

Hitze und Trockenheit

Die Beschränkung des verfügbaren Wassers während Hitzewellen und Trockenheit hat auch Konsequenzen für die Biodiversität. Außerdem verbreiten sich Algen und Bakterien in den Gewässern und je nach lokaler Situation kann die Versalzung der Gewässer ein akutes Problem werden. Beide Aspekte führen zu einem Rückgang der Biodiversität im Wasser. Die neue Situation eröffnet jedoch auch neue Lebensbedingungen für Flora und Fauna. Zunehmende Temperaturen können die Verbreitung bestimmter invasiver Arten bewirken.

1.3 Erfahrungen von FUTURE CITIES

Regionale Analyse der Verwundbarkeit in Südostengland (UK)

In Südostengland untersuchte der ehemalige Verband lokaler Behörden und der regionalen Wirtschaftsförderung (South East England Partnership Board) die Verwundbarkeit der Region. Er hat dafür unterschiedliche Rezeptoren bewertet, wie zum Beispiel Bevölkerung, öffentliche Gesundheit, Wasserressourcen und wirtschaftliche Entwicklung. Der Verband entschied, zunächst die aktuelle Verwundbarkeit mit folgender Fragestellung zu betrachten: Welche Konsequenzen gibt es schon heute als Folge von Hochwasser und Bodenerosion?

Das Verfahren identifiziert die Flächen mit dem höchsten Risiko. Diese „hot spots“ der Verwundbarkeit wurden durch das Übereinanderlegen von Karten mit verschiedenen geographischen Informationen herausgefiltert. Die Erfahrungen mit den hier gewählten Rezeptoren und Indikatoren sind in den FUTURE CITIES Kompass eingeflossen.

Überprüfung der lokalen Verwundbarkeit in Hastings (GB)

Der Projektpartner Hastings Borough Council hat anhand eines lokalen Klimawandelfolgen-Profiles die lokale Verwundbarkeit beschrieben. Die Vorgehensweise wurde in England durch das UK Klimawandelfolgen-Programm eingeführt, um die Auswirkungen von Extremwetterereignissen zu untersuchen. Hastings liegt an der südostenglischen Küste. Die extremen Wetterereignisse, über die hier in den letzten zehn Jahren in den Medien berichtet wurde, und die Auswirkungen auf städtische Dienstleistungen und die Bevölkerung wurden dokumentiert. 20 Hochwasserereignisse, 14 Dürreperioden und je 7 Hitzewellen und starke Winde wurden festgehalten. Ein Ergebnis ist, dass Hitzewellen sich sowohl positiv als auch negativ auswirken. Einerseits besuchten mehr Touristen Hastings, wo die Temperaturen angenehmer als im Landesinneren waren. Andererseits gab es aber auch mehr Beschwerden über Lärmbelästigungen in warmen Sommernächten. Der Prozess trug auch zur Sensibilisierung in den verschiedenen Verwaltungsbereichen bei, da die notwendigen Informationen unter Zusammenarbeit verschiedener Abteilungen zusammengetragen wurden.

Nach der Bewertung der Verwundbarkeit entwickelte Hastings Borough Council einen stadtweiten Plan zur Anpassung, der auf den regionalen und lokalen Daten der Klimaprojektion in Großbritannien (2009) aufbaut. Ausschnitte des Klimawandelfolgen-Profiles von Hastings stehen Ihnen als Beispiel zum Ausfüllen der Tabelle V2a „Frühere Ereignisse“ im Anpassungskompass zur Verfügung.

Weiterlesen:

Regional Vulnerability Assessment, South East England

www.climatesoutheast.org.uk

Hastings Local Vulnerability Check

www.hastings.gov.uk

Bewertung des lokalen Klimas der Stadt Arnhem (NL)

Der Projektpartner Arnhem hat sich intensiv mit den Auswirkungen von hohen Temperaturen in der Stadt und dem so genannten Hitzeinseleffekt beschäftigt: Die durchschnittliche Temperatur ist in einer Stadt höher als in ihrer Umgebung.

Arnhem entwickelte dazu verschiedene Instrumente. Die Stadtklima-Analysekarte, auch „Hitze-Karte“ genannt, zeigt auf der Grundlage der fünf Faktoren Topographie, Landnutzung, Stadtstruktur, Materialien / Farbe und Windschneisen Flächen mit erhöhtem Hitzisiko, aber auch Möglichkeiten zur Kühlung durch Frischluft. Im August 2009 wurde nach einer Serie von heißen Tagen mit Spezialfahrrädern die Temperatur am Boden gemessen. Spätabends wurde ein Temperaturunterschied von 7 °C zwischen befestigten und grünen Flächen festgestellt. Die Ergebnisse bestätigen die Aussagen der „Hitze-Karte“. In derselben Zeitspanne wurden aus einem Flugzeug in 4.000 Metern Höhe Bilder mit einer wärmesensiblen Kamera aufgenommen. Der Vergleich dieser Hitze-Scans mit der „Hitze-Karte“ führte zu interessanten Folgerungen: Die „Hitze-Karte“ sagte zunächst aus, dass die offene Fläche um das Fußballstadion „Gelredome“ die Gegend vor Überhitzung bewahren könnte. Die Hitze-Scans zeigten jedoch, dass das Stadion nachts die Wärme merklich abstrahlt, die es tagsüber speichert.

Um den Handlungsbedarf zu definieren, wurde die „Hitze-Karte“ in einen „Wärme-Verminderungsplan“ weiterentwickelt. Dieser unterteilt die Flächen in vier Kategorien, in denen unterschiedliche Maßnahmen erforderlich sind. Beide Kartenwerke veranlassten Stadtplaner und Projektentwickler, über Hitzeinseln nachzudenken und ihre Projekte klimatauglicher zu gestalten.

Extremes Niederschlagsereignis in Dortmund, Juli 2008 (DE)

Am 26. Juli 2008 fielen in der Stadt Dortmund innerhalb von drei Stunden etwa 200 mm Regen. Diese Niederschlagsmenge ist doppelt so hoch wie der durchschnittliche monatliche Niederschlag in dieser Gegend im Monat Juli. Betroffen war ein Gebiet von 2,5 km², so dass es ein lokales Extremereignis war. In drei Stadtteilen waren die Straßen völlig überflutet und die Deiche der Emscher und ihrer Nebenflüsse wurden teilweise überströmt. Unter anderem wurde ein Kindergarten überschwemmt und ein Elektronikgeschäft wurde geschädigt. Das existierende Entwässerungssystem war nicht in der Lage, mit den Wassermassen fertig zu werden. Der Schaden belief sich auf mehrere Millionen Euro.

Statistisch kommt ein derartiges Extremereignis nur alle hundert Jahre vor. Die bestehenden Regeln in Deutschland sehen die Dimensionierung des Kanalsystems für ein solches Ereignis nicht vor. Der Ausbau der Wasserinfrastruktur für künftige Ereignisse dieses Ausmaßes ist wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Lösungsstrategien sind daher ein konsequentes Monitoring und die Umsetzung des bestehenden Hochwasserrisikomanagements mit allen beteiligten Akteure, eine sorgfältige Überprüfung der aktuellen Wassermengen in der Region und schließlich die Einrichtung eines Beauftragten für Überschwemmungsthemen bei der Stadtverwaltung, der sich um derartige Anliegen kümmert und für die Bürger als Ansprechpartner fungiert.

Wichtige Begriffe

Stadtstruktur

Der Begriff dient im Anpassungskompass zur Kategorisierung von Anpassungsmaßnahmen, die die ganze Stadt und ihre Morphologie umfasst, d.h. es werden der Aufbau der Stadt und ihre Elemente und Materialien betrachtet (Volumen, Gebäudedichte im Vergleich zu freien Flächen).

Beispiele:



Lesen Sie mehr über die Erfahrungen von FUTURE CITIES im Abschlussbericht des Projekts „Der FUTURE CITIES Führer zu lebenswerten und klimatauglichen Städten“. Den englischsprachigen Bericht finden Sie unter www.future-cities.eu

1.4 Weiterführende Informationen

Es gibt mehrere Tools und Leitlinien, die den verschiedenen Zielgruppen dabei behilflich sind, ihre Verwundbarkeit durch den Klimawandel zu bewerten. Wie auch beim Anpassungskompass ist die Bewertung der Verwundbarkeit meist in einen umfassenden Anpassungsprozess integriert.

Beispiele für Tools und Leitlinien, die eine Bewertung der Verwundbarkeit umfassen, sind:

- der **Adaptation Wizard** des UK Climate Impacts Programme (UKCIP) und die Webseiten des UKCIP
www.ukcip.org.uk/wizard/
- **Klimalotse**: Leitfaden zur Anpassung an den Klimawandel des Umweltbundesamts Deutschland
www.klimalotse.anpassung.net
- **KlimaateffectAtlas**: Informationen zu den Auswirkungen in verschiedenen Regionen der Niederlande von dem Royal Netherlands Meteorological Institute
<http://klimaateffectatlas.wur.nl/bin/cmsclient.html>

Weitere Tools werden derzeit entwickelt. Es lohnt sich, einige der im Modul „Auswirkungen des Klimawandels verstehen“ angegebenen Links zu verfolgen, um aktuelle Informationen zu erhalten.

Wenn Sie einen Überblick über die potenziellen Verwundbarkeiten Ihrer Region erhalten möchten, ist ein Blick auf die **Anpassungsstrategien** Ihres Landes oder Ihrer Region ein guter Anfang. In kleineren Ländern umfasst die Anpassungsstrategie das ganze Land, in größeren Ländern gibt es häufig regionale Anpassungsstrategien. In Deutschland zum Beispiel haben alle Bundesländer ihre eigene Anpassungsstrategie. In Großbritannien haben bereits mehrere Städte ihr „**Local Climate Impacts Profile**“ („**Profil der lokalen Klimafolgen**“) mit einer detaillierten Untersuchung der Verwundbarkeiten fertiggestellt.

Nationale und regionale Anpassungsstrategien

Die folgenden nationalen oder regionalen Anpassungsstrategien sind zu finden unter www.future-cities.eu/

Belgien

National Climate Commission
 (2010): „Belgian national climate change adaptation strategy“

Frankreich

La Documentation française, (2007): „Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique“

Nordrhein-Westfalen

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (2009): „Anpassung an den Klimawandel – Eine Strategie für NRW“

Niederlande

Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment et al. (2007): „National Programme for Spatial Adaptation to Climate Change“

Großbritannien

Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) (2009): „Adapting to climate change UK Climate Projections“