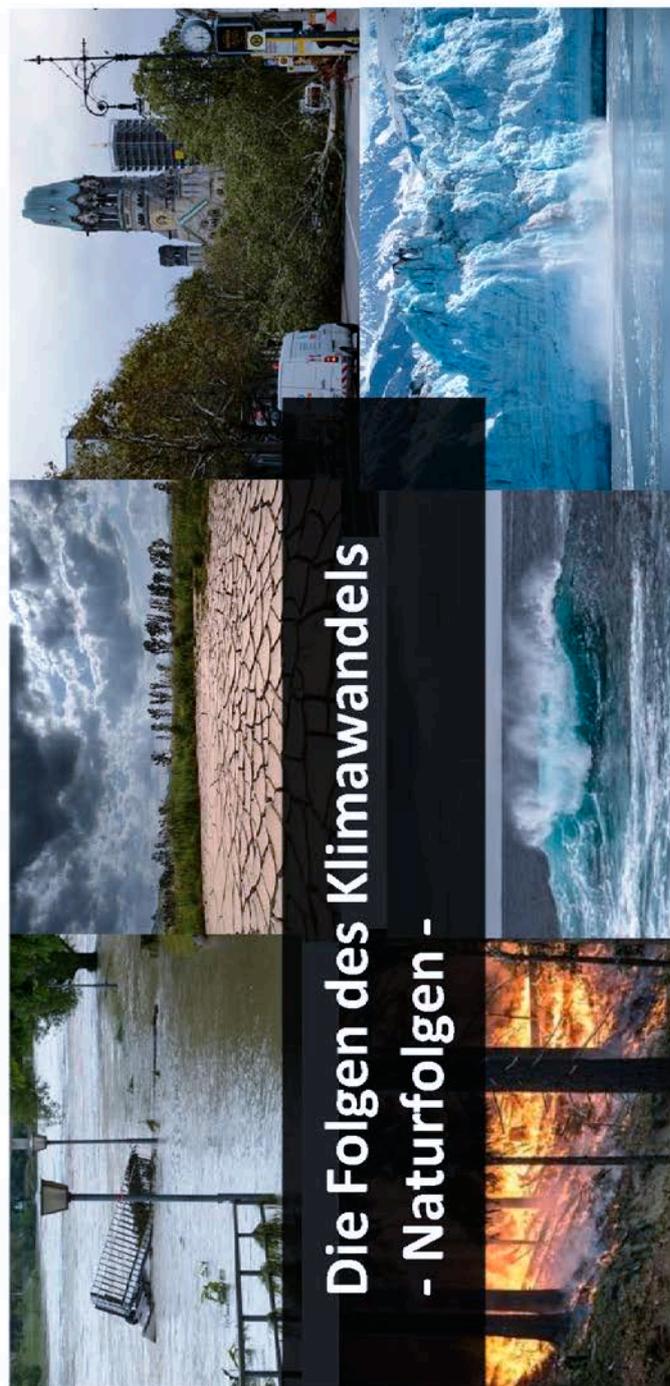


## DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS – NATURFOLGEN TEIL 2

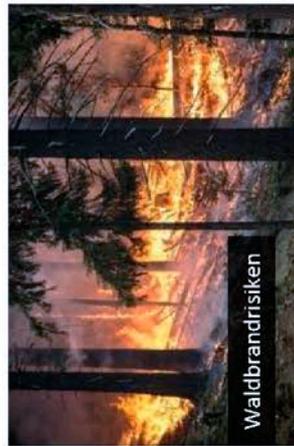
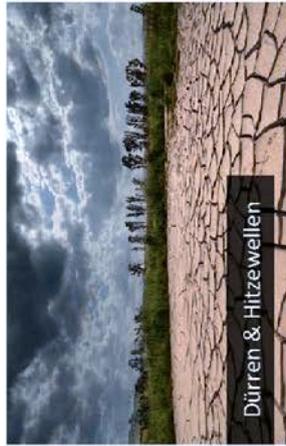
Im **zweiten** Teil wird aufgezeigt, wie der Klimawandel die Natur, in der wir leben, verändert und welche Auswirkungen das auf uns Menschen haben kann.

- Präsentation Teil 2
- Hintergrundinformationen Teil 2



PIKeeBB-Projekt  
Klimawandel Teil 2 / Stand Mai 2019

## Welche Arten von Folgen sind zu beobachten?



Die Folgen der anthropogenen\* Erderwärmung umfassen zahlreiche Veränderungen, die die Menschheit und die ganze Welt betreffen. Die Folgen sind steigende Meeresspiegel, Gletscherschmelze, veränderte Niederschlagsmuster, stärkere oder häufigere Wetterextreme wie Überschwemmungen, Stürme und Dürren.

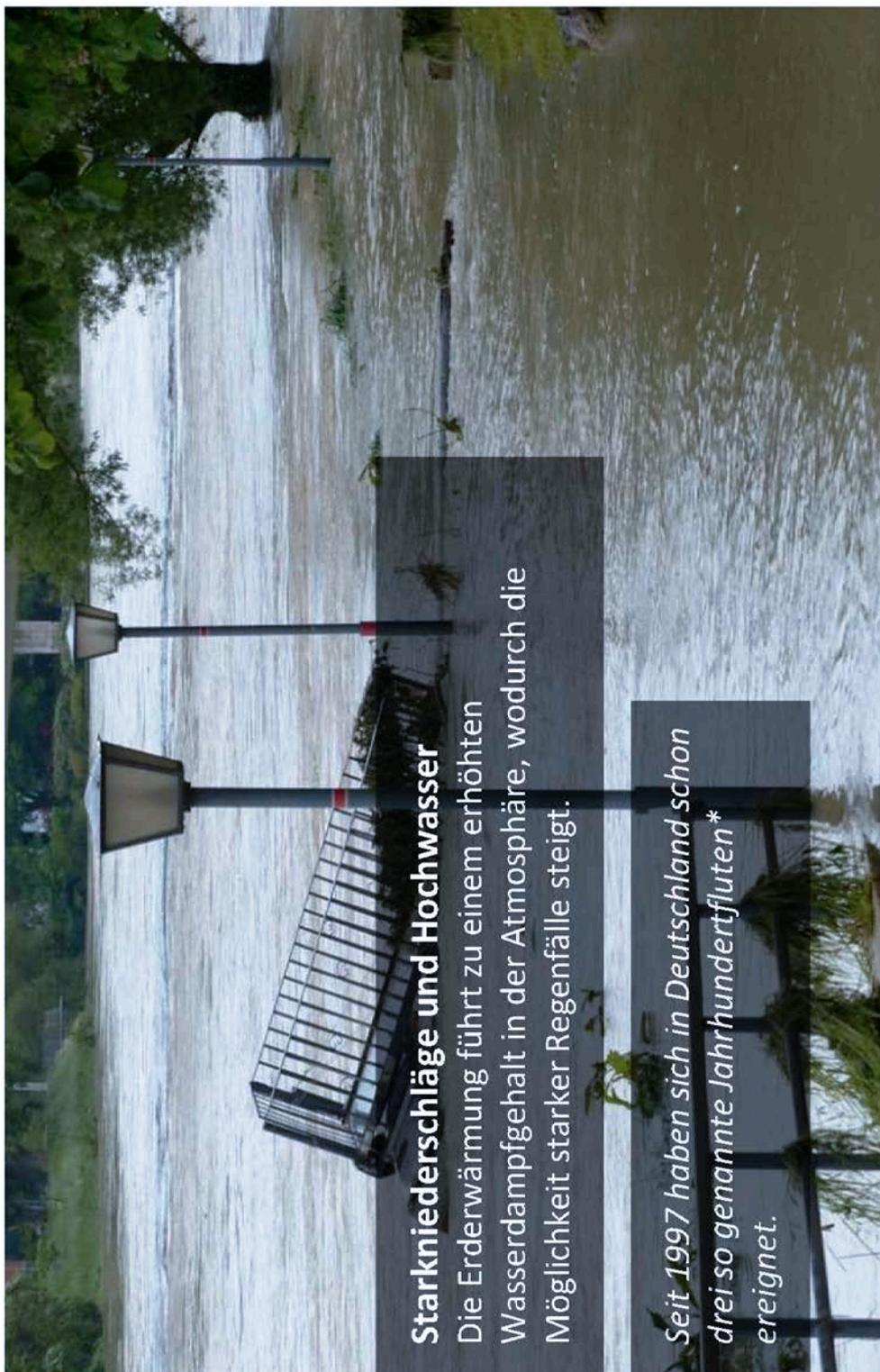
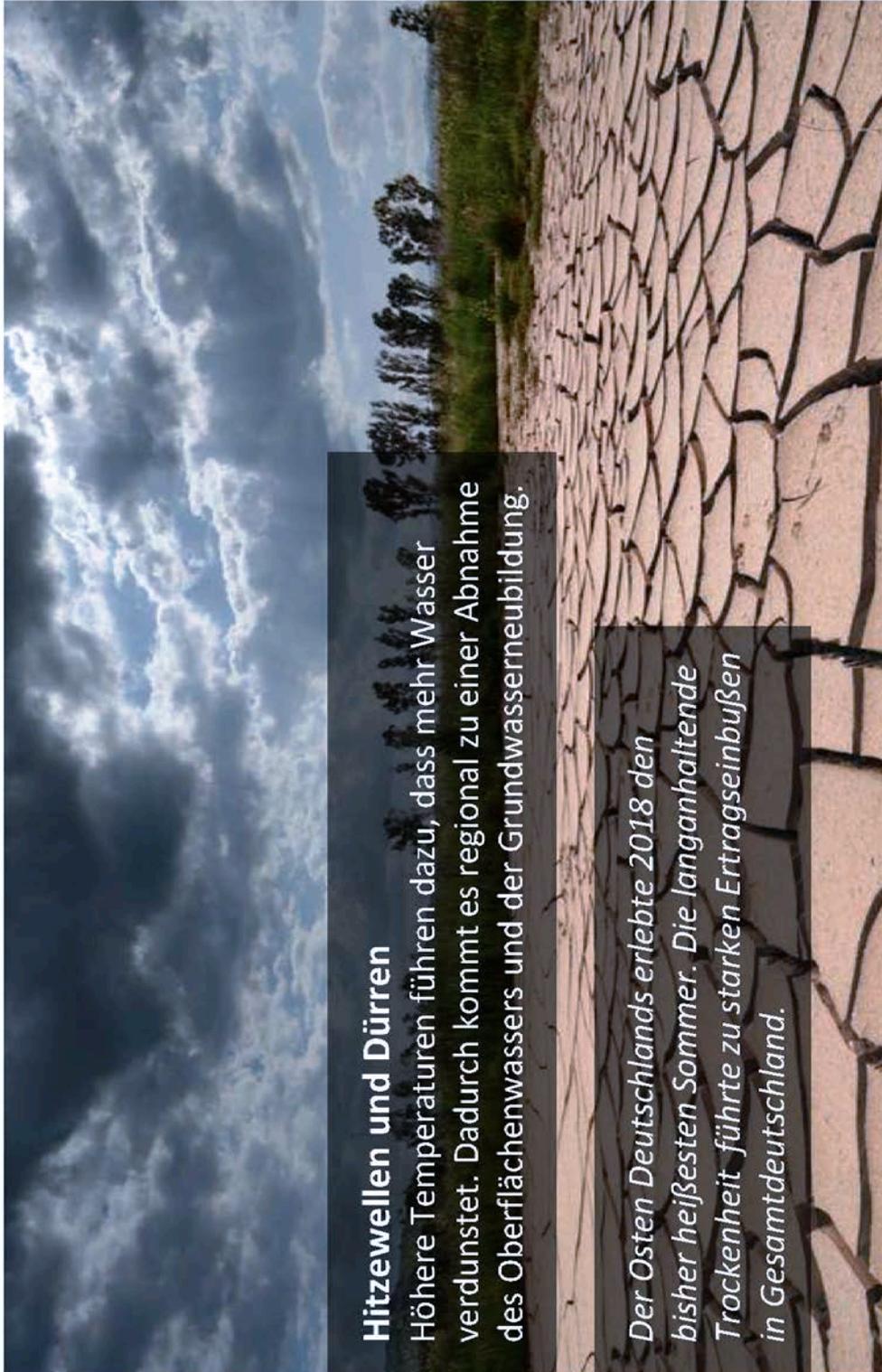


Foto: PIXABAY 2017

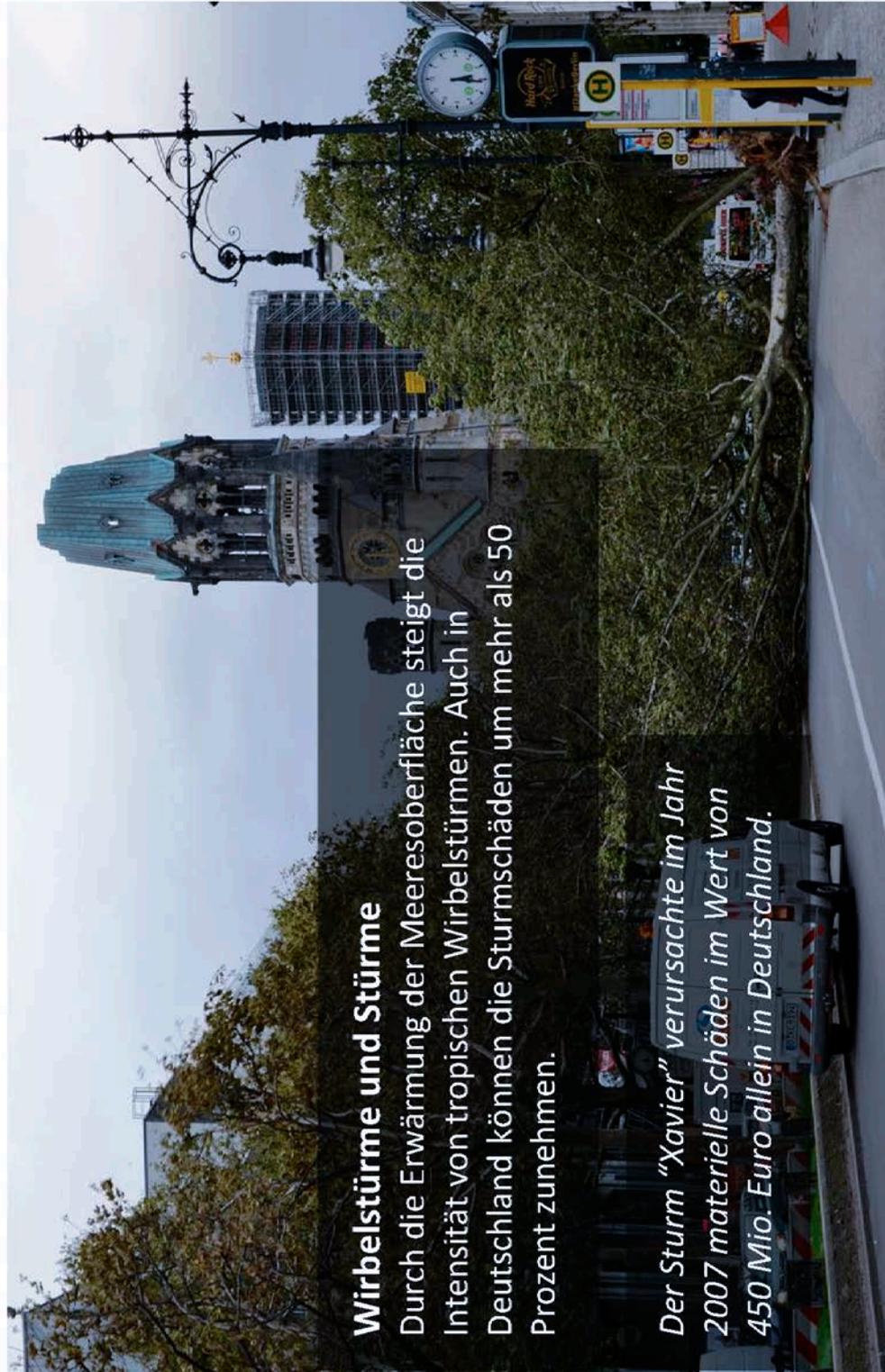
\*Unter Jahrhundertflut versteht man Hochwasser mit so hohen Pegelständen, wie sie im statistischen Mittel nur einmal in hundert Jahren erreicht werden.



## Hitzewellen und Dürren

Höhere Temperaturen führen dazu, dass mehr Wasser verdunstet. Dadurch kommt es regional zu einer Abnahme des Oberflächenwassers und der Grundwasserneubildung.

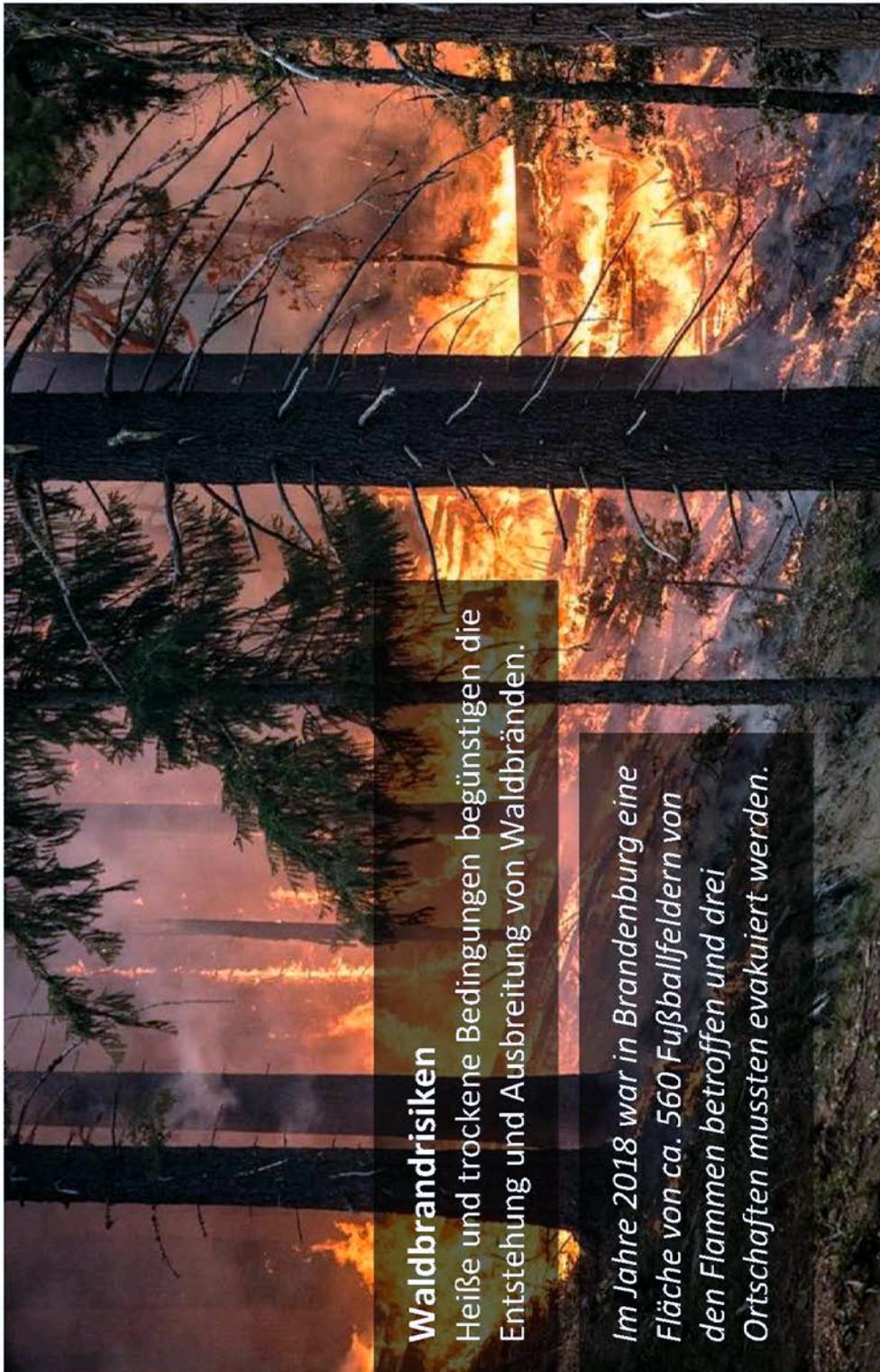
*Der Osten Deutschlands erlebte 2018 den bisher heißesten Sommer. Die langanhaltende Trockenheit führte zu starken Ertragseinbußen in Gesamtdeutschland.*



## Wirbelstürme und Stürme

Durch die Erwärmung der Meeresoberfläche steigt die Intensität von tropischen Wirbelstürmen. Auch in Deutschland können die Sturmschäden um mehr als 50 Prozent zunehmen.

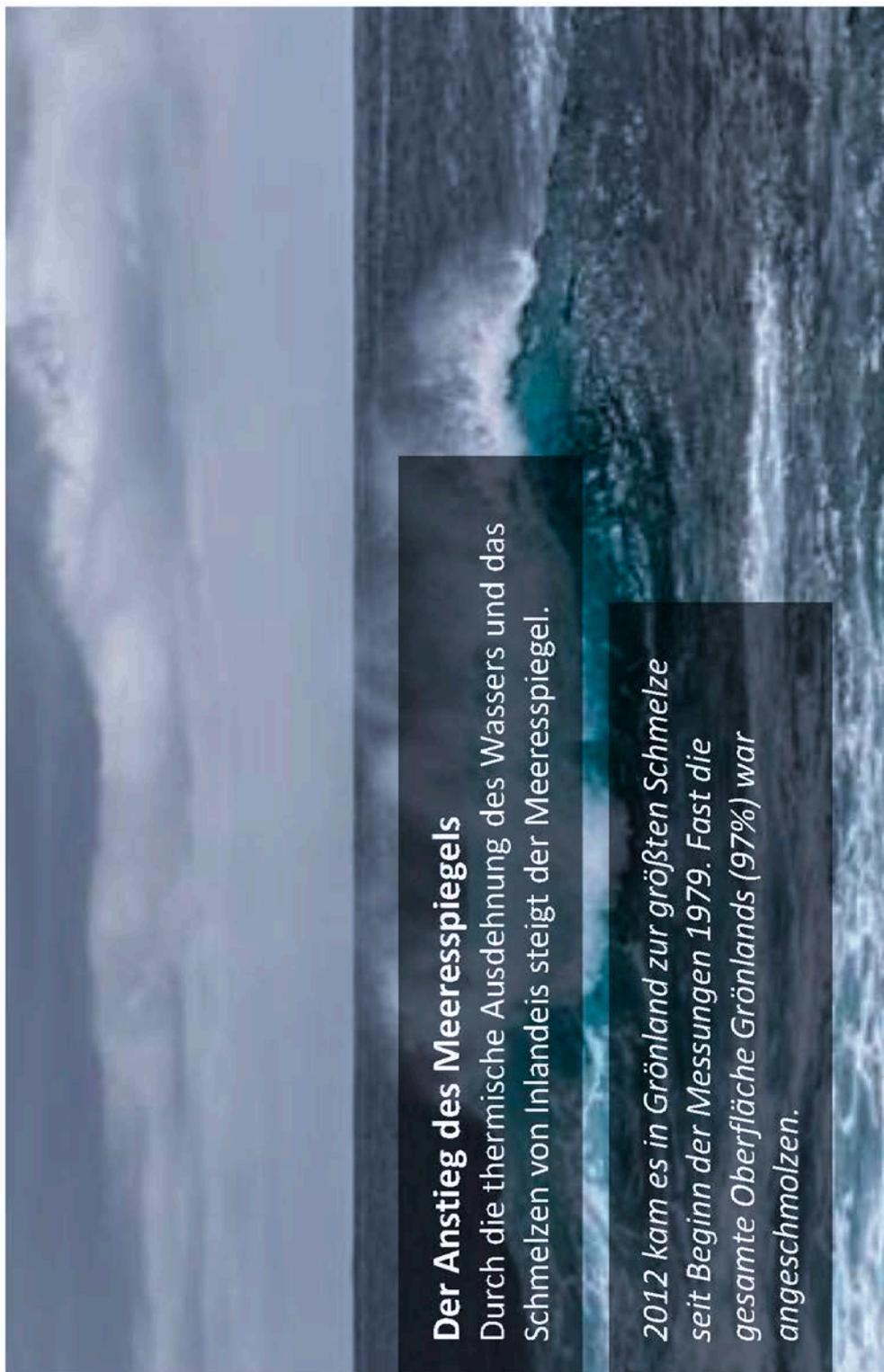
*Der Sturm "Xavier" verursachte im Jahr 2007 materielle Schäden im Wert von 450 Mio. Euro allein in Deutschland.*

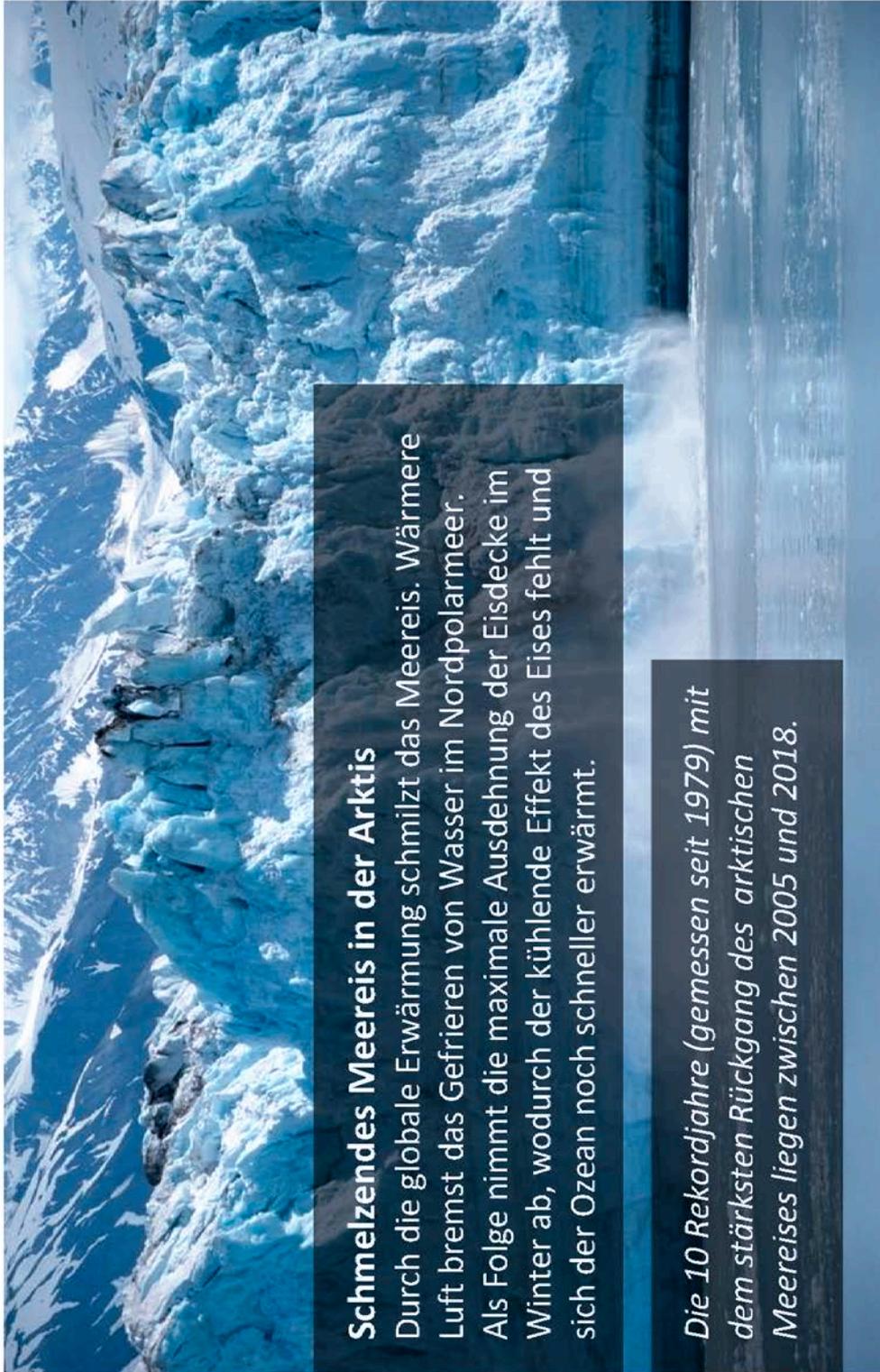


## Waldbrandrisiken

Heiße und trockene Bedingungen begünstigen die Entstehung und Ausbreitung von Waldbränden.

*Im Jahre 2018 war in Brandenburg eine Fläche von ca. 560 Fußballfeldern von den Flammen betroffen und drei Ortschaften mussten evakuiert werden.*





### **Schmelzendes Meereis in der Arktis**

Durch die globale Erwärmung schmilzt das Meereis. Wärmere Luft bremsst das Gefrieren von Wasser im Nordpolarmeer. Als Folge nimmt die maximale Ausdehnung der Eisdecke im Winter ab, wodurch der kühlende Effekt des Eises fehlt und sich der Ozean noch schneller erwärmt.

*Die 10 Rekordjahre (gemessen seit 1979) mit dem stärksten Rückgang des arktischen Meereises liegen zwischen 2005 und 2018.*

## HINTERGRUNDINFORMATIONEN TEIL 2

### Folie 2

#### Einleitungsfolie

Der Klimawandel ist längst vor unserer Haustür angekommen. Viele Auswirkungen des Klimawandels können Menschen, Tiere und Pflanzen bereits jetzt spüren. Wenn die weltweite Entwicklung des Treibhausgasausstoßes weitergeht wie bisher, steuert die Welt bis Ende des Jahrhunderts auf eine Erderwärmung um vier Grad Celsius zu, mit verheerenden Folgen für unsere Erde (Deutsches Klimaportal 2014).<sup>1</sup>

So vielfältig die Regionen unserer Erde geografisch sind, so vielfältig sind auch die Auswirkungen des Klimawandels auf diese. Dank immer genauerer Klimamodelle und immer leistungsfähigerer Computer können Wissenschaftler\*innen inzwischen relativ verlässliche Aussagen über die Folgen des Klimawandels für die einzelnen Regionen dieser Erde machen. Eines ist dabei klar, höhere Temperaturen bedeuten leider nicht nur schönes Wetter: Extreme Wetterereignisse nehmen dadurch ebenfalls zu. Durch erhöhte Lufttemperaturen verdunstet mehr Wasser. Mit jedem Grad Erwärmung kann die Atmosphäre bis zu sieben Prozent mehr Wasser speichern und als Niederschlag wieder abgeben. Was dabei an einer Stelle zu viel abregnet, kann an anderer Stelle fehlen. Das kann zur Häufung von Dürreperioden, wie 2018 deutschlandweit, führen. Zugleich vergrößern höhere Lufttemperaturen auch das Risiko von Gewittern. In Deutschland wird es generell trockener und wärmer, Niederschlagsmengen und Temperaturen werden wechselhafter (co2online 2017).<sup>2</sup> Weltweit werden manche Regionen unter zu viel Wasser leiden, während andere Gebiete weiter austrocknen. Dadurch stehen z. B. Land- und Forstwirtschaft, Küsten- wie Umweltschutz, Energieversorger und Stadtplaner vor großen Herausforderungen. Im Süden von Spanien bleiben zum Beispiel schon seit Jahren die gewohnten Regenfälle aus, die für die Landwirtschaft dringend benötigt werden. Und die Wasserknappheit in Südeuropa wird sich weiter verstärken (Planet Schule 2018).<sup>3</sup>

Wie es mit unserem Klima weitergeht, versuchen Klimaforscher\*innen mit Hilfe von Computermodellen zu berechnen. Doch die Zukunft lässt sich nur schwer voraussagen, auch weil sie u. a. stark von unserem zukünftigen Handeln bestimmt wird. Bei den Fragen, die die Wissenschaft umtreiben, ist eines klar: Wenn wir unseren Ausstoß an Kohlendioxid nicht drastisch senken, werden die Temperaturen auf unserem Globus weiter steigen und Extremwetterereignisse unseren Alltag stärker als bisher beeinflussen. Mögliche Folgen und Risiken des Klimawandels werden regelmäßig vom Weltklimarat IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) in Form von Berichten zusammengestellt. Die Hauptaufgaben dieses Gremiums bestehen in der Bereitstellung von Informationen über die Risiken und Folgen des anthropogenen Klimawandels, sowie über

---

<sup>1</sup> Deutsches Klimaportal (2014): Eine Welt mit 4 °C Erwärmung – wie sähe sie aus? In: Deutsches Klimaportal, vom 18.08.2014. Online unter: [https://www.deutschesklimaportal.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Andere/2014/Klimafakten\\_4K\\_Erwaermung\\_140818.html](https://www.deutschesklimaportal.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Andere/2014/Klimafakten_4K_Erwaermung_140818.html), [Stand: 10.01.2019].

<sup>2</sup> co2online (2017): Klimawandel: Folgen für Deutschland. In: co2online, vom 06.03.2017. Online unter: <https://www.co2online.de/klima-schuetzen/klimawandel/klimawandel-folgen-fuer-deutschland/#c97721>, [Stand: 10.01.2019].

<sup>3</sup> Planet Schule (2018): Die Folgen des Klimawandels. Online unter: [https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Die\\_Folgen\\_des\\_Klimawandels.html#Die\\_Folgen\\_des\\_Klimawandels](https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Die_Folgen_des_Klimawandels.html#Die_Folgen_des_Klimawandels), [Stand: 10.01.2019].

Anpassungsmöglichkeiten und Vermeidungsstrategien (Klimafakten 2019).<sup>4</sup> Diese Informationen basieren jeweils auf dem aktuellen und geprüften Stand der wissenschaftlichen Forschung und sollen eine Grundlage für wissenschaftsbasierte Entscheidungen der Politik darstellen (IPCC 2014).<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Klimafakten (2019): Glossar: IPCC. Online unter: [https://www.klimafakten.de/glossar/letter\\_i](https://www.klimafakten.de/glossar/letter_i), [Stand: 27.01.2019].

<sup>5</sup> IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. In: Intergovernmental Panel on Climate Change, vom 01.11.2014. Online unter: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf), [Stand: 07.01.2019].

### Folie 3

#### Starkniederschläge und Hochwasser

Weltweit gehören bereits heute sintflutartige Regenfälle und über die Ufer tretende Flüsse und Bäche, die zu dramatischen Überschwemmungen führen, zu den häufigsten und verheerendsten Naturkatastrophen (UNISDR 2018).<sup>6</sup> Mit zunehmender Erderwärmung werden auch diese Katastrophen weiter zunehmen. Das besagen die Gesetze der Physik, denn die durch den Klimawandel wärmere Luft kann mehr Wasser aufnehmen, was zur Erhöhung des Wasserdampfgehaltes in der Luft führt. Das wiederum erhöht die Gefahr starker Regenfälle, die starke Überflutungen verursachen können (Wiki Bildungsserver 2018).<sup>7</sup> Seit 1980 hat die Anzahl der Rekordregenfälle in Europa bereits um mehr als ein Drittel zugenommen. Auch ließ sich nachweisen, dass sich im Jahr 2010 einer von vier Rekordregenfällen weltweit auf den Einfluss der langfristigen Klimaerwärmung zurückführen lässt (PIK 2015).<sup>8</sup>

Man kann zwar ein einzelnes Extremwetterereignis nicht direkt und mit hundertprozentiger Sicherheit den Folgen des Klimawandels zuordnen, dafür ist ein einzelnes Extremereignis von zu vielen Faktoren abhängig. Aber man kann inzwischen sehr wohl und detailliert belegen, dass bestimmte Extremwetterereignisse durch den Klimawandel wahrscheinlicher geworden sind. Wahrscheinlich ist auch, dass die Intensität einzelner Ereignisse zunehmen wird.

Extreme Regenfälle, Erdbeben und Hochwasser können enorme Zerstörungen sowie schwere Schäden nach sich ziehen und fordern häufig auch Menschenleben. Zieht sich das Wasser wieder zurück, bleiben Schäden an Häusern, Straßen, Bahntrassen oder Oberleitungen zurück. Zerstörte Infrastrukturen beeinflussen so das Leben der Menschen in den betroffenen Regionen nachhaltig.

Seit 1997 haben sich beispielsweise in Deutschland, innerhalb von wenigen Jahren, drei sogenannte Jahrhunderthochwasser ereignet: Das Oderhochwasser (1997), das Elbhochwasser (2002) sowie Hochwasser in vielen Teilen Deutschlands (2013) (PIK 2015).<sup>9</sup> Vom Hochwasser an der Elbe waren etwa 370.000 Menschen betroffen und der Schaden belief sich auf über 11 Mrd. Euro. Das Hochwasser 1997 an der Oder forderte 74 Tote und es entstanden materielle Schäden im Wert von 3–4 Mrd. Euro (Baumgarten et al. 2011).<sup>10</sup> Das Hochwasser von 2013 gehörte sogar zu den teuersten Naturkatastrophen der deutschen Geschichte (Fromme & Hagen 2013).<sup>11</sup> Hochwasser werden aber

---

<sup>6</sup> UNISDR (2018): Economic Losses, Poverty & Disasters 1998-2017. In: United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Online unter: [https://www.preventionweb.net/files/61119\\_credeconomiclosses.pdf](https://www.preventionweb.net/files/61119_credeconomiclosses.pdf), [Stand: 09.01.2019].

<sup>7</sup> Wiki Bildungsserver (2018): Starkniederschläge und Hochwasser. Online unter: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Starkniederschlaege\\_und\\_Hochwasser](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Starkniederschlaege_und_Hochwasser), [Stand: 10.01.2019].

<sup>8</sup> PIK (2015): Klimawandel: Immer mehr Rekord-Regenfälle. In: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, vom 08.07.2015. Online unter: <https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/klimawandel-immer-mehr-rekord-regenfaelle>, [Stand: 10.01.2019].

<sup>9</sup> PIK (2015): Klimawandel: Immer mehr Rekord-Regenfälle. In: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, vom 08.07.2015. Online unter: <https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/klimawandel-immer-mehr-rekord-regenfaelle>, [Stand: 10.01.2019].

<sup>10</sup> Baumgarten, C. et al. (2011): Hochwasser: Verstehen, Erkennen, Handeln! In: Umweltbundesamt, vom Oktober 2011. Online unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba\\_hochwasser\\_barrierefrei\\_new.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf), [Stand: 10.01.2019].

<sup>11</sup> Fromme, H. und Hagen, P. (2013): Deutschlands teuerste Naturkatastrophe. In: Süddeutsche Zeitung, vom 09.07.2013. Online unter: <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/rekordflut-deutschlands-teuerste-naturkatastrophe-1.1716679>, [Stand: 10.01.2019].

auch dadurch begünstigt, dass der Mensch in die natürlichen Gegebenheiten eingreift. So wurden durch den Bau von Deichen und Dämmen viele Überschwemmungsgebiete vom Fluss getrennt, Flüsse für den Schiffsverkehr begradigt und durch Staustufen die Fließgeschwindigkeit erhöht. Eine weitere Ursache ist das rasante Verschwinden von Naturlandschaften unter Beton und Asphalt. Durch die Versiegelung kann Regenwasser nicht mehr im Boden versickern und gelangt über die Kanalisation viel schneller in die Flüsse als im Normalfall über das Grundwasser (WWF 2019).<sup>12</sup>

Um die Sicherheit der Menschen weltweit zu gewähren, müssten jetzt Anpassungen vor Ort gegen mehr Regen, Hochwasser und Fluten unternommen werden. Das ist besonders in Regionen schwierig, in denen die Menschen nicht über hinreichend finanzielle Mittel verfügen (SZ 2018).<sup>13</sup> So führten beispielsweise 2018 in Indien im südlichen Bundesstaat Kerala heftige Regenfälle zu extremen Überschwemmungen und Dammbürchen. Insgesamt verloren mehr als 1000 Menschen ihr Leben, 300 davon in Kerala (Zeit Online 2018).<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> WWF (2019): Was Überschwemmungen verschlimmert. In: World Wide Fund For Nature. Online unter: <https://www.wwf.de/themen-projekte/fluesse-seen/hochwasser/hochwasser/>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>13</sup> SZ (2018): Klimawandel macht Überflutungen wahrscheinlicher. In: Süddeutsche Zeitung, vom 10.01.2018. Online unter: <https://www.sueddeutsche.de/wissen/klimawandel-klimawandel-macht-ueberflutungen-wahrscheinlicher-1.3820611>, [Stand: 10.01.2019].

<sup>14</sup> Zeit Online (2018): Verheerende Überschwemmungen, Hunderte Tote. In: Zeit Online, vom 18.08.2018. Online unter: <https://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2018-08/indien-kerala-monsunregen-ueberschwemmungen-naturkatastrophe-fs>, [Stand: 09.01.2019].

## Folie 4

### Hitzewellen und Dürren

Die heißen Temperaturen im Sommer 2018 brachten alle ins Schwitzen. Wie lange muss nun die Hitze eigentlich andauern, damit man von einer **Hitzewelle** spricht? Man unterscheidet da je nach Land, Region und Klima: Meteorolog\*innen sprechen für Deutschland beispielsweise ab einer Dauer von fünf Tagen anhaltender Wärme von einer Hitzewelle. Dabei muss das durchschnittliche Tagesmaximum mindestens 30 Grad Celsius betragen (Leyser 2016).<sup>15</sup> Hitzewellen sind für den menschlichen Körper eine Belastung. Gefährdet sind vor allem Babys, Kleinkinder, Menschen mit Vorerkrankungen und ältere Menschen. Hitzewellen belasten das Herz-Kreislaufsystem, führen zu Unwohlsein und erhöhen die Sterberate (Zeit Online 2018).<sup>16</sup> Die europäische Hitzewelle im Sommer 2003 forderte beispielsweise 70.000 zusätzliche Todesopfer (Robine et al. 2007 & Spiegel Online 2007).<sup>17</sup> <sup>18</sup> Weiterhin führen Hitzewellen zu volkswirtschaftlichen Schäden, wie einer verringerten Produktivität der Arbeitnehmer\*innen und einem erhöhten Unfallaufkommen (Munich RE 2019).<sup>19</sup> Die ökonomischen Verluste im europäischen Agrarsektor betragen nach der Hitzewelle im Jahr 2003 circa 13 Milliarden Euro (Albrecht 2013).<sup>20</sup>

Von **Dürre** spricht man, wenn über einen längeren Zeitraum wenig oder kein Niederschlag fällt. Hitzewellen gehen oft Hand in Hand mit Dürren (DWD 2018a)<sup>21</sup> und bezeichnen einen Mangel an Wasser als Folge von unterdurchschnittlichem Niederschlag oder/und erhöhter Verdunstung durch erhöhte Temperaturen (DWD 2018b).<sup>22</sup>

Hitzewellen und Dürren gehören zu Wetterextremen, die durch den Klimawandel verstärkt oder gehäuft auftreten können. Der globale Temperaturanstieg erhöht das Risiko von Hitzewellen (ARD 2018a).<sup>23</sup> Extreme Hitze verbunden mit langer Trockenheit, wie im Sommer 2018 in Deutschland, zerstören landwirtschaftliche Kulturen wie Mais und Reben. Raps und Weizen reifen schneller, was negative Auswirkungen auf den Ertrag und die Qualität hat. Die Ertragseinbußen in 2018 betragen je

<sup>15</sup> Leyser, A. (2016): Hitzewelle oder Hitze-Intermezzo? In: Deutscher Wetterdienst, vom 17.07.2016. Online unter: [https://www.dwd.de/DE/wetter/thema\\_des\\_tages/2016/7/17.html](https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2016/7/17.html), [Stand: 10.01.2019].

<sup>16</sup> Zeit Online (2018): Klimawandel: Die Zahl der Todesfälle durch Hitze steigt. In: Zeit Online, vom 13.12.2018. Online unter: <https://www.zeit.de/wissen/gesundheit/2018-12/klimawandel-shakoor-hajat-hitzewellen-hitzetote-stadtplanung-temperatur-gesundheitsrisiko>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>17</sup> Robine, J.-M. et al. (2007): Report on excess mortality in Europe during summer 2003. In: European Commission, vom 28.02.2007. Online unter: [http://ec.europa.eu/health/ph\\_projects/2005/action1/docs/action1\\_2005\\_a2\\_15\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2005/action1/docs/action1_2005_a2_15_en.pdf), [Stand 27.01.2019].

<sup>18</sup> Spiegel Online (2007): Hitze-Sommer 2003 hat 70.000 Europäer getötet. In: Spiegel Online, vom 23.03.2007. Online unter: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/statistik-studie-hitze-sommer-2003-hat-70-000-europaer-getoetet-a-473614.html>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>19</sup> Munich RE (2019): Auswirkungen von Hitzewellen. Online unter: <https://www.munichre.com/touch/naturalhazards/de/naturalhazards/climatological-hazards/heatwaves-and-drought/effects/index.html>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>20</sup> Albrecht, K. (2013): Hitzewellen und Dürren: Welche Schäden verursachen diese Wetterextreme? In: R+V Allgemeine Versicherung AG, vom Juli 2013. Online unter: <https://www.ruv.de/service/schadenabc/unwetter/hitzewelle-duerre>, [Stand: 10.01.2019].

<sup>21</sup> DWD (2018a): Wetterlexikon: Dürre. In: Deutscher Wetterdienst. Online unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100578&lv3=603288>, [Stand: 10.01.2019].

<sup>22</sup> DWD (2018b): Wetterlexikon: Hitzewelle. In: Deutscher Wetterdienst. Online unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101094&lv3=624852>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>23</sup> ARD (2018a): Hitzewelle in Europa: "Befinden uns mitten im Klimawandel". In: Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland, vom 28.07.2018. Online unter: <https://www.tagesschau.de/inland/hitzewelle-klimawandel-feuerwehr-101.html>, [Stand: 10.01.2019].

nach Region bei Getreide und Raps zwischen 20 und 50 Prozent (Bundesregierung 2018).<sup>24</sup> Ertragsausfälle können Preissteigerungen und Versorgungsengpässe verursachen sowie zu Hungersnöten führen. Aufgrund von Wasserknappheit kam es 2018 örtlich zu Rationierungen des Trinkwassers (Nicolai 2018).<sup>25</sup> Hitze und Trockenheit verursachten ebenfalls erhebliche Schäden an Bäumen in Berlin und Brandenburg (Rbb24 2018).<sup>26</sup> Der Sommer 2018 war deutschlandweit der Zweitwärmste seit Beginn der Aufzeichnungen, in Ostdeutschland sogar der wärmste (Imbery 2018).<sup>27</sup> Die Wahrscheinlichkeit für eine Hitzewelle, wie sie 2018 in Europa stattfand, hat sich in vergangenen 100 Jahren durch den Klimawandel verdoppelt (Klimafakten 2019).<sup>28</sup>

Wiederkehrende Dürren tragen beispielsweise in Ostafrika regelmäßig zu Hungersnöten bei. Die Hungersnot im Jahr 2011 forderte in Somalia 260.000 Tote (Engelhardt & Rühl 2017)<sup>29</sup>, bei der Hungersnot 2016 waren in Äthiopien mehr als 18 Millionen Menschen, ein Fünftel der Bevölkerung, auf Nahrungshilfe angewiesen (Schönfeld 2016).<sup>30</sup> Dürren können ebenfalls Trinkwasserknappheit bedingen. In Kapstadt, Südafrika, kam es aufgrund einer langanhaltenden Dürre Anfang 2018 zu einer bedrohlichen Wasserknappheit. Der Trinkwasserverbrauch musste auf Dauer drastisch reduziert werden (Betz 2018).<sup>31</sup>

<sup>24</sup> Bundesregierung (2018): Hilfen für die Landwirtschaft: Überblick über Dürre-Schäden notwendig. In: Bundesregierung, vom 02.08.2018. Online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/ueberblick-ueber-duerre-schaeden-notwendig-1507590>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>25</sup> Nicolai, B. (2018): In Norddeutschland herrscht die größte Dürre seit 15 Jahren. In: Welt, vom 08.06.2018. Online unter: <https://www.welt.de/wirtschaft/article177217410/Wasserversorgung-In-Deutschland-herrscht-die-groesste-Duerre-seit-15-Jahren.html>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>26</sup> Rbb24 (2018): Waldzustandsbericht 2018: Nur jeder vierte Baum in Berlin ist gesund. In: Rundfunk Berlin-Brandenburg, vom 18.12.18. Online unter: <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2018/12/wald-berlin-bericht-waldzustandsbericht-2018.html>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>27</sup> Imbery, F. et al. (2018): 2018 wärmster Sommer im Norden und Osten Deutschlands. In: Deutscher Wetterdienst, vom 06.09.2018. Online unter: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180906\\_waermstersommer\\_nordosten2018.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180906_waermstersommer_nordosten2018.pdf?__blob=publicationFile&v=7), [Stand: 11.01.2019].

<sup>28</sup> Klimafakten (2019): Wie reden über den Zusammenhang von Klimawandel und Extremwettern? "Über Hitzewellen können wir bereits ziemlich viel sagen". Online unter: <https://www.klimafakten.de/meldung/wie-reden-ueber-den-zusammenhang-von-klimawandel-und-extremwettern-ueber-hitzewellen-koennen>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>29</sup> Engelhardt, M. und Rühl, B. (2017): Menschengemachte Hungersnot. In: Deutschlandfunk, vom 07.04.2017. Online unter: [https://www.deutschlandfunk.de/krise-in-ostafrika-menschengemachte-hungersnot.724.de.html?dram:article\\_id=383366](https://www.deutschlandfunk.de/krise-in-ostafrika-menschengemachte-hungersnot.724.de.html?dram:article_id=383366), [Stand: 11.01.2019].

<sup>30</sup> Schönfeld, F. (2016): Hungersnot in Äthiopien. In: Frankfurter Allgemeine, vom 07.05.2016. Online unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/arm-und-reich/hungersnot-in-ostafrika-14209027.html>, [Stand: 1.01.2019].

<sup>31</sup> Betz, K. (2018): Wasserkrise in Kapstadt: Die Knappheit ist Normalität geworden. In: Deutschlandfunk, vom 22.07.2018. Online unter: [https://www.deutschlandfunk.de/wasserkrise-in-kapstadt-die-knappheit-ist-normalitaet.1242.de.html?dram:article\\_id=423544](https://www.deutschlandfunk.de/wasserkrise-in-kapstadt-die-knappheit-ist-normalitaet.1242.de.html?dram:article_id=423544), [Stand: 11.01.2019].

## Folie 5

### Wirbelstürme und Stürme

Orkan, Taifun, Hurrikan, Zyklon sind alles unterschiedliche Bezeichnungen für starke Stürme, die eines gemeinsam haben: Sie können verheerende Schäden verursachen. Als **Sturm** bezeichnet man Winde ab einer Geschwindigkeit von mindestens 74 Kilometer pro Stunde. Inzwischen sind zwar die Voraussagen der Meteorolog\*innen bei solchen Stürmen einigermaßen zuverlässig, verhindern kann man sie aber trotzdem nicht.

Starke Stürme über Mittel- und Nordeuropa mit Windgeschwindigkeiten oberhalb von 117 Kilometern pro Stunde bezeichnet man als **Orkan** (Planet Wissen 2019).<sup>32</sup> Anzutreffen sind sie im Herbst und Winter über Mitteleuropa, wenn kalte Luft aus der Polarregion auf warme Luft trifft, die aus Richtung Äquator strömt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Temperaturunterschied zwischen dem Pol und den südlicheren Breiten besonders groß. Durch den Klimawandel ließen sich in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten vermehrt Stürme auch in Deutschland beobachten (Kirady et al. 2019).<sup>33</sup> Ein Beispiel dafür war das Sturmtief "Xavier" im Oktober 2017. Für die starken Schäden waren nicht nur die Windgeschwindigkeiten von bis zu 120 Kilometer pro Stunde verantwortlich. "Xavier" war ein sehr zeitiger Herbststurm der große Schäden in Mitteleuropa anrichtete. Da die Bäume zu dem Zeitpunkt das Laub noch nicht abgeworfen hatten, boten sie dem Sturm mehr Angriffsfläche. In Berlin, Hamburg, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern kamen dabei 7 Menschen ums Leben (SZ 2017 & Stollowsky 2017).<sup>34</sup> <sup>35</sup> Die Schäden beliefen sich in Deutschland auf 450 Millionen Euro (Munich RE 2018).<sup>36</sup>

**Zyklon, Taifun und Hurrikan** benennen eigentlich dasselbe. Sie haben gemeinsam, dass alle drei Wirbelstürme nur in der Nähe des Äquators und im Herbst auftreten, wenn das Wasser besonders warm ist. Als **Zyklon** bezeichnet man einen Wirbelsturm, der sich auf dem Wasser gebildet hat. Im nordwestlichen Teil des Pazifischen Ozeans und im asiatischen Raum heißen Zyklone **Taifune**. **Hurrikane** nennt man tropische Wirbelstürme über dem Atlantik, östlich der Westindischen Inseln und in der Karibik. Als Huricán bezeichneten die Maya den Gott des Windes. Die Kraft der Hurrikane ist besonders gefährlich, da zur Kraft des Windes die Gewalt des Wassers dazukommt. Der Sturm schiebt eine Flutwelle vor sich her. Da die Wolken im Hurrikan mit Wasser vollgesogen sind, werden starke Regenfälle erzeugt, die das Land unter Wasser setzen (Hamburger Bildungsserver 2019).<sup>37</sup> Im Jahr 2017 wurden das erste Mal, seit Beginn der modernen Wetterbeobachtungen im Jahr 1965 über

<sup>32</sup> Planet Wissen (2019): Stürme. Online unter: <https://www.planet-wissen.de/natur/naturgewalten/stuerme/index.html>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>33</sup> Kirady, M. et al. (2019): Klimawandel: "Wir müssen uns auf immer extremeres Wetter einstellen". In: GEO. Online unter: <https://www.geo.de/magazine/geo-kompakt/19095-rtkl-erderwaermung-wir-muessen-uns-auf-immer-extremeres-wetter-einstellen>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>34</sup> SZ (2017): "Xavier": Mehrere Tote, Verkehrschaos und Rettungskräfte im Dauereinsatz. In: Süddeutsche Zeitung, vom 06.10.2017. Online unter: <https://www.sueddeutsche.de/panorama/unwetter-sturmtief-xavier-versetzt-den-norden-in-den-ausnahmestand-1.3696419>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>35</sup> Stollowsky, C. et al. (2017): "Xavier" über Berlin und Brandenburg: Ein Sturm wie schon lange keiner mehr. In: Der Tagesspiegel, vom 06.10.2017. Online unter: <https://www.tagesspiegel.de/berlin/xavier-ueber-berlin-und-brandenburg-ein-sturm-wie-schon-lange-keiner-mehr/20420826.html>, [Stand: 03.01.2019].

<sup>36</sup> Munich RE (2018): 5 costliest winter storms/ winter damage events in Germany 2012-2017. Online unter: <https://natcatservice.munichre.com/topten/1?filter=eyJ5J5ZWfYRnJvbSI6MjAxMiwieWVhclRvIjoyMDE3LCJmb2N1c0FuYWx5c2lzSWQjOjQslmZvY3VzQW5hbHlzaXNBcmVhSWQjOjI3fQ%3D%3D&type=1>, [Stand: 03.01.2019].

<sup>37</sup> Hamburger Bildungsserver (2019): Tropische Wirbelstürme: Aufbau, Entstehung, Verbreitung, Klassifizierung. Online unter: <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/3062880/tropische-wirbelstuerme/>, [Stand: 11.01.2019].

Satelliten 10 aufeinanderfolgende Hurrikane beobachtet (Wikipedia 2019).<sup>38</sup> Die größten Schäden in Höhe von 150 bis 180 Mrd. Dollar wurden durch den Hurrikan „Harvey“ verursacht. In der Geschichte der USA ist es bis jetzt der teuerste Hurrikan (Vergin 2017).<sup>39</sup>

In den letzten Jahren haben sich immer wieder heftige Stürme ereignet, die verheerende Zerstörungen hinterlassen haben. Wahrscheinlich wird sich in Zukunft die Windgeschwindigkeit der Stürme durch den Klimawandel weiter erhöhen und sie noch heftiger ausfallen lassen als bereits heute (IPCC 2012).<sup>40</sup> Auch hier spielt die Physik eine Rolle. Mit dem verdunsteten Wasser kommt auch pro Grad Temperaturanstieg bis zu 7 Prozent mehr Energie in die Atmosphäre. Dabei sind es gerade die heftigen Stürme, die die größten Schäden anrichten, Menschenleben kosten sowie Hunger und Armut verstärken. Das Risiko durch wetterbedingte Naturkatastrophen alles zu verlieren, ist besonders hoch für die Menschen, die in den Slums der großen Städte, flachen Küstengebieten und Flussdeltas leben sowie in abgelegenen ländlichen Gebieten oder an Hanglagen mit schlechten Böden. Diese Menschen sind Tropenstürmen meist ungeschützt ausgeliefert und ein einzelner Sturm vernichtet so meistens die gesamten Lebensgrundlagen (Lottje 2015).<sup>41</sup>

---

<sup>38</sup> Wikipedia (2019): Atlantische Hurrikansaison 2017. Online unter: [https://de.wikipedia.org/wiki/Atlantische\\_Hurrikansaison\\_2017](https://de.wikipedia.org/wiki/Atlantische_Hurrikansaison_2017), [Stand: 29.01.2019].

<sup>39</sup> Vergin, J. (2017): Wirbelsturm "Harvey": Entstehung einer Naturgewalt. In: Deutsche Welle, vom 28.08.2017. Online unter: <https://www.dw.com/de/wirbelsturm-harvey-entstehung-einer-naturgewalt/a-40264784>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>40</sup> IPCC (2012): Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. In: Intergovernmental Panel on Climate Change. Online unter: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX\\_Full\\_Report-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf), [Stand: 11.01.2019].

<sup>41</sup> Lottje, C. (2015): Katastrophen durch Klimawandel: Wie der Klimawandel zu Chaos, Zerstörung und Hunger führt. In: OXFAM, vom Dezember 2015. Online unter: <https://www.oxfam.de/system/files/oxfam-katastrophen-klimawandel2015-factsheet.pdf>, [Stand: 11.01.2019].

## Folie 6

### Waldbrandrisiken

Aufgrund seiner langen Lebensdauer wird der Wald besonders vielfältig vom Klimawandel betroffen sein. In Deutschland weisen beispielsweise bereits 73 Prozent der Bäume Schäden auf, die unter anderem auf Veränderungen des Klimas zurückzuführen sind (MUEEF 2018).<sup>42</sup> Die Erderwärmung begünstigt in Regionen mit wenigen Niederschlägen auch die Entstehung und Ausbreitung von Waldbränden. Dazu kommt, dass die Waldbrandsaison durch heißere und trockenere Sommer mittlerweile früher beginnt, länger dauert und heftiger wütet (Russell & Shield 2017).<sup>43</sup> Betroffen sind unter anderem Wälder in den USA, Russland, Südostasien, Lateinamerika und Südeuropa (Hirschberger 2011).<sup>44</sup> Besonders im Mittelmeerraum werden schwere Folgen erwartet (Bowman et al. 2017).<sup>45</sup>

Aber auch in Deutschland brennen jedes Jahr Wälder. Brandenburg ist durch geringe Niederschlagsmengen, sandige Böden und den hohen Anteil an Kiefernwäldern, ein Drittel der Fläche, das Bundesland mit der höchsten Waldbrandgefahr (Land Brandenburg 2019).<sup>46</sup> Im Jahre 2018 wüteten auch hier schwere Waldbrände. Mehr als 400 Hektar, was einer Fläche von 560 Fußballfeldern entspricht, waren von den Flammen betroffen und drei Ortschaften mussten evakuiert werden. Während häufig Brandstiftung der Auslöser war, konnten sich die Brände aufgrund des heißen und trockenen Sommers besonders schnell ausbreiten (Schneider 2018).<sup>47</sup>

Die Waldbrände in Kalifornien während des Sommers 2018 erreichten eine ganz neue Dimension extremer Waldbrände. Das Feuer hat dort eine Fläche zerstört, die mehr als doppelt so groß ist wie das Saarland. Verschiedene Faktoren verstärkten sich hier gegenseitig. Durch den in Kalifornien in den letzten Jahren ausbleibenden Regen war es in der Region bereits extrem trocken. Verschlechtert wurde die Situation durch die ungewöhnlich hohe Zahl an toten, trockenen Bäumen als Folge der kalifornischen Megadürre der letzten Jahre. Zusätzlich angefacht wurden die Waldbrände durch die extremen Winde und die geografischen Bedingungen von hohen Bergen und tiefen Tälern, die wie Schloten wirken. Natürliche Faktoren und vom Menschen verursachte globale Erwärmungseffekte spielten hier verheerend zusammen. Hunderttausende Einwohner waren gezwungen ihr Zuhause zu

---

<sup>42</sup> MUEEF (2018): Klimawandel heißt Waldwandel. In: Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz. Online unter: [https://mueef.rlp.de/fileadmin/mulewf/Publikationen/Klimawandel\\_heisst\\_Waldwandel.pdf](https://mueef.rlp.de/fileadmin/mulewf/Publikationen/Klimawandel_heisst_Waldwandel.pdf), [Stand: 15.01.2019].

<sup>43</sup> Russell, R. und Shield, C. (2017): Klimawandel setzt die Welt in Brand. In: Deutsche Welle, vom 23.08.2017. Online unter: <https://www.dw.com/de/klimawandel-setzt-die-welt-in-brand/a-40172912>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>44</sup> Hirschberger, P. (2011): Wälder in Flammen: Ursachen und Folgen der weltweiten Waldbrände. In: World Wide Fund For Nature, vom Juli 2011. Online unter: [https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/110727\\_WWF\\_Waldbrandstudie.pdf](https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/110727_WWF_Waldbrandstudie.pdf), [Stand: 27.01.2019].

<sup>45</sup> Bowman, D. M. J. S., et al. (2017): Human exposure and sensitivity to globally extreme wildfire events. In: Nature Ecology & Evolution, vom 06.02.2017. Online unter: <https://www.nature.com/articles/s41559-016-0058>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>46</sup> Land Brandenburg (2019): Waldbrandgefahr in Brandenburg. Online unter: <https://forst.brandenburg.de/sixcms/detail.php/bb1.c.244385.de>, [Stand: 03.01.2019].

<sup>47</sup> Schneider, J. (2018): Waldbrand in Brandenburg: „Nach wie vor große Gefährdung“. In: Süddeutsche Zeitung, vom 24.08.2018. Online unter: <https://www.sueddeutsche.de/panorama/waldbrand-in-brandenburg-ministerpraesident-nach-wie-vor-grosse-gefaehrdung-1.4103052>, [Stand: 03.01.2019].

verlassen, darunter auch Stars wie Kim Kardashian oder Lady Gaga. Es waren wohl die bisher schlimmsten Waldbrände in der Geschichte Kaliforniens (PIK 2018).<sup>48</sup>

In der Regel werden Waldbrände durch menschliches Fehlverhalten aber auch durch Blitze verursacht. Dabei treiben Hitzewellen und Trockenheit die Ausbreitung verheerender Brände dramatisch voran. Dank Früherkennung und erfolgreicher Eindämmung nehmen in Deutschland seit 1991 sowohl die Anzahl der Waldbrände als auch die von Bränden betroffene Fläche bedeutend ab. Mit der zu erwartenden Zunahme heißer und trockener Witterungen werden die Herausforderungen in der Prävention und Bekämpfung von Waldbränden in Zukunft jedoch zunehmen. Zu den ökologischen Auswirkungen der Brände gehören unter anderem die Freisetzung von Treibhausgasen und Feinstäuben. Brände beeinträchtigen außerdem langfristig die Vitalität und Stabilität von Wäldern. Der trockene Boden hält weniger gut die Feuchtigkeit und Nährstoffe werden leichter ausgewaschen (UBA 2018).<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> PIK (2018): Statement zu den aktuellen Waldbränden in Kalifornien. In: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, vom 12.11.2018. Online unter: [https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/nachrichten/statement-zu-den-aktuellen-waldbraenden-in-kalifornien?set\\_language=de](https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/nachrichten/statement-zu-den-aktuellen-waldbraenden-in-kalifornien?set_language=de), [Stand: 03.01.2019].

<sup>49</sup> UBA (2018): Waldbrände. In: Umweltbundesamt, vom 18.09.2018. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/waldbraende#textpart-1>, [Stand: 03.01.2019].

## Folie 7

### Der Anstieg des Meeresspiegels

Der Anstieg des globalen Meeresspiegels ist ohne Zweifel eine der langfristig wichtigsten Folgen des anthropogenen Klimawandels. Für den globalen Anstieg des Meeresspiegels gibt es im Wesentlichen zwei Ursachen. Zum einen erhalten die Ozeane durch das Abschmelzen von Gletschern mehr Wasser. Zum anderen dehnt sich Wasser bei steigenden Temperaturen aus, d.h. es nimmt mehr Volumen in Anspruch.

Das Eis der Antarktis liegt zum größten Teil auf dem Festland ohne Verbindung zum Ozean. Gleiches gilt übrigens auch für das Eis in Grönland und für abschmelzende Gebirgsgletscher. Im Jahr 2012 kam es in Grönland zur größten Schmelze seit Beginn der Messungen 1979. Fast die gesamte Oberfläche Grönlands (97 Prozent) war angeschmolzen (NSIDC 2013).<sup>50</sup> Wenn nun dieses kontinentale Eis schmilzt, fließt das Schmelzwasser vom Festland in den Ozean. Da dieses Eis zuvor nicht mit dem Meer verbunden war, handelt es sich um zusätzliches Wasser, in dessen Folge der Meeresspiegel ansteigt. Der Anstieg bis zum Ende des Jahrhunderts wird auf durchschnittlich 65 Zentimeter vorausgesagt (PNAS 2018 & NASA 2018).<sup>51 52</sup> Da es weltweit keinen einheitlichen Meeresspiegelanstieg gibt, wird der Anstieg in einigen Regionen deshalb auch höher ausfallen (DKK 2017 & Wiki Bildungsserver 2019).<sup>53 54</sup> Die durch den globalen Klimawandel zu erwartenden Veränderungen im Meeresspiegel wirken sich insgesamt lokal sehr unterschiedlich aus.

Schon seit Jahren kämpfen die Bewohner vieler Küstengebiete und Inseln gegen das immer näher rückende Meer. Den Menschen vieler Atolle und flacher Inseln in den tropischen Meeren, wie den Malediven oder Barbados steht das Wasser bereits jetzt bis zum Hals. Für niedrig gelegene Inselstaaten, wie die Malediven im Indischen Ozean oder Tuvalu im Pazifik, verschärfen der ansteigende Meeresspiegel verbunden mit stärkeren Stürmen die Gefahr und das Ausmaß von Sturmfluten (Milan et al. 2016 & UNDP 2011).<sup>55 56</sup> Der Meeresspiegel steigt in diesen Regionen zudem stärker als im globalen Mittel, gleichzeitig ragen viele dieser Eilande weniger als zwei Meter über den Ozean hinaus. Nach Einschätzung der Vereinten Nationen sind viele der 52 Inselstaaten unmittelbar gefährdet (Welt 2014).<sup>57</sup> Diese Menschen werden heimatlos, wenn Ihre Insel im Meer

---

<sup>50</sup> NSIDC (2013): An intense Greenland melt season: 2012 in review. In: National Snow and Ice Data Center, vom 05.02.2013. Online unter: <https://nsidc.org/greenland-today/2013/02/greenland-melting-2012-in-review/>, [Stand: 03.01.2019].

<sup>51</sup> PNAS (2018): Climate-change-driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vom 27.02.2018. Online unter: <https://www.pnas.org/content/115/9/2022>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>52</sup> NASA (2018): New study finds sea level rise accelerating. In: National Aeronautics and Space Administration, vom 13.02.2018. Online unter: <https://climate.nasa.gov/news/2680/new-study-finds-sea-level-rise-accelerating/>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>53</sup> DKK (2017): Warum unterscheidet sich die lokale Meeresspiegeländerung vom globalen Durchschnitt? In: Deutsches Klima Konsortium. Online unter: <https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/klimafaq-13-1.html>, [Stand: 10.01.2019].

<sup>54</sup> Wiki Bildungsserver (2019): Regionaler Meeresspiegelanstieg. Online unter: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Regionaler\\_Meeresspiegelanstieg](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Regionaler_Meeresspiegelanstieg), [Stand: 10.01.2019].

<sup>55</sup> Milan, A. et al. (2016). Tuvalu: Climate change and migration. In: United Nations University Institute for Environment and Human Security, vom November 2016. Online unter: [https://collections.unu.edu/eserv/unu:5856/Online\\_No\\_18\\_Tuvalu\\_Report\\_161207\\_.pdf](https://collections.unu.edu/eserv/unu:5856/Online_No_18_Tuvalu_Report_161207_.pdf), [Stand: 08.01.2019].

<sup>56</sup> UNDP (2011): Maldives. In: United Nations Development Programme. Online unter: <https://adaptation-undp.org/explore/maldives>, [Stand: 08.01.2019].

<sup>57</sup> Welt (2014): Klimawandel bedroht besonders 52 kleine Inselstaaten. In: Welt, vom 06.06.2014. Online unter:

verschwindet. Für Menschen, die vor den Folgen des Klimawandels fliehen müssen, wird aktuell deshalb die Idee zur Ausstellung eines Klimapasses diskutiert (Wille 2018).<sup>58</sup> Dieser Pass soll den Bewohnern gefährdeter Inselstaaten staatsbürgerliche Rechte in anderen Ländern geben.

Ein weiteres aktuelles Problem ist die Gefährdung der Trinkwasserversorgung auf den Atollen und Tropeninseln: Das Trinkwasser stammt allein aus vom Regen gespeisten Wasservorkommen, die im Untergrund dünne Süßwasser-Linsen bilden, die wegen ihrer geringeren Dichte auf dem salzigen Grundwasser der Atolle schwimmen. Bei einer Überflutung wird nun Salzwasser von oben in diese Süßwasservorkommen gespült, dadurch vermischt sich das Wasser und das Trinkwasser versalzt (PNAS 2018).<sup>59</sup>

---

[https://www.welt.de/newsticker/dpa\\_nt/infoline\\_nt/wissenschaft\\_nt/article128783218/Klimawandel-bedroht-besonders-52-kleine-Inselstaaten.html](https://www.welt.de/newsticker/dpa_nt/infoline_nt/wissenschaft_nt/article128783218/Klimawandel-bedroht-besonders-52-kleine-Inselstaaten.html), [Stand: 29.01.2018].

<sup>58</sup> Wille, J. (2018): Ein Pass für Klimaflüchtlinge. In: Frankfurter Rundschau, vom 04.09.2018. Online unter: <http://www.fr.de/wirtschaft/klimapass-fuer-migranten-ein-pass-fuer-klimafluechtlinge-a-1575648>, [Stand: 11.01.2019].

<sup>59</sup> PNAS (2018): Climate-change–driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vom 27.02.2018. Online unter: <https://www.pnas.org/content/115/9/2022>, [Stand: 11.01.2019].

## Folie 8

### Schmelzendes Meereis in der Arktis

Der globale Temperaturanstieg lässt auch das Meereis in der Arktis schmelzen. Als Arktis bezeichnet man die Polarregionen von Europa, Asien und Nordamerika sowie das Nordpolarmeer selbst. Im Nordpolarmeer sind große Wassermengen als Meereis gebunden, wobei die Ausdehnung der eisbedeckten Region zwischen Sommer und Winter stark variiert (UBA 2015).<sup>60</sup> Zudem schmilzt zunehmend auch der grönländische Eisschild ab, was im Gegensatz zum schmelzenden Meereis auch einen Beitrag zum Meeresspiegelanstieg liefert. Letzterer Effekt verändert auch die Salzgehalte im Meerwasser, denn Landgletscher bestehen aus Süßwasser. Dies wiederum hat eine Abschwächung des Golfstromes zur Folge, der einen maßgeblichen Einfluss auf das Klima in Europa hat (Dlf 2018).<sup>61</sup> Zusammen genommen verändern alle diese Effekte das gesamte Ökosystem im arktischen Meer.

Von 1978 bis 2006 ist die jährliche Meereisbedeckung in der Arktis im September, zum Zeitpunkt nach der Eisschmelze, im Durchschnitt um ca. 9 Prozent pro Jahrzehnt zurückgegangen (Wiki Bildungsserver 2018).<sup>62</sup> Es wird damit gerechnet, dass das arktische Meer zwischen 2030 und 2070 im Sommer eisfrei sein wird (Deutschlandfunk Kultur 2018).<sup>63</sup> So könnte das Nordpolarmeer aufgrund des Temperaturanstiegs bald nur noch in den Wintermonaten von Eis bedeckt sein (UBA 2016).<sup>64</sup> Die Nordostpassage ist bereits regelmäßig für einige Zeit im Sommer eisfrei (FAZ 2018).<sup>65</sup>

Problematisch ist, dass die Erderwärmung in der Arktis doppelt so schnell wie im globalen Durchschnitt erfolgt (UBA 2013).<sup>66</sup> Der Grund liegt in einem Rückkopplungseffekt: dem **Eis-Albedo Effekt**. Als **Albedo** bezeichnet man den Anteil an (Sonnen-)Strahlung, der von einer Oberfläche reflektiert wird. Helle Oberflächen, wie Eisberge, reflektieren sehr viel Strahlung. Dunkle Oberflächen, wie das Meerwasser, absorbieren diese eher. Deshalb kühlen z. B. helle Vorhänge einen Raum im Sommer eher und dunkle Vorhänge erhitzen diesen zusätzlich. Normalerweise reflektiert das Eis einen Großteil der Sonnenstrahlung, die auf die Erde trifft. Das hält die Erde kühl. Je kleiner die Eisfläche wird, desto weniger Strahlung wird reflektiert. Stattdessen wird immer mehr Strahlung von der dunkleren Wasseroberfläche absorbiert. Dadurch schreitet die Erwärmung in der Arktis wesentlich schneller voran als in anderen Breiten (Meereisportal 2019).<sup>67</sup> Der **Eis-Albedo Effekt** ist

<sup>60</sup> UBA (2015): Wissenswertes zur Arktis. In: Umweltbundesamt, vom 24.09.2015. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/arktis/wissenswertes-zur-arktis>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>61</sup> Dlf (2018): Golfstrom-Abschwächung begünstigt Hitzewellen. In: Deutschlandfunk, vom 12.04.2018. Online unter: [https://www.deutschlandfunk.de/klimaforscher-stefan-rahmstorf-golfstrom-abschwaechung.697.de.html?dram:article\\_id=415386](https://www.deutschlandfunk.de/klimaforscher-stefan-rahmstorf-golfstrom-abschwaechung.697.de.html?dram:article_id=415386), [Stand: 27.01.2019].

<sup>62</sup> Wiki Bildungsserver (2018): Arktisches Meereis. Online unter: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Arktisches\\_Meereis](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Arktisches_Meereis), [Stand: 08.01.2019].

<sup>63</sup> Deutschlandfunk Kultur (2018): Klimawandel in der Arktis: Dramatische Änderung in der Eisbedeckung. In: Deutschlandfunk Kultur, vom 29.08.2018. Online unter: [https://www.deutschlandfunkkultur.de/klimawandel-in-der-arktis-dramatische-aenderung-in-der.1008.de.html?dram:article\\_id=426720](https://www.deutschlandfunkkultur.de/klimawandel-in-der-arktis-dramatische-aenderung-in-der.1008.de.html?dram:article_id=426720), [Stand: 27.01.2019].

<sup>64</sup> UBA (2016): Arktis. In: Umweltbundesamt, vom 01.02.2016. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/arktis>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>65</sup> FAZ (2018): Die Arktis wird eisfrei sein. In: Frankfurter Allgemeine, vom 23.08.2018. Online unter: <https://www.faz.net/aktuell/wissen/erde-klima/klimawandel-weniger-eis-mehr-schiffsverkehr-in-der-arktis-15751432.html>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>66</sup> UBA (2013): Zu erwartende Klimaänderungen bis 2100. In: Umweltbundesamt, vom 25.07.2013. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/zu-erwartende-klimaaenderungen-bis-2100>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>67</sup> Meereisportal (2019): Meereis und Strahlungsbilanz. Online unter: <https://www.meereisportal.de/meereiswissen/die-globale-bedeutung-von-meereis/wechselwirkungen-von->

der Grund, weshalb das Schmelzen der Gletscher durch die anthropogene Erderwärmung ein solcher Teufelskreis ist. Dies hat auch Auswirkungen auf das gesamte Nahrungsnetz des Arktischen Ozeans, beispielsweise durch die Abnahme von sogenannten Eisalgen, die im und unter dem Eis leben und Nahrungsquelle für viele andere Lebewesen darstellen (AWI 2016).<sup>68</sup> Und dem Eisbären schmilzt die Scholle direkt unter seinen Tatzen weg. Beobachtungen bei Eisbären zeigen, dass diese im Frühjahr nur erschwert jagen konnten und an Gewicht verloren (BR 2018).<sup>69</sup> Einen wichtigen Einflussfaktor werden die wirtschaftlichen Aktivitäten in der Arktis spielen. Potentiale ergeben sich beispielsweise für die Fischerei neue Fischgründe zu erschließen. Auch der Tourismus hat stark zugenommen. Mit der Zunahme von Aktivitäten steigt jedoch auch die Gefahr von Überfischung oder Verschmutzung durch Abfälle, Öl oder Abwässer (UBA 2016).<sup>70</sup>

Der Rückgang des Meereises in der Arktis hat ebenfalls Auswirkungen auf den Jetstream, einem schnellen Höhenwind, der von West nach Ost um die Nordhalbkugel weht. Dieser Windstrom beschleunigt auch die Flugzeuge auf ihrem Transatlantikflug, aber vielmehr beeinflusst er das Wetter in Europa, Nordamerika und Asien. Da sich die Arktis schneller erwärmt als der Rest der Nordhalbkugel, wird das Starkwindband instabil und langsamer. Als Folge werden Wettersysteme langsamer vorangetrieben und halten länger an. Die beobachteten Störungen des Jetstream beeinflussen Zugbahnen, Stärke und Dauer von Hoch- und Tiefdruckgebieten und können so extremere Hitzewellen oder Starkniederschläge zur Folge haben (Lingenhöhl 2013 & PIK 2018).<sup>71 72</sup> Beispiele für dieses Phänomen sind u.a. die Elbeflut 2002, die Rekordfluten an Elbe und Donau im Jahr 2013 oder die Kältewelle 2015 im Osten der USA (PNN & PIK 2018).<sup>73 74</sup>

---

meereis-mit-anderen-komponenten-des-klimasystems/meereis-und-strahlungsbilanz.html, [Stand: 27.01.2019].

<sup>68</sup> AWI (2016): Eisalgen: Der Motor des Lebens im zentralen Arktischen Ozean. In: Alfred-Wegener-Institut, vom 12.07.2016. Online unter: <https://www.awi.de/ueber-uns/service/presse-detailansicht/presse/eisalgen-der-motor-des-lebens-im-zentralen-arktischen-ozean.html>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>69</sup> BR (2018): Klimawandel am Nordpol: Schmelzendes Polareis lässt Eisbären hungern. In: Bayerischer Rundfunk, vom 30.01.2018. Online unter: <https://www.br.de/themen/wissen/eisbaeren-hungern-arktischmelzendes-polareis-klimawandel-100.html>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>70</sup> UBA (2016): Gefährdung der arktischen Umwelt. In: Umweltbundesamt, vom 01.02.2016. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/arktischmelzendes-polareis-klimawandel-100.html>, [Stand: 27.01.2019].

<sup>71</sup> Lingenhöhl, D. (2013): Das Wetter schlägt Wellen. In: Spektrum, vom 22.11.2013. Online unter: <https://www.spektrum.de/news/das-wetter-schlaegt-wellen/1214310>, [Stand: 22.01.19].

<sup>72</sup> PIK (2018): Mehr Extremwetter durch die Störung gigantischer Luftströme in der Atmosphäre. In: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, vom 11.01.2018. Online unter: <https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/mehr-extremwetter-durch-die-stoerung-gigantischer-luftstroeme-in-der-atmosphaere>, [Stand: 22.01.19].

<sup>73</sup> PNN (2018): Immer öfter und immer stärker. In: Potsdamer Neueste Nachrichten, vom 03.01.2018. Online unter: <https://www.pnn.de/wissenschaft/klimaforschung-potsdam-immer-oeffter-und-immer-staerker/21298306.html>, [Stand: 22.01.19].

<sup>74</sup> PIK (2018): Mehr Extremwetter durch die Störung gigantischer Luftströme in der Atmosphäre. In: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, vom 11.01.2018. Online unter: <https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/mehr-extremwetter-durch-die-stoerung-gigantischer-luftstroeme-in-der-atmosphaere>, [Stand: 22.01.19].