

Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland: Beispiel-Portfolio

Überblick Klimarisiken

Durch die Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA) 2021 werden die Auswirkungen der Klimaänderungen deutlich. Bereits heute sind viele Menschen durch Hitzewellen gefährdet. Deren Häufigkeit, Dauer und Intensität werden in Zukunft mit großer Sicherheit zunehmen. Starkregen und damit verbundene Überschwemmungen bedrohen Gebäude, Anlagen und Verkehrswege. Langfristig führt der Meeresspiegelanstieg an deutschen Küsten zu sehr großen Risiken für alle natürlichen und menschlichen Systeme. Wirtschaftsprozesse in Deutschland, die von internationalen Lieferketten abhängig sind, werden stark von Klimaänderungen in anderen Ländern beeinflusst. Besonders hohe Klimarisiken betreffen unsere natürlichen Lebensgrundlagen, wie Böden, Wälder und Gewässer, sowie Wirtschaftssysteme, wie die Land- und Forstwirtschaft, die auf diese Ressourcen angewiesen sind. Diese sind besonders empfindlich gegenüber Trockenheit, mit erheblichen Folgen für die wirtschaftliche Existenz der betroffenen Menschen. Auch die schleichende Temperaturerhöhung im Zuge der Erderwärmung, die zu einer langsamen Verschiebung von Anbauregionen, zum Auftreten von neuen Schädlingen und zu einer Veränderung des Artenspektrums von Tieren und Pflanzen führt, ist für viele Systeme, wie zum Beispiel Ökosysteme in den Gebirgen oder im Wattenmeer, eine große Bedrohung. Wenn sich Arten nicht mehr anpassen können, beginnt das Artensterben. Daher ist die biologische Vielfalt einer der größten Verlierer der Klimakrise. Aber auch die Menschen leiden unter den Auswirkungen der höheren Durchschnittstemperaturen auf die natürlichen Systeme und Ressourcen, zum Beispiel infolge von mehr Allergien durch mehr Pollen oder infolge von Atembeschwerden durch verschlechterte Luftqualität.

Beispiele für Klimaänderungen

Der Klimawandel ist in Deutschland bereits heute deutlich sichtbar. Die durchschnittlichen Temperaturen steigen ebenso wie die Anzahl der heißen Tage mit einer Maximaltemperatur über 30 °C: durchschnittlich waren es um 1950 in Deutschland 3 Tage, aktuell sind es 10, Mitte des Jahrhunderts können es bei einem starken Klimawandel 9-15 und Ende des Jahrhunderts 18-33 Heiße Tage im Jahr sein, in einzelnen Jahren noch deutlich mehr. Auch die Niederschlagsmuster verändern sich: Einerseits werden mehr Tage mit viel Niederschlag (durchschnittlich ca. 6 bis 31 %

mehr Tage im Jahr mit über 20 mm Niederschlag bis Mitte des Jahrhunderts) und andererseits mehr Tage ohne Niederschlag erwartet (bis zu 5% mehr Tage im Jahr bis Mitte des Jahrhunderts).

Die Gegenwart und zwei Zukunftsszenarien für die Mitte des Jahrhunderts (2031 bis 2060) und Ende des Jahrhunderts (2071 bis 2100) werden betrachtet, mit dem Schwerpunkt auf Mitte des Jahrhunderts:

- ▶ ein eher pessimistischer Fall mit einem starken Klimawandel (Jahresmittelwert der Temperatur für Deutschland Mitte des Jahrhunderts: plus 3 °C gegenüber der frühindustriellen Zeit, das entspricht ungefähr einer +3 Grad Welt, und Ende des Jahrhunderts in Deutschland: plus 5,5 °C gegenüber der frühindustriellen Zeit, das entspricht ungefähr einer + 5 Grad Welt zum Ende des Jahrhunderts),
- ▶ ein eher optimistischer Fall mit einem schwächeren Klimawandel (Mitte des Jahrhunderts: plus 2,4 °C gegenüber der frühindustriellen Zeit, das entspricht ungefähr einer +2 Grad Welt, und Ende des Jahrhunderts für Deutschland: plus 3,9 °C, das entspricht ungefähr einer + 3 Grad Welt zum Ende des Jahrhunderts) .

Bereits heute haben wir in Deutschland eine durchschnittliche Erwärmung von ca. 1,6 °C und global von ca. 1,1 °C gegenüber der frühindustriellen Zeit.

Beispiele für Auswirkungen auf natürliche Systeme und Ressourcen mit Kaskadeneffekten hin zu naturnutzenden Wirtschaftssystemen und zum Menschen

Kurzfassung:

1. Trocknen die Böden aus, verdursten zunächst die flachwurzelnden Pflanzen, wie Ackerpflanzen, mit wirtschaftlichen Schäden für die Landwirtschaft. Kommt es zu längeren Dürren, fehlt Wasser auch in tieferen Bodenschichten und auch tiefwurzelnde Bäume leiden unter Trockenstress, so dass sie anfällig für Schädlinge werden. Dies hat gravierende wirtschaftliche Auswirkungen auf die Forstwirtschaft bis hin zur Bauwirtschaft, aber auch auf die Wildtiere und erholungssuchenden Menschen. Gleichzeitig steigt die Gefahr von Waldbränden.
2. Aufgrund der steigenden Wassertemperaturen wandern kältebedürftige Fischarten, wie Bachforellen oder Kabeljau, wenn möglich in kühlere Gewässer. Sie können damit lokal oder regional aussterben mit Auswirkungen auf die Ökosysteme, die Fischerei und lokale Traditionen. Ein prägnantes Beispiel ist der Hering in der westlichen Ostsee. Durch die höheren Temperaturen benötigen die Larven bereits Nahrung, wenn diese noch nicht vorhanden ist, und verhungern. Mit dramatischen Folgen für die Küstenfischer.
3. Steigen die Wassertemperaturen, kann es bei hohen Nährstoffkonzentrationen, verstärkt durch Niedrigwasser und windarme Wetterlagen, häufiger zu Blaualgenblüten kommen. Auch gefährliche Bakterien (Vibrionen) vermehren sich bei wärmeren Temperaturen in der Nord- und Ostsee stärker. Blaualgenblüten und Vibrionen gefährden die Gesundheit und beeinträchtigen den Tourismus.

Langfassung:

4. **Temperaturanstieg und Wasserqualität:** Die Wasserqualität von Meeren, Oberflächengewässern und Grundwasser verschlechtert sich durch die höheren Temperaturen und damit einer geringeren Sauerstoffaufnahme. Gleichzeitig kommt es zu chemischen Veränderungen, wie der Versauerung der Meere oder der Versalzung des Grundwassers in Küstennähe. Dies hat Auswirkungen auf die Ökosysteme und die wassernutzenden Systeme, wie der Trinkwasserversorgung. Bei hohen Nährstoffkonzentrationen kommt es durch hohe Wassertemperaturen, insbesondere bei stabilen Wetterlagen mit wenig Wind oder bei Niedrigwasser, häufiger zu Blaualgenblüten, die im Sommer den Badebetrieb beeinträchtigen¹. Gleichzeitig steigt die Gefahr für Badegäste in der Nord- und Ostsee mit gefährlichen Bakterien, den Vibrionen, in Kontakt zu kommen². Um die Wasserqualität trotz steigender Temperaturen zu verbessern, ist es am effektivsten, die Nährstoffbelastungen zu reduzieren.
5. **Temperaturanstieg und Artenwanderung:** Die ansteigenden Wassertemperaturen verändern bereits heute die aquatischen Ökosysteme: Kühleliebende Fischarten, wie Bachforellen oder der Kabeljau, wandern wenn möglich, in kühlere Gewässer und können so lokal oder regional aussterben³. Aufgrund von wärmeren Wintern laichen die Heringe in der westlichen Ostsee früher und die Larven brauchen Nahrung, wenn diese noch nicht vorhanden ist. Viele Heringslarven verhungern. Gleichzeitig leidet der Vermehrungserfolg der Heringe an hohen Nährstoffkonzentrationen. In den letzten Jahren gab es nur noch rund 3 % bis 15 % der Larven verglichen mit den 1990er Jahren. Für die Küstenfischerei Mecklenburg-Vorpommerns, die mit Hering den größten Teil ihrer Einkünfte erzielt, ist die Abnahme des Bestandes eine Katastrophe: Die Herings-Fangmengen in der westlichen Ostsee mussten allein zwischen 2017 und 2021 um 94 % reduziert werden. Helfen kann kurzfristig nur die weitere Verringerung der Gesamtfangmenge (vor allem im nördlichen Teil des Verbreitungsgebietes, in dem die Fangmengen viel weniger gesenkt wurden als in der westlichen Ostsee) und eine Reduktion der Nährstoffeinträge in den Laichgründen⁴.
6. **Klimaextreme und Boden:** Der Boden ist ein wichtiges Bindeglied zwischen Klima und Wirtschaftssystemen. Er ist vom Klimawandel auf vielfältige Weise betroffen: Durch vermehrte Trockenheit und Starkregen wird die Bodenerosion durch Wind und Wasser verstärkt⁵. Durch Vernässung steigt auch die Gefahr von Hangrutschungen, die Straßen und Gebäude zerstören können. Bodentrockenheit wiederum führt dazu, dass die darauf wachsenden Pflanzen verdursten⁶: Trocknen die Böden aus, vertrocknen zunächst die flachwurzelnden Pflanzen, wie Ackerpflanzen, mit wirtschaftlichen Schäden für die Landwirtschaft. Kommt es zu längeren Dürren, fehlt Wasser auch in tieferen Bodenschichten, der Grundwasserspiegel sinkt und auch tiefwurzelnde Bäume leiden unter Trockenstress, so dass sie anfällig für Schädlinge werden Dies hat wirtschaftliche Einbußen für die Land- und Forstwirtschaft zur Folge. Bodentrockenheit verstärkt auch die Gefahr von Feld- und Waldbränden und damit die Gefahren für die menschliche und tierische Gesundheit. Auch die Bodenlebewesen leiden unter den ansteigenden Temperaturen und der Hitze, so dass sowohl die Bodenfruchtbarkeit, und damit die Nahrung für die Landpflanzen sinkt. Ist das Bodenleben beeinträchtigt, verringert sich die Filterfunktion des Bodens und damit auch die Grundwasserqualität. All dies führt dazu, dass der Boden nicht

¹ <https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.4319/lo.2014.59.1.0099>

²

https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/V/Vibrionen/Vibrionen_node.html;jsessionid=AC8AADEC5CBB75F6DA0ABA73DB4A20EF.inetnet092

³ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/fwb.12081>, <https://academic.oup.com/icesjms/article/76/7/2389/5538730>

⁴ <https://thuenen.pageflow.io/der-hering-in-der-klimafalle>

⁵ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bodenerosion-durch-wind>

⁶ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/trockenheit-in-deutschland-fragen-antworten>

mehr ausreichend Wasser und Nährstoffe für Landpflanzen zur Verfügung stellen kann. Um auf Dürreperioden besser vorbereitet zu sein, sind angepasste landwirtschaftliche und naturnahe forstliche Bewirtschaftungsweisen notwendig, mit denen der Humusvorrat im Boden und die Bodenfeuchte besser erhalten und gefördert werden können.

Beispiele für Klimawirkungen auf naturnutzende Wirtschaftssysteme und Infrastrukturen / Gebäude bis hin zur menschlichen Gesundheit

1. *Trockenheit, Schädlinge und Wälder*: Wälder sind langlebige Systeme. Bäume brauchen 80-200 Jahren bis zur Erntereife und können über 500 Jahre alt werden. In den letzten Jahren stiegen die klimatischen Auswirkungen auf die Wälder erheblich: Schädlinge haben massenhaft die durch Trockenheit und Hitze geschwächten Bäume befallen, gerade ältere Bäume (> 60 Jahre). Neben weit verbreiteten Arten, wie dem Buchdrucker (*Ips typographus*), gibt es sich neu ausbreitende Arten, wie den Nordischen Fichtenborkenkäfer (*Ips duplicatus*), der in Süddeutschland, insbesondere Bayern, an der massiven Schädigung der Fichtenwälder beteiligt ist⁷. Durch die höheren Temperaturen und Trockenheit können sich Schädlinge, wie der Buchdrucker, durch zusätzliche Generationen exponentiell vermehren. 10mal so viele Fichten starben 2020 wie in früheren Jahren. Durch die hohen Totholz mengen kam es zu wirtschaftlichen Einbußen für die Forstwirtschaft, da der Holzpreis zeitweise stark gefallen war. Gleichzeitig wird infolge steigender Nachfrage gutes Bauholz knapp. Nur noch 21 Prozent der Bäume in Deutschland sind in einem guten Zustand⁸ (d.h. ohne Kronenverlichtung): 21 % der Fichten, 20 % der Eichen und nur noch 11 % der Buchen. 70 % der Fichtenwälder und 30 % der Buchenwälder stehen bereits heute auf Risikostandorten⁹. Bei einem starken Klimawandel können künftig viele dieser Wälder viel lichter sein als heute und stellenweise verschwunden sein. Das wäre auch ein hoher kultureller Verlust für Deutschland. Daher ist ein aktiver Waldumbau hin zu standortangepassten, naturnahen Mischwäldern notwendig.
2. *Hitze, Gesundheit und Stadtgrün*: Hitzewellen werden im Zuge des Klimawandels deutlich zunehmen, mit heftigen Auswirkungen auf die Menschen: Hitze ist die am meisten unterschätzte Naturgefahr und die in Deutschland tödlichste. In jedem heißen Sommer sterben in Deutschland Menschen an Hitze, seit 2003 über 20.000 Menschen. Gefährdet sind besonders ältere Menschen und solche mit Vorerkrankung in eng bebauten, sich stark aufheizenden Städten. Wir müssen daher in Zukunft unser Verhalten, unser Wohnen, unsere Mobilität und unser Arbeiten umstellen und unsere Städte in Richtung nachhaltiger Kühlung und Verschattung umgestalten. Hierfür benötigen wir größere und stärker vernetzte Grün- und Wasserflächen in der Stadt. Das Anpflanzen von neuen (klimaangepassten, und allergenarme) Stadtbäumen ist besonders wichtig für ein gesundes Lebensumfeld, da sie effektiv die überhitzten Städte kühlen, gleichzeitig vor UV-Strahlung und damit vor Hautkrebs schützen sowie Luftverschmutzung und damit Atemwegserkrankungen verringern. Jedoch steigt mit der Hitze auch die Gefahr von Trockenheit. Viele Städte vermelden bereits, dass in den letzten Dürre jahren Stadtbäume abgestorben sind, allein in Halle/Saale seit 2019 ca. 1.500 Stück, die durch klimarobuste Bäume ersetzt werden müssen. So pflanzt Leipzig über 1.200 neue Bäume¹⁰. Klimarobuste Bäume und gleichzeitig ein anderes Regenwassermanagement sind wichtige Bausteine in

⁷ www.lwf.bayern.de/waldschutz/monitoring/240150/index.php

⁸ <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/waldzustandserhebung.html>

⁹ https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn063364.pdf

¹⁰ <https://www.leipzig.de/news/news/baumstarkes-leipzig-fast-1260-neue-baeume-gepflanzt/>

Richtung Klimaresilienz von Städten, um städtische Grünflächen auch bei Trockenheit ressourcenschonend erhalten zu können.

3. *Starkregen und Gebäude/Infrastrukturen*: Überschwemmungen aufgrund von Starkregen sind grundsätzlich überall in Deutschland möglich. Ihre Wahrscheinlichkeit steigt mit dem Klimawandel an. In der jüngeren Vergangenheit kam es zu einigen heftigen Überschwemmungen: Beispielsweise wurde in Münster 2014 durch eines der extremsten je in Deutschland erfassten Starkregenereignisse (292 l Regen pro m²) 71 Mio. Euro versicherte Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen verursacht¹¹. 2016 kam es durch Starkregen und teilweise Sturzfluten zu Überschwemmungsschäden von 1,3 Mrd. Euro, davon 700 Mio. versicherte Schäden. Allein in den Ortschaften Simbach und Braunsbach beliefen sich die Schäden auf 70 Mio. Euro¹². 2013 entstanden versicherte Schäden von 1,8 Mrd. Euro durch das Juni-Hochwasser an der Elbe und Donau¹³. Die Schäden waren auch so hoch, weil große Regionen betroffen waren und freigesetztes Öl Gebäude und Umwelt verseuchte. Dies zeigt, dass noch mehr in der Starkregenvorsorge getan werden muss. Laut der Strategie für ein effektives Starkregenmanagement der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser sollten vorsorgende Maßnahmen vor allem in der Fläche ansetzen, um die Versickerung und Verdunstung von Regenwasser zu erhöhen. Zusätzlich sollten Maßnahmen an Gebäuden und Infrastrukturen selber durchgeführt werden, um diese zu schützen¹⁴.

Beispiele für bereits begonnene Anpassung

- ▶ Beim Nationalen Hochwasserschutzprogramm fördert der Bund die Umsetzung überregional wirksamer Maßnahmen der Länder. Dabei schließt der Maßnahmenkatalog auch naturstärkende Lösungen ein, die positive Impulse hinsichtlich einer naturnäheren Entwicklung der flussnahen Umwelt setzen können.¹⁵
- ▶ Der Waldumbau hin zu naturnahen, standortgerechten Mischwäldern hat begonnen und wird von Bund und Ländern gefördert. Weitere naturbasierte Maßnahmen zum Erhalt von Ökosystemen unter Klimawandel fördert der Bund unter dem Bundesprogramm Biologische Vielfalt.¹⁶
- ▶ Im Rahmen der Städtebauförderung unterstützen Bund und Länder Kommunen bei der Gestaltung attraktiver und nachhaltiger Wohn- und Lebensräume. Seit 2020 müssen Maßnahmen zum Klimaschutz oder zur Anpassung an den Klimawandel nun in allen Fördersäulen Berücksichtigung finden, insbesondere zur Verbesserung der grünen Infrastruktur (beispielsweise des Stadtgrüns).¹⁷
- ▶ Mit dem Bundesprogramm zur „Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel“ werden konzeptionelle und investive Projekte mit hoher Wirksamkeit für Klimaschutz und

¹¹ <https://www.gdv.de/resource/blob/22588/21a18404189311f408a07dec8ee1db51/publikation---naturgefahrenreport-2015-data.pdf>

¹² <https://www.gdv.de/de/medien/aktuell/sturzfluten-in-simbach-und-braunsbach--versicherte-schaeden-liegen-bei-70-millionen-euro-32962>

¹³ <https://www.gdv.de/de/themen/news/oelverseuchtes-wasser--meterhoch-20732>

¹⁴ https://www.lawa.de/documents/lawa-starkregen_2_1552299106.pdf

¹⁵ NHWSP allgemein (BMU): [https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-](https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/hochwasservorsorge/hochwasserschutzprogramm/)

[boden/binnengewasser/hochwasservorsorge/hochwasserschutzprogramm/](https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/hochwasservorsorge/hochwasserschutzprogramm/)
NHWSP-Maßnahmenliste (LAWA): https://www.lawa.de/documents/nhwsp-massnahmentabelle-2020_1588231359.pdf

Flussgebietsberichte (BfG): Donau: <http://doi.bafg.de/BfG/2021/BfG-2049.pdf>, Elbe: <http://doi.bafg.de/BfG/2021/BfG-2048.pdf>, Rhein: <http://doi.bafg.de/BfG/2021/BfG-2047.pdf>

¹⁶ <https://www.bmu.de/themen/natur-biologische-vielfalt-arten/naturschutz-biologische-vielfalt/foerderprogramme/bundesprogramm-biologische-vielfalt/>

¹⁷ https://www.staedtebaufoerderung.info/DE/Startseite/startseite_node.html

Klimaanpassung, mit hoher fachlicher Qualität, mit überdurchschnittlichem Investitionsvolumen oder mit hohem Innovationspotenzial gefördert. Das Programm richtet sich an Städte und Gemeinden.¹⁸

- ▶ Das BMU-Förderprogramm „Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen“ unterstützt soziale Einrichtungen dabei, sich gegen die Folgen des Klimawandels wie Hitze, Starkregen oder Hochwasser zu wappnen.¹⁹

¹⁸ <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/startseite/topmeldungen/urbane-raeume-klimawandel.html>

¹⁹ <https://www.bmu.de/themen/forschung-foerderung/foerderung/foerdermoeglichkeiten/details/klimaanpassung-in-sozialen-einrichtungen/>