



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Hinweise für die Erstellung von Verwundbarkeitsuntersuchungen im Fördermodul B von KLIMOPASS

1 Allgemeine Anmerkungen

Der Klimawandel hat Auswirkungen auf viele Bereiche der Gesellschaft, der Umwelt und der Wirtschaft. Doch welche konkreten Auswirkungen sind zukünftig genau zu erwarten? Welche Bereiche, Systeme und/oder Regionen werden besonders betroffen sein? Wie anfällig ist ein Ökosystem, ein wirtschaftliches System, ein soziales System oder ein Unternehmen für die Folgen des Klimawandels? Sind Fähigkeiten oder Kapazitäten vorhanden, die nachteiligen Auswirkungen der Klimaänderungen zu bewältigen? Dieser Fragenkomplex um die Wirkung von Klimaänderungen im Bereich der Kommunen und Unternehmen soll mit Verwundbarkeitsuntersuchungen, auch Vulnerabilitätsanalysen genannt, bearbeitet werden.

Die Verwundbarkeit (Vulnerabilität) setzt sich gemäß der Definition des IPCC 2007¹ aus den drei Elementen Exposition, Sensitivität und Anpassungskapazität zusammen.

- Die **Exposition** gibt an, wie stark eine Region bzw. ein Bereich dem Klimawandel ausgesetzt ist. Sie ist abhängig von der Art, der Größenordnung und der Geschwindigkeit der Änderung bestimmter Klimaparameter beispielsweise Niederschlag oder Temperatur.
- Die **Sensitivität** ist das Maß zur Beschreibung der Empfindlichkeit eines Sektors oder Handlungsbereichs gegenüber den aktuellen Klimabedingungen. So kann beispielsweise die Altersstruktur der Bevölkerung oder die Zusammensetzung der Baumarten vor Ort ein Maß für die Sensitivität sein.
- Die **Anpassungskapazität** berücksichtigt die Möglichkeiten eines Systems, sich durch zusätzliche Maßnahmen und Fähigkeiten in der Zukunft an den Klimawandel anzupassen. Im weitesten Sinne können hierzu alle gesellschaftlichen Fähigkeiten, Ressourcen, Institutionen, Technologien oder Infrastrukturen gezählt werden. Die Analyse der Anpassungskapazität soll aufzeigen welche Möglichkeiten ein Raum (Region, Stadt, Quartier o.Ä.) hat, auf klimabedingte Veränderungen der Umweltbedingungen zu reagieren und negative Folgen

¹ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf

des Klimawandels abzumildern. Kaltluftleitung in die Stadt kann beispielsweise die Temperatur während Hitzewellen senken, Verschattung kann wiederum Aufheizung vermeiden. Aber auch Wissen und Information (ausreichendes Trinken, klimaangepasstes Verhalten, Anpassung der Arbeitsbedingungen) können Anpassungsoptionen sein, und damit die Anpassungskapazität im Handlungsfeld „Urbane Hitzeinsel“ steigern.

Weitere Definitionen können Sie dem „Glossar Klima BW“² entnehmen.

Mit der Analyse der o.g. drei Elemente kann aufgezeigt werden, wo die Betroffenheit besonders hoch ist und wo besonderer Anpassungsbedarf besteht. Dabei steht die Analyse von Exposition und Sensitivität zunächst im Vordergrund. Eine Ermittlung der Anpassungskapazität ist häufig schwieriger und hängt von der Informationslage ab. Durch Sie können aber Potenziale für konkrete Maßnahmen erkannt werden. Auf Grundlage der Verwundbarkeitsbewertung kann der Bedarf sowie die Dringlichkeit von Maßnahmen eingeschätzt und somit besser geplant werden. Die Bewältigung der Klimafolgen wird auch mit erheblichem Ressourceneinsatz verbunden sein. Daher kann eine Verwundbarkeitsuntersuchung helfen Prioritäten zu identifizieren.

Das Umweltbundesamt (UBA) geht in der „Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021“³ noch einen Schritt weiter und präsentiert eine überarbeitete Aufteilung der zu untersuchenden Elemente, wie sie auch im 5. Sachstandsbericht des IPCC gehandhabt wird. Dabei wird Augenmerk auf die Klimawirkung und das Klimarisiko gelegt. Für eine Risikoanalyse müssen jedoch Eintrittswahrscheinlichkeiten von (negativen) Klimawirkungen und deren Auswirkungen (Impact) quantifiziert werden. Daher wird in diesem Zusammenhang auch von Schadenswahrscheinlichkeit gesprochen. Der klimatische Einfluss, die Sensitivität und die Exposition können dann als Klimarisiko ohne Anpassung gefasst werden. Wird zusätzlich die Anpassungskapazität betrachtet, lassen sich Klimarisiko ohne und mit Anpassung vergleichen.

Es wird empfohlen Exposition (Ausgesetztheit) sowie Sensitivität (Empfindlichkeit) und wenn möglich auch Aspekte des Klimarisikos zu betrachten, jedoch hängt dies auch von der Zielsetzung und den vorhandenen Informationen ab.

2 Verwundbarkeitsuntersuchungen

Für die Durchführung von kommunalen, regionalen oder sektorbezogenen Verwundbarkeitsuntersuchungen besteht kein allgemeingültiger Standard. Die zahlreichen Arbeiten auf Bundes-, Länder- und Kommunalebene können als Unterstützung für die Umsetzung der eigenen Analyse herangezogen werden. Auszugsweise möchten wir auf die folgenden Studien verweisen:

² <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/glossar-klima-bw>

³ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung>

- die Fachgutachten für die Anpassungsstrategie des Landes Baden-Württemberg (insgesamt acht Gutachten)⁴,
- den „Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen“⁵ des Umweltbundesamts,
- die „Vulnerabilitätsanalyse in der Praxis“⁶ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung,
- den „Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart“⁷ und
- den Bericht „Vulnerabilität der Metropolregion Bremen-Oldenburg gegenüber dem Klimawandel“⁸.

Auf Grundlage dieser Auszüge möchten wir die folgenden Aspekte als zentrale Punkte für die Umsetzung von Verwundbarkeitsuntersuchungen festhalten:

- Die Anpassung an den Klimawandel ist als Prozess zu verstehen, der mit einer Verwundbarkeitsuntersuchung (meist) angeschoben oder offengelegt wird.
- Für eine Verwundbarkeitsuntersuchung sollte nach Möglichkeit ein Netzwerk aus lokalen Fachakteur/innen aufgebaut werden. Dem Netzwerk sollten Vertreter/innen von Behörden/Ämtern, Fachbereichen und Fachplanungen, wissenschaftlicher Einrichtungen und zivilgesellschaftlicher Gruppen und Initiativen angehören. Wichtig ist es, nicht nur die Arbeitsebene einzubinden, sondern auch die Akteure der Entscheidungsebene. Deshalb sollte vor einer Untersuchung geklärt werden wer für die Analyse fachlich notwendig ist und wer die Akzeptanz und die Verwendung der Ergebnisse befördern kann. Kleine und mittlere Unternehmen sollten hier analog ein Netzwerk aus Vertretern der relevanten Unternehmensbereiche aufbauen.
- Zusätzlich ist die Ebene der Betroffenheit oder Auswirkungen einzuschließen. Denn neben einer zukünftigen Verwundbarkeit gibt es schon heute verletzliche Systeme durch bestehende Klimaänderungen. Die Betrachtung konkreter (negativer) Auswirkungen kann helfen die Verwundbarkeit und Interaktionen von Systemen besser zu verstehen.
- Da sich neben dem Klimawandel weitere zukunftsrelevante Probleme auf die Verwundbarkeit auswirken können, sollten auch nicht-klimatische Prozesse in die Untersuchung eingebunden

⁴ <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/klima/anpassung-an-den-klimawandel/anpassungsstrategie-baden-wuerttemberg/auf-dem-weg-zur-anpassungsstrategie/>

⁵ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/uba_2017_leitfaden_klimawirkungs_und_vulnerabilitatsanalysen.pdf

⁶ <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/bmvbs-online/2011/ON212011.html>

⁷ http://www.uni-stuttgart.de/ireus/publikationen/Vulnerabilitaetsbericht_Region_Stuttgart_Endfassung_Juni_2011_1.pdf

⁸ http://www.klimzug.de/media/Vulnerabilitaet_MPR_nw2050.pdf

werden. Beispiele hierfür sind die demografischen Veränderungen, die Intensivierung der Landwirtschaft oder die Globalisierung der Wirtschaft.

- Für die Analyse sind die aktuellsten wissenschaftlichen Kenntnisse zum Thema Klimawandel zu berücksichtigen. Die Verfügbarkeit der notwendigen Daten sollte vorab geprüft und die Daten rechtzeitig angefragt und organisiert werden.

3 Hinweise

Die folgenden Aspekte und Ausführungen sind für die Verwundbarkeitsuntersuchungen in Modul B von KLIMOPASS als fachliche und technische Hinweise zu sehen.

1. Zukünftige klimatische Rahmenbedingungen

Beschreibung der künftigen klimatischen Situation. Hierfür sollen die Ergebnisse einer im Vorfeld durchgeführten kommunalen bzw. regionalen Klimaanalyse genutzt werden. Für die Betrachtung der zukünftigen klimatischen Verhältnisse sollen ein oder mehrere RCP-Szenarien verwendet werden. Das RCP 8.5 Szenario steht stellvertretend für eine „Weiter-wie-bisher-Situation“ mit wachsenden Treibhausgasemissionen und sollte unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips als „worst case“ betrachtet werden. Das RCP 4.5 zeigt die Auswirkungen einer Klimaschutzpolitik mit Treibhausgasreduktionen und liegt zwischen dem Emissionspfad des 2-Grad-Ziels (RCP 2.6) und dem RCP 8.5. Die notwendigen Datensätze können aus dem Projekt ReKliEs-De⁹ genutzt werden. Aktuelle Klimaprojektionsdaten für Baden-Württemberg können von der LUBW zur Verfügung gestellt werden. Um die entsprechenden Daten zu RCP 4.5 und 8.5 zu erhalten, genügt eine Anfrage über klimawandel@lubw.bwl.de.

In jedem Fall sollte die Entwicklung für eine nahe (2021-2050) und ferne Zukunft (2071-2100) bearbeitet werden. Wichtig ist, ein für die Fragestellung geeignetes Szenario zu wählen und diese Wahl zu begründen. Berücksichtigen Sie hierzu bitte auch die Ausführungen aus dem Merkblatt „Anforderungen für die Erstellung von kommunalen Klimaanalysen im Fördermodul B von KLIMOPASS“. Innerhalb der Ensemble-Datensätze werden mittlerweile eine Vielzahl unterschiedlicher Modelle betrachtet. Für bestimmte Fragestellungen kann es sinnvoll sein die Variabilität dieser Modelloutputs näher zu betrachten.

- #### 2. Für jedes Handlungsfeld bzw. Handlungsbereich müssen die wirksamen Klimafaktoren (z.B. Temperaturentwicklung, Niederschlagsentwicklung, Entwicklung von Extremereignissen) festgestellt und untersucht werden. Beachten Sie bitte, dass Klimamodellierungen mit Unsicherheiten verbunden sind, die in der Bewertung und Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollten.

⁹ <https://reklies.hlnug.de/home>

Achtung: Es ist möglich, dass von einigen Faktoren heute noch keine Beeinflussung ausgeht. Aber durch ihre Änderung in der Zukunft werden sie möglicherweise zu direkten Veränderungen innerhalb des Handlungsfeldes führen. Zudem kann es sinnvoll sein, auch abgeleitete Indizes zu betrachten, z.B. nicht nur Anzahl Hitzetage, sondern auch Intensität von Hitzewellen über die Häufung von Hitzetagen.

3. In der Untersuchung sollen alle relevanten Handlungsfelder untersucht werden. Folgeuntersuchungen weiterer Handlungsfelder sind im Rahmen einer Förderung durch KLIMOPASS nicht möglich.
4. Auf dieser Basis soll die Verwundbarkeit unter Berücksichtigung der Exposition, Sensitivität und Anpassungskapazität gegenüber Klimaänderungen in allen Handlungsfeldern dargestellt werden. Exposition und Sensitivität stehen dabei zunächst im Vordergrund. Die Anpassungskapazität kann vor dem Hintergrund der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Kommune oder des Unternehmens erörtert werden.
5. Auf der Grundlage der Verwundbarkeit sollen für jeden untersuchten Bereich der Anpassungsbedarf ermittelt, Anpassungsziele formuliert und Handlungsempfehlungen (z.B. Anpassungsmaßnahmen) erarbeitet werden.
6. Damit die Ergebnisse in die kommunale oder regionale Planung einfließen können, müssen die Ergebnisse leicht veranschaulicht werden, vorrangig durch geeignete und leicht verständliche Karten, Grafiken und Tabellen. Darüber hinaus kann es hilfreich sein, zu prüfen unter welchen Bedingungen oder Annahmen sich die Ergebnisse auf andere Regionen, Handlungsfelder etc. übertragen lassen.

4 Weitere Empfehlungen

Die nachfolgenden Punkte empfehlen wir zusätzlich zu den o.g. Hinweisen zu beachten.

1. Aus der Geschwindigkeit der bisher stattgefundenen und für die Zukunft projizierten klimatischen Veränderungen soll im Sinne einer Erstbewertung die Dringlichkeit für Anpassungsmaßnahmen abgeleitet werden. Aus der zeitlichen Perspektive, z.B. langer zeitlicher Vorlauf für die Entwicklung effektiver Anpassungsmaßnahmen, ist der Handlungsdruck abzuleiten (niedrig, mittel, hoch).
2. Je vorgeschlagener Maßnahme sollen die betroffenen Akteure den Zeithorizont aufführen und nach Effektivität und Aufwand (Zeit, Kosten und technischer und verfahrenstechnischer Aufwand) priorisieren und gewichten. Es kann hilfreich sein, sog. „No regret-Maßnahmen“ bei einer solchen Gewichtung vorzuziehen. Auch Auswirkungen auf andere Handlungsfelder sowie die Synergie mit Klimaschutzmaßnahmen sollen Beachtung finden.
3. Es sollte möglich sein, planerische Ziele aus den Ergebnissen abzuleiten oder daraus zu entwickeln. Über die Ergebnisse sollte entsprechend informiert werden. Handlungsbedarfe und Maßnahmen sollten priorisiert werden.

Einordnung: Das vorliegende Merkblatt soll Empfehlungen zur Durchführung von Verwundbarkeitsuntersuchungen auf kommunaler Ebene und Ebene der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) geben. Entsprechende Hinweise dienen der ersten Orientierung. Die Umsetzung dieser Empfehlungen kann nur unter Berücksichtigung der Gegebenheiten vor Ort erfolgen.

Idee für eine Legende:

Legende	Vulnerabilität	Dringlichkeit	Handlungsdruck*
III	= hoch (hohe Exposition, hohe Sensitivität, geringe Anpassungskapazität)	= hoch	= hoch
II	= mittel	= mittel	= mittel
I	= gering (geringe Exposition, geringe Sensitivität, hohe Anpassungskapazität)	= gering	= niedrig
0	= Bewertung (noch) nicht möglich, z.B. aufgrund fehlender oder mangelnder Datengrundlage	= Bewertung (noch) nicht möglich, z.B. aufgrund fehlender oder mangelnder Datengrundlage	= eine Bewertung ist (noch) nicht möglich

* Zusammenschau der Angaben für Verwundbarkeit, Dringlichkeit und zur Anpassungskapazität, ggf. durch Angabe eines Zeithorizontes zu ergänzen