



## Wie verwundbar ist die Region in Zeiten des Klimawandels?

Wie verwundbar eine Region durch den Klimawandel ist, hängt wesentlich von zwei sehr unterschiedlichen Faktoren ab: zum einen davon, wie stark die möglichen Auswirkungen durch die projizierten Klimaänderungen sind, zum anderen davon, wie die Fähigkeit der Gesellschaft entwickelt ist, sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

Beides ist im Rahmen der Verwundbarkeitsanalyse für verschiedene Sektoren und Handlungsbereiche in der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten untersucht worden. Die Ergebnisse zeigen, welche Sektoren gefährdet sind und wo es einen höheren oder geringeren Anpassungsbedarf gibt. Damit stellt die Verwundbarkeitsanalyse eine Grundlage für die Entwicklung einer regionalen Anpassungsstrategie dar.

In der Verwundbarkeitsanalyse ist das vorhandene Wissen über Wirkpfade des Klimawandels auf die heutige Situation regional bedeutsamer Sektoren und Handlungsbereiche zusammengetragen worden. Zusätzlich zu den wissenschaftlichen Analysen sind Erkenntnisse

aus regionalen Klimafolgenforschungsprojekten sowie Befragungen von Unternehmen und Entscheidungsträgern aus der Region genutzt worden. Die Ergebnisse stellen einen Überblick der erwarteten regionalen Auswirkungen des Klimawandels auf den Naturraum und die sozioökonomische Situation dar und zeigen den Anpassungsbedarf in einer mittelfristigen (bis 2050) und einer langfristigen Perspektive (über 2050 hinaus – bis 2100) auf. Sie liefern darüber hinaus Hinweise auf mögliche Konflikte zwischen einzelnen Sektoren, die sich durch die Anpassungserfordernisse ergeben. Die Ergebnisse bilden einen zentralen Ausgangspunkt für die weitere Arbeit in ‚nordwest2050‘ in Richtung einer Roadmap of Change für die Region.





## Was bedeutet Verwundbarkeit?

In Anlehnung an die internationale Klimaforschung beschreibt Verwundbarkeit (Vulnerabilität), in welcher Weise und wie stark ein System gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels anfällig ist bzw. nicht fähig ist, diese zu bewältigen. Das Konzept der Verwundbarkeitsanalyse setzt sich somit aus folgenden Teilen zusammen (siehe Abbildung):

- **Klimawandel** umfasst die in den ‚nordwest2050‘-Klimaszenarien beschriebenen Veränderungen klimatischer Parameter (vgl. kurz+bündig Nr. 1);
- **Exposition** beschreibt die klimatischen Veränderungen, die auf einen Sektor oder Handlungsbereich einwirken;
- **Sensitivität** beschreibt die heutige Empfindlichkeit eines Sektors oder Handlungsbereichs gegenüber den aktuellen Klimabedingungen;
- **potenzielle Auswirkungen** ergeben sich aus der Kombination von Exposition und Sensitivität ohne Berücksichtigung zusätzlicher, als Reaktion auf den Klimawandel unternommener Anpassungsmaßnahmen;
- **Anpassungskapazität** berücksichtigt neben der natürlichen Anpassungsfähigkeit das Wissen über Anpassungsstrategien und -maßnahmen, die technische, institutionelle oder organisatorische Fähigkeit eines Sektors oder Handlungsbereichs zur Planung, Vorbereitung, Unterstützung und Umsetzung von Handlungsmaßnahmen zur Anpassung sowie die Anpassungsbereitschaft;
- **Die Verwundbarkeit** eines Sektors oder Handlungsbereichs ergibt sich aus der kombinierten Betrachtung der vorherigen Bestandteile.

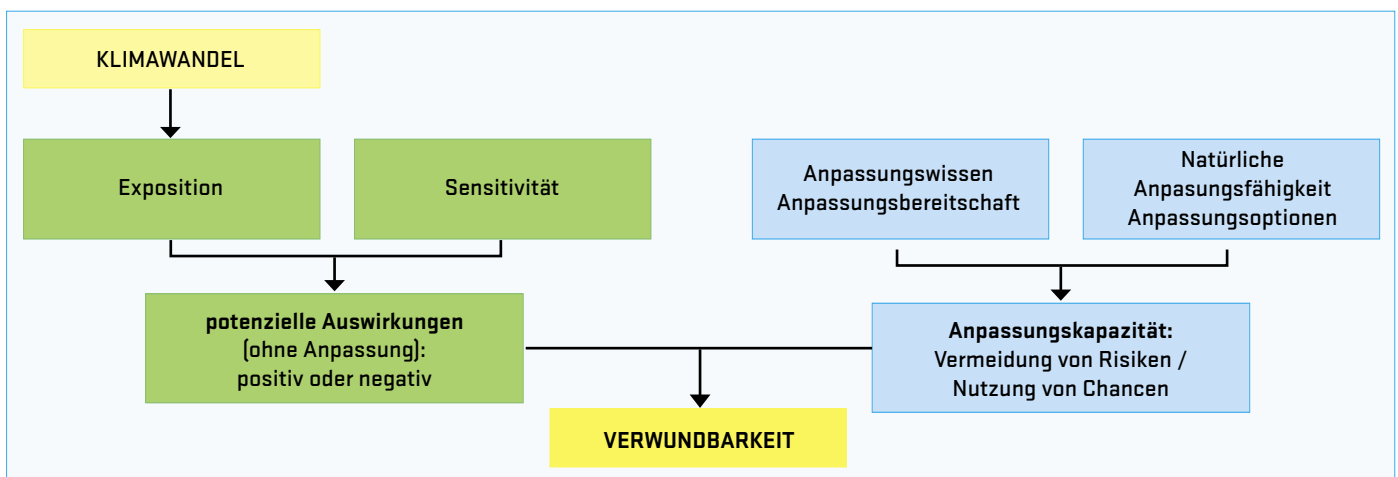


Abb.: Konzept der regionalen klimawandelbezogenen Verwundbarkeitsanalyse (verändert nach EEA 2008 und Europäische Kommission 2009).



**Tabelle:** Bewertungsergebnisse der Verwundbarkeitsanalyse für ausgewählte Sektoren.  
 ■ steht für geringe, ■ für mittlere, ■ für hohe Verwundbarkeit.

Sektor	Wirkpfade des Klimawandels (Beispiele)	potenzielle Auswirkungen	Anpassungs-kapazität	Verwundbar-keit
Küstenschutz	Sicherheitsniveau der Küstenschutzelemente und potenzielle Schäden im Binnenland für moderaten Anstieg der Wasserstände: Der moderate Anstieg der Sturmflutwasserstände führt zu einer gering erhöhten Belastung und Versagenswahrscheinlichkeit der Küstenschutzbauwerke. Die begonnene Anpassung der Küstenschutzbauwerke (Generalplan Küstenschutz mit Klimawandelzuschlag und Baureserve) kann kurz- bis mittelfristig den heutigen Sicherheitsstandard halten.	gering	hoch	■
menschliche Gesundheit	Ein wärmeres Klima begünstigt die Ausbreitung von Stechmücken, Zecken, Flöhen und Wanzen und erhöht damit das Übertragungsrisiko von Infektionskrankheiten, wie z.B. Borreliose. Zudem verlängert sich die Pollensaison und damit die Beschwerdezeit durch Allergene für Personen mit Asthma oder Heuschnupfen.	gering-mittel	mittel-hoch	■
Tourismus-wirtschaft	Durch die Zunahme des thermischen Komforts kann die Attraktivität der Küstenregion als Tourismusdestination zunehmen. Wetterabhängige Outdoor-Aktivitäten sind durch die klimatischen Veränderungen stärker betroffen als Indoor-Angebote oder Städtereisen. Die touristische Infrastruktur könnte vor allem durch die Zunahme von Starkregen- und Sturmtagen sowie der Sturmflutgefahr betroffen sein.	gering-mittel	mittel-hoch	■
menschliche Gesundheit	Hitzeperioden können gerade bei älteren Menschen zu gesundheitlichen Problemen und erhöhten Sterberaten führen. Daneben stellen auch Extremereignisse, wie starke Unwetter, Überschwemmungen oder Sturmfluten eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar.	mittel-hoch	hoch	■
Bauwesen	Starkregen, Hagel, Sturmfluten und Stürme können zu direkten Schäden an Gebäuden führen. Zudem sind auch indirekte Schäden möglich durch Schwankungen des Grundwasserspiegels und erhöhte Feuchtebelastung (z.B. Setzungsrisse, Fäulnis). Frostschäden nehmen ab.	gering-mittel	mittel	■
Wasserwirtschaft und Hochwasserschutz	Wassermanagement (Geest): Trockenere Sommer können zu einem erhöhten Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft und zu einem Absinken des Grundwasserspiegels führen. Dadurch vermindert sich das für die Wasserversorgung nutzbare Grundwasserdargebot.	gering-mittel	mittel-hoch	■
	Wassermanagement (Marsch): Durch den Anstieg der Tidewasserstände und die Verlagerung der Brackwasserzone erhöht sich die zu pumpende Wassermenge zur Entwässerung. Es kommt zur Einschränkung der Zuweisungsmöglichkeit aus der Unterweser aufgrund erhöhter Salzgehalte und zu verstärktem Salzeintrag in die Marschengewässer sowie in das Grundwasser im küstennahen Bereich.	gering-hoch	mittel-hoch	■

**Tabelle:** Bewertungsergebnisse der Verwundbarkeitsanalyse für ausgewählte Sektoren.

■ steht für geringe, ■ für mittlere, ■ für hohe Verwundbarkeit.

Sektor	Wirkpfade des Klimawandels (Beispiele)	potenzielle Auswirkungen	Anpassungs-kapazität	Verwundbar-keit
Wasserwirtschaft und Hochwasserschutz	Gewässerschutz und Sicherung von Wasserressourcen: Durch den Anstieg der Wassertemperaturen kann es zu einer Verschlechterung der Gewässer- und Grundwassergüte und zu Einschränkungen der Brauchwassernutzung kommen (z.B. Kühlwasserdargebot für Kraftwerke).	mittel	mittel-hoch	
	Binnenhochwasserschutz und Siedlungswasserwirtschaft: Die Zunahme der winterlichen Niederschläge und Starkregeneignisse führen zu einer höheren Belastung der Hochwasserschutzanlagen und einer häufigeren Überlastung von Kanalisation und Entwässerungssystemen.	mittel-hoch	mittel-hoch	
Raumplanung	Klimawandelbedingte Handlungserfordernisse entstehen für die Aufgabebereiche „Schutz von Siedlungsräume vor Extremwetterereignissen“, „Vorsorge für Biodiversität und Naturschutz“, „Wassermanagement und Schutz von Wasserressourcen“ sowie „Flächen- und Risikovorsorge für den Binnenhochwasser- und den Küstenschutz“.	mittel	mittel	
Bodenschutz	Die saisonale Verschiebung der Niederschläge kann zu Wassermangel und Einschränkungen der Nährstoffverfügbarkeit im Sommer sowie zu Wasserübersättigung/Staunässe und einem erhöhten Nitratauswaschungsrisiko im Winter führen. Die zunehmende Bodenfeuchtigkeit im Winter erhöht außerdem die Gefahr der Bodenverdichtung. Weitere Folgen können eine zunehmende Wasser- und Winderosion sein. Folgen für den Humusgehalt und die Bodenfunktionen sind möglich.	mittel	mittel	
Bevölkerungs- und Katastrophenschutz	Klimawandelbedingte Zunahme der Intensität von Extremereignissen erhöht die personellen und finanziellen Anforderungen an den Bevölkerungsschutz und den Schutz der „Kritischen Infrastrukturen“. Zusätzlich können sich die Anforderungen an die Gesundheitsversorgung erhöhen.	mittel	mittel	
Biodiversität und Naturschutz	Durch den Klimawandel kann es zu Arealverschiebungen von Arten, Zuwanderung gebietsfremder Arten und damit zu Veränderungen in den Lebensgemeinschaften kommen. Hiervon sind auch geschützte Lebensräume und die Biodiversität betroffen, so dass Schutzziele überprüft werden müssen. Der Klimawandel wirkt als zusätzlicher Stressfaktor auf Ökosysteme und kann dadurch Veränderungen beschleunigen.	mittel-hoch	mittel	
Küstenschutz	Sicherheitsniveau der Küstenschutzelemente und potenzielle Schäden im Binnenland für stark beschleunigten Anstieg der Wasserstände: Ein stark beschleunigter Anstieg der Sturmflutwasserstände führt zu einer deutlich erhöhten Belastung und Versagenswahrscheinlichkeit der Küstenschutzbauwerke. Es ist im Versagensfall aufgrund größerer Überflutungsausdehnung und -höhe mit höheren Schäden im Binnenland zu rechnen. Die heutige Küstenschutzstrategie kann an ihre Grenzen stoßen.	hoch	gering-mittel	



## Welche weiteren Aspekte beeinflussen die Verwundbarkeit der Region?

### Grenzen der Klimaszenarien: Extremereignisse und Unsicherheiten

Für die Gesellschaft sind neben den Änderungen der mittleren Verhältnisse des Klimas insbesondere Extremereignisse wie Hitzeperioden, Stürme, Starkregen oder Sturmfluten aufgrund ihres Schadenpotenzials von hoher volkswirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Bedeutung. Während die Kenntnisse über die künftigen Trends der mittleren klimatischen Verhältnisse – trotz zum Teil erheblicher Spannweiten – relativ gut sind, ist das Wissen über die zukünftige Intensität von Extremwetterereignissen noch deutlich geringer. Die ‚nordwest2050‘-Klimaszenarien – als Grundlage der Verwundbarkeitsanalyse – machen nur Angaben zu den Extremereignissen Hitzeperiode und Sturmfluthöhe. Daher kann die Verwundbarkeit der Region durch die noch unbekanntere Zunahme von Extremereignissen höher ausfallen, insbesondere im Zusammenspiel von Extremen (z. B. Sturmflut und Binnenhochwasser, Sturm und Starkregen). Entscheidungsträger stehen damit vor der Herausforderung, Anpassungsstrategien unter Unsicherheitsbedingungen so zu planen, dass sie die aus den Spannweiten der Klimaentwicklung resultierenden Auswirkungen bewältigen helfen.

### Konflikte durch Klimaanpassung

In der Metropolregion Bremen-Oldenburg werden durch die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels sowohl an der Küste als auch im ländlichen und städtischen Raum Anpassungsmaßnahmen erforderlich, die zusätzlichen Flächenbedarf erfordern. Dies kann zu Zielkonflikten und Flächennutzungskonkurrenzen zwischen verschiedenen sektoralen Ansprüchen führen.

So wird die erforderliche und bereits begonnene Anpassung im Küstenschutz zu verstärkten Konflikten mit beispielsweise der Siedlungs-, Gewerbe- und Industrieflächenentwicklung, dem Infrastrukturausbau (Verkehrswege, Hafenanlagen usw.), dem Naturschutz, der Landwirtschaft und dem Tourismus im Küsten- und Ästuarbereich führen. In den ländlichen Räumen kann die zunehmende Erzeugung energetisch nutzbarer Biomasse in Konflikt mit den Zielen einer umweltverträglichen Nahrungsmittelproduktion und (weltweiten) Ernährungssicherheit stehen. In Städten können sich Zielkonflikte zwischen einer kompakten und damit emissionsmindernden Siedlungsentwicklung und der Gewährleistung einer ausreichenden Freiflächenentwicklung zur Verringerung städtischer Hitzeinseleffekte verstärken.

Angepasste Nutzungskonzepte und Abwägungsprozesse, wie ein Integriertes Küstenzonenmanagements (IKZM) für multifunktionale Küstenschutz zonen, ein nachhaltiges Landmanagement und eine integrierte Stadtentwicklung, können geeignet sein, sowohl heutige Konflikte als auch zukünftige Risiken für mehrere Sektoren zu verringern (Synergien). Für eine integrierte Anpassungsstrategie bietet sich an, solche Synergien zu nutzen und entsprechende Maßnahmen und Optionen vorrangig anzugehen. So können die Herausforderungen durch den Klimawandel auch zu einer Chance für die nachhaltige Entwicklung der Region werden.

### Globale Folgen des Klimawandels für die Region

Die weltweit auftretenden Wirkungen des Klimawandels haben auch Konsequenzen für die Verwundbarkeit der Metropolregion Bremen-Oldenburg, da sie über globale Wertschöpfungsketten auf die Region wirken werden. Für die regionale Tourismuswirtschaft ist beispielsweise die Konkurrenz mit den heute begünstigten Destinationen im Mittelmeerraum von Bedeutung. Da es dort sehr wahrscheinlich zu einer deutlichen Steigerung der Hitzebelastungen kommen wird und die touristische Attraktivität sinken könnte, könnten die Touristenziele des Küstenbereichs der Metropolregion Bremen-Oldenburg profitieren.



**Kontakt:**

BioConsult Schuchardt & Scholle GbR | Reeder-Bischoff-Straße 54 | 28757 Bremen  
Dr. Bastian Schuchardt | Tel.: 0421/6392798 11 | E-Mail: schuchardt@bioconsult.de  
Dipl.-Biol. Stefan Wittig | Tel.: 0421/694981 28 | E-Mail: wittig@bioconsult.de

## Zusammenfassung

- Die regionale Verwundbarkeitsanalyse hat insgesamt gezeigt, dass der Klimawandel in der Metropolregion voraussichtlich zumindest in einer mittelfristigen Perspektive (2050) beherrschbar sein wird. In den meisten Sektoren ist die Verwundbarkeit gering oder mittel. Das beruht zum einen auf der für die Region vergleichsweise moderat ausfallenden Klimaänderungen (mit Ausnahme von Extremereignissen), aus der eher gering bis mittel hohe Auswirkungen resultieren. Zum anderen wird die regionale gesellschaftliche Anpassungskapazität als mittel bis hoch eingeschätzt.
- Für den Küstenschutz ist die Verwundbarkeit langfristig (2100) bei stark beschleunigten Wasserstandsanstiegen allerdings hoch, da bisherige Anpassungsstrategien an ihre Grenzen stoßen können. Für den Naturschutz ist die Verwundbarkeit aufgrund begrenzter natürlicher Anpassungsfähigkeit, nicht aufzuhaltender Artverschiebungen und Lebensraumveränderungen sowie fixierter Schutzziele mittel bis hoch.

- Die Verwundbarkeit kann sich erhöhen, wenn zum einen die hohe Schäden verursachenden Extremereignisse häufiger und gemeinsam auftreten (dies ist derzeit allerdings kaum abzuschätzen) und wenn sich zum anderen aufgrund komplexer Wechselwirkungen zwischen den Anpassungserfordernissen in der Region Konflikte und Risiken verstärken.
- Der Handlungsbedarf zur Anpassung an den Klimawandel ist für die verschiedenen Sektoren unterschiedlich, sowohl in Bezug auf Art und Umfang von Maßnahmen als auch in Bezug auf den Zeithorizont. Es ist erforderlich, Anpassung als querschnittsorientierten, langfristigen und Prioritäten setzenden Prozess zu verstehen. Hierfür erscheinen flexible Anpassungsstrategien sinnvoll, die in der Lage sind, zukünftige Erkenntnisse der Klimaforschung zu berücksichtigen. Ebenfalls geeignet können Maßnahmen sein, die helfen, sowohl heutige Konflikte als auch zukünftige Risiken für mehrere Sektoren gleichzeitig zu verringern.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

