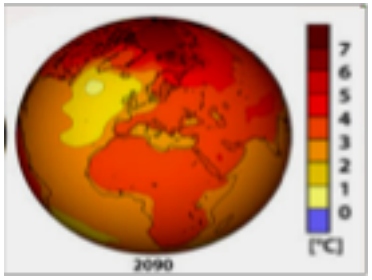
Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Centre for Materials and Coastal Research

GERICS
Climate Service Center Germany

Der Klimawandel und seine Folgen

Prof. Dr. Daniela Jacob
Climate Service Center Germany (GERICS)



(Quellen: fotolia, GERICS)

DIN Praxisworkshop: Anpassung an die Folgen des Klimawandels:
Warum und wie ich (m)ein Norm anpassen sollte – Ansätze und Beispiele

© Climate Service Center Germany

Global: Neuester Bericht vom Weltwirtschaftsforum

Risiken nach Wahrscheinlichkeit

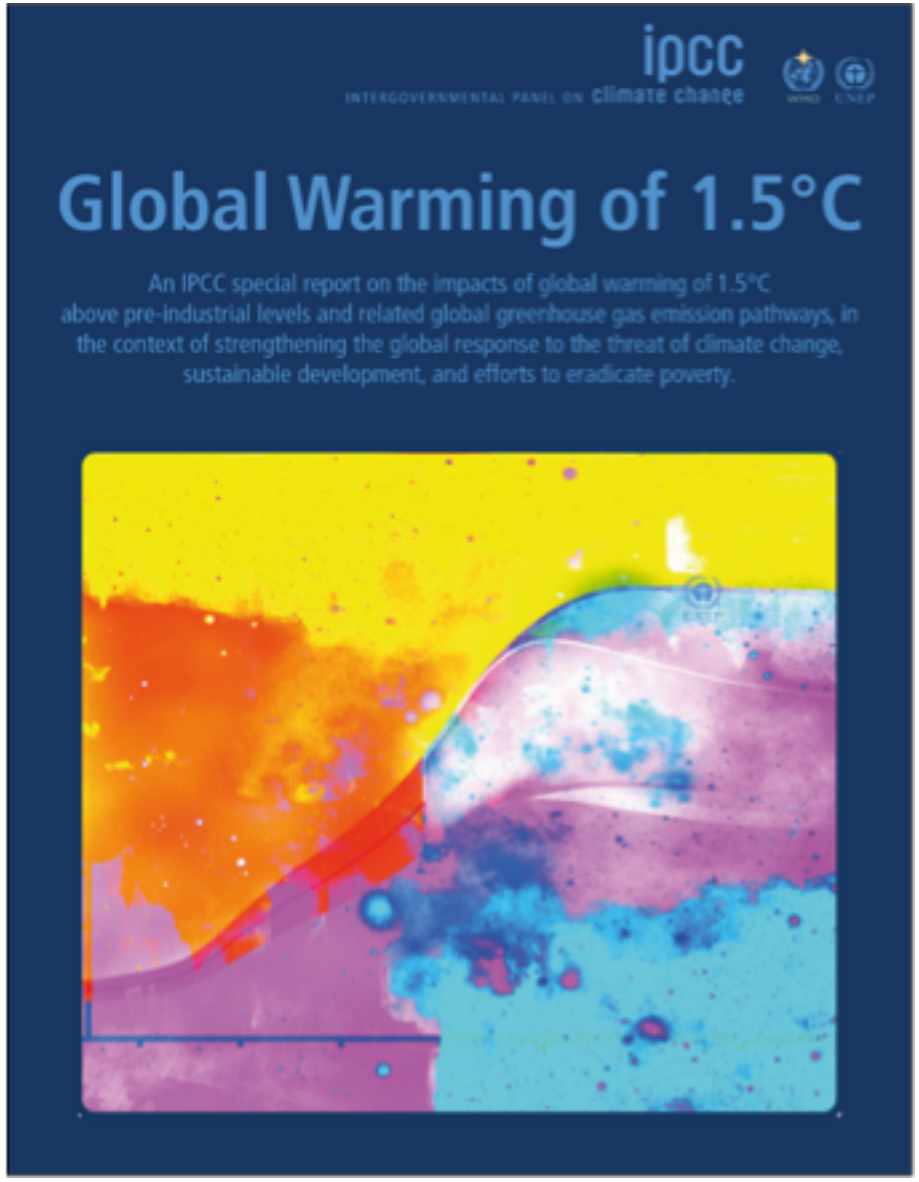
1. Wetterextreme (Fluten, Stürme etc.)
2. Fehlende Anpassung an den Klimawandel
3. Naturkatastrophen (Erdbeben, Tsunami, Vulkanausbruch etc.)
4. Massiver Datendiebstahl und -betrug
5. großangelegte Cyber-Angriffe

Quelle: World Economic Forum 2019 ©DW

Unter den **Top 5 der globalen Risiken**, die in den kommenden zehn Jahren am wahrscheinlichsten sind, führt der Bericht erstmals **Umweltprobleme** auf den **ersten drei Plätzen.**

Quelle: DW und The Global Risks Report 2019, 14th Edition, veröffentlich vom Weltwirtschaftsforum

Grundlage für politische Entscheidungen: IPCC (SR1.5)



Ein historisches Ereignis:

Die Annahme des Berichts ist eine einmalige Chance. Er zeigt, dass eine 1.5° C Begrenzung der globalen Erwärmung machbar ist und damit die Risiken für Mensch und Natur deutlich verringert werden können.

ipcc INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change WMO UNEP

© Climate Service Center Germany

Der Bericht in Zahlen

91 Autoren aus **40** Ländern

133 beitragende Autoren

6000 wissenschaftliche Veröffentlichungen

1 113 Gutachter

42 001 Kommentare

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change
WMO UNEP

Wo stehen wir heute?

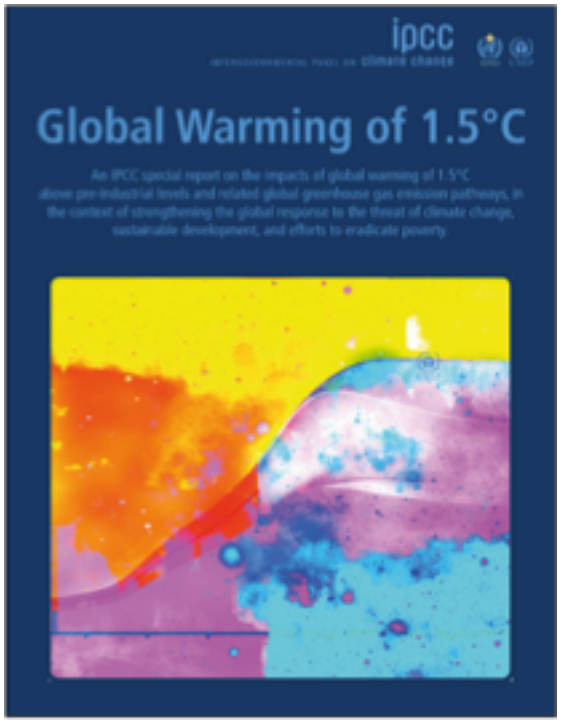
Seit der Zeit vor der Industrialisierung haben menschliche Aktivitäten etwa 1° C globale Erwärmung verursacht.

- Wir sehen bereits Auswirkungen auf Menschen, Natur und Lebensgrundlagen.
- Mit dem derzeitigen Anstieg würde die globale Erwärmung zwischen 2030 und 2052 1,5° C erreichen.
- Bisherige Emissionen lassen die globale Erwärmung nicht auf 1,5° C ansteigen.

© Climate Service Center Germany

IPCC Sonderbericht über 1,5°C globale Erwärmung (SR1.5)

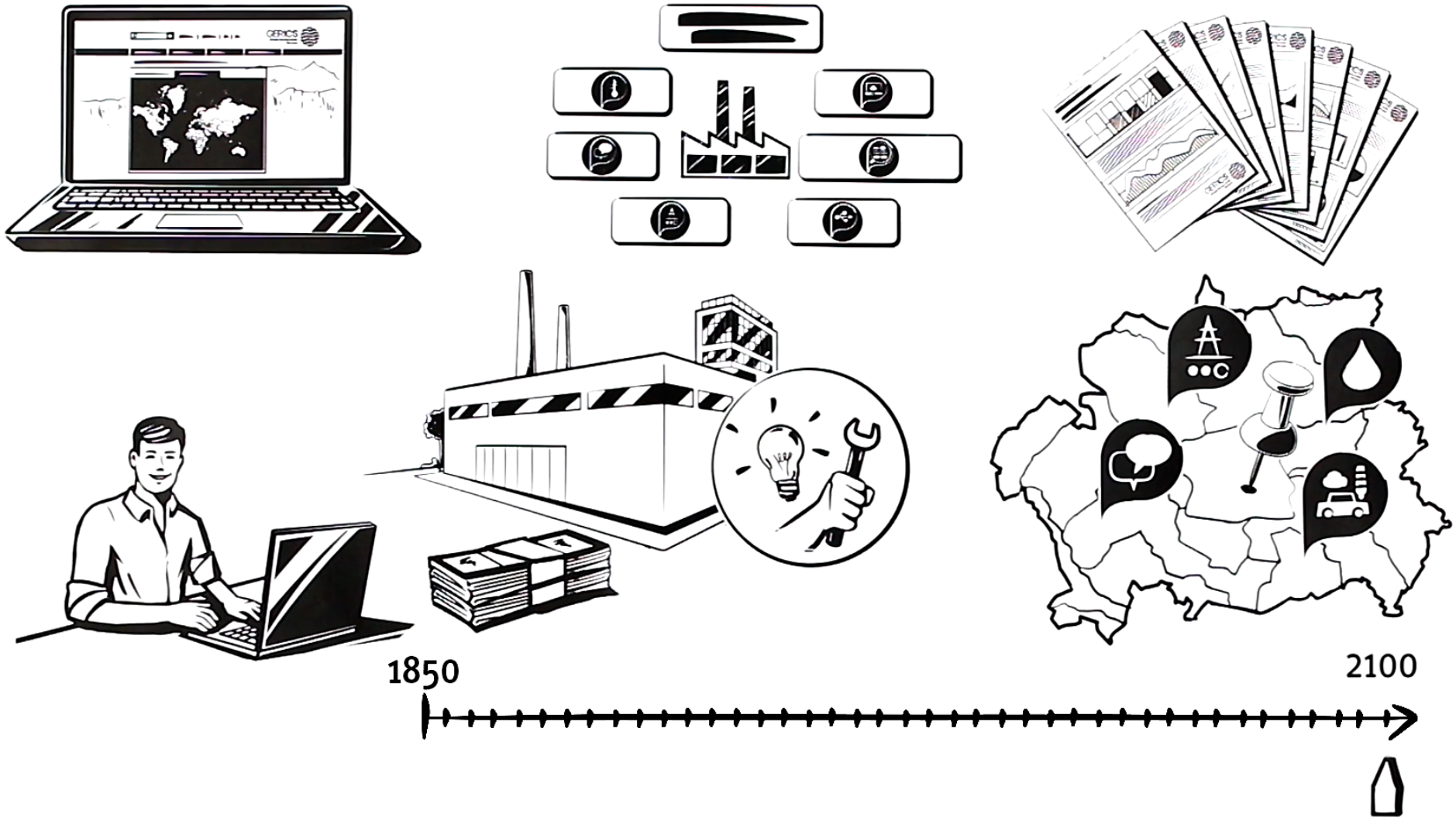
Impacts of global warming – 1.5°C compared to 2°C



- Es gäbe **weniger Extremwetter,** einschließlich extremer Hitze und Starkregen.
- Bis 2100 wäre der Meeresspiegelanstieg etwa 10 Zentimeter niedriger, könnte aber mehrere Jahrhunderte lang weiter ansteigen.
- 10 Millionen weniger Menschen wären Risiken durch einen steigenden **Meeresspiegel** ausgesetzt.
- Die Auswirkungen auf **Biodiversität und Arten** wären geringer.
- Die Reduzierung der **Erträge von Mais, Reis und Weizen** wäre geringer.
- Global wären bis zu 50% weniger Menschen einer **Wasserknappheit** ausgesetzt.
- Das Risiko für **Fischerei** und für davon abhängige menschliche Gemeinschaften wäre geringer.
- **Bis zu mehreren hundert Millionen weniger Menschen wären bis 2050 klimabedingten Risiken ausgesetzt und von Armut bedroht.**

Hauptaussagen aus der Zusammenfassung für Entscheidungsträger,
Teil B “Projected Climate Change, Potential Impacts and Associated Risks”

GERICS – Informationen zu Klima und Klimawandel



© Climate Service Center Germany

Climate Service Center Germany (GERICS)

- **Im Jahr 2009** vom BMBF ins Leben gerufen
- Seit Juni 2014 eine **selbstständige wissenschaftliche Organisationseinheit** des Helmholtz-Zentrums Geesthacht
- Leitung: **Prof. Dr. Daniela Jacob**
- Sitz im Hamburger **Chilehaus**
- **Interdisziplinäres Team** von Naturwissenschaftlern und Sozioökonomen (65 MitarbeiterInnen)

Chilehaus Hamburg

www.climate-service-center.de
www.gerics.de

© Climate Service Center Germany

Beispiele zum Einfluß des Klimawandels (2015)

Niedrigwasser - Flüsse

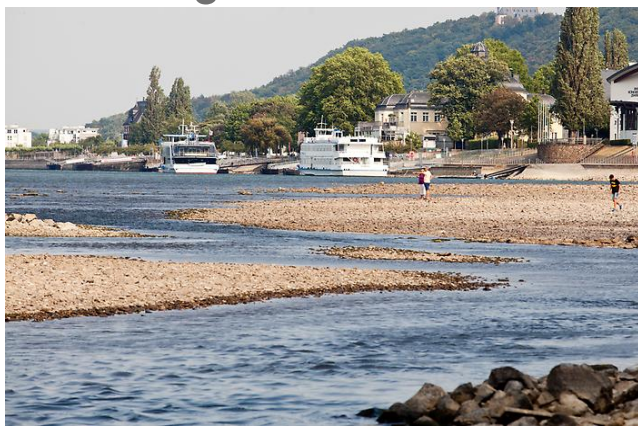


Foto: picture alliance / dpa
http://www.n-tv.de/mediathek/bilderserien/wissen/Deutschland-leidet-unter-Duerre-article15713066.html

Geschmolzene Straßen

Foto: ANC-NEWS
http://www.derwesten.de/panorama/hitze-laehmt-den-verkehr-gleisbett-in-essen-geschmolzen-id10844539.html/

Hitzeschäden - Straßen

http://www.focus.de/fotos/die-hitze-hat-die-fahrbahndecke-der-autobahn-93-an-der_mid_1315427.html

Hochwasser – Flüsse

European Environment Agency:Adaptation of transport to climate change in Europe, Report No 8/2014 , S. 33

Überflutete Straßen

Bild: © Eva Liljegren, Trafikverket
European Environment Agency:Adaptation of transport

Missernten

Foto: picture alliance / dpa
http://www.n-tv.de/mediathek/bilderserien/wissen/Deutschland-leidet-unter-Duerre-article15713066.html

Stromausfall – Wasserrohrbruch – Wasserversorgung

Frankfurter Allgemeine 06.07.2009

Wirtschaft

Störfall Krümmel

Eine Zehntelsekunde zu wenig Stromspannung

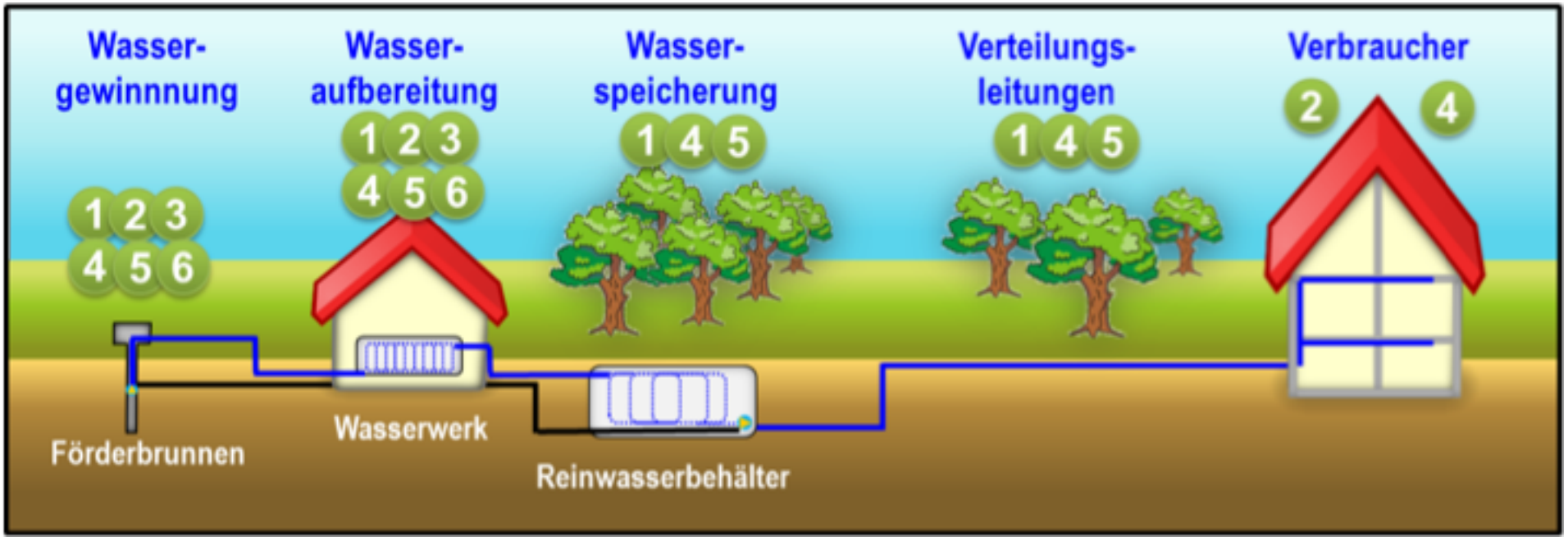
Genau um 12.02 Uhr wurde am vergangenen Samstag das Atomkraftwerk im schleswig-holsteinischen Krümmel durch eine Schnellabschaltung des Reaktors heruntergefahren. Die Folgen vor allem für die Hansestadt Hamburg waren dramatisch.

06.07.2009, von GEORG KÜFFNER

Auch alle 14 Wasserwerke im Stadtgebiet wurden vom Netz getrennt; rund 100.000 Hamburger blieben vorübergehend ohne Wasser. Zudem kam es nach dem Stromausfall an 16 Stellen zu Wasserrohrbrüchen, deren Ursache man bei den Hamburger Wasserwerken zwar noch nicht genau kennt. Man vermutet jedoch, dass es durch den Pumpenausfall zu einem sogenannten Druckstoß im Leitungssystem gekommen ist. Dabei können Drücke von mehreren Dutzend Bar auftreten. Als die Pumpen dann wieder liefen, brachen die "angeknacksten" Rohre.

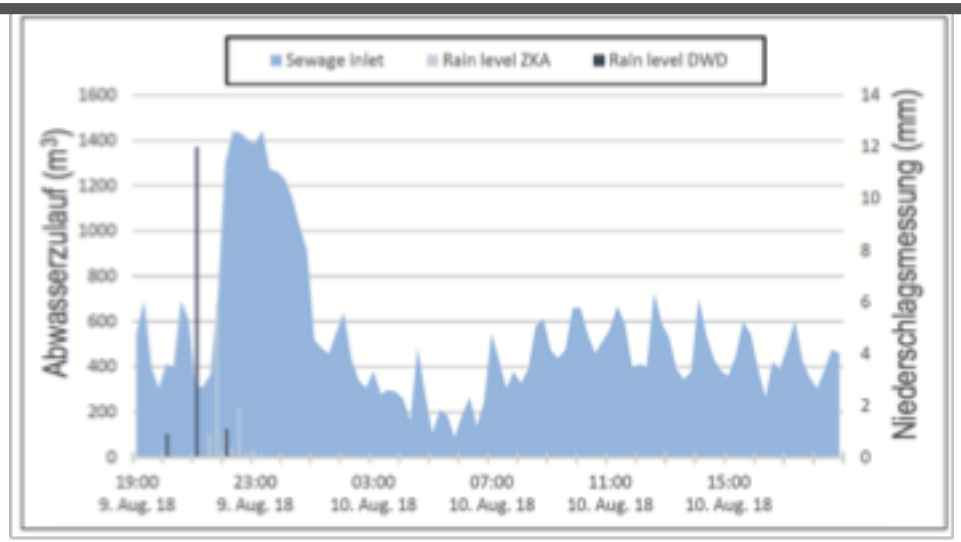
© Climate Service Center Germany

Verteilungsleitungen sind Teil der kritischen Infrastruktur

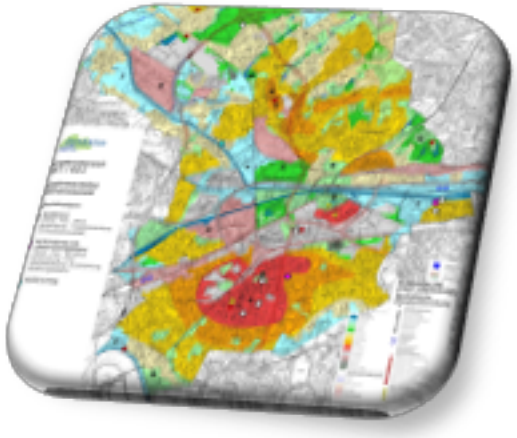


(Quelle: nach UBA 2010, verändert © Climate Service Center Germany)

Auslegung auf das Extreme



Abwasserzulauf an Kläranlage nach Regenereignis:
09.08.18 – 10.08.18 (Potyka 2018)



Temperatur im Trinkwasserverteilungsnetz Ruhrgebiet: (2010/2011)

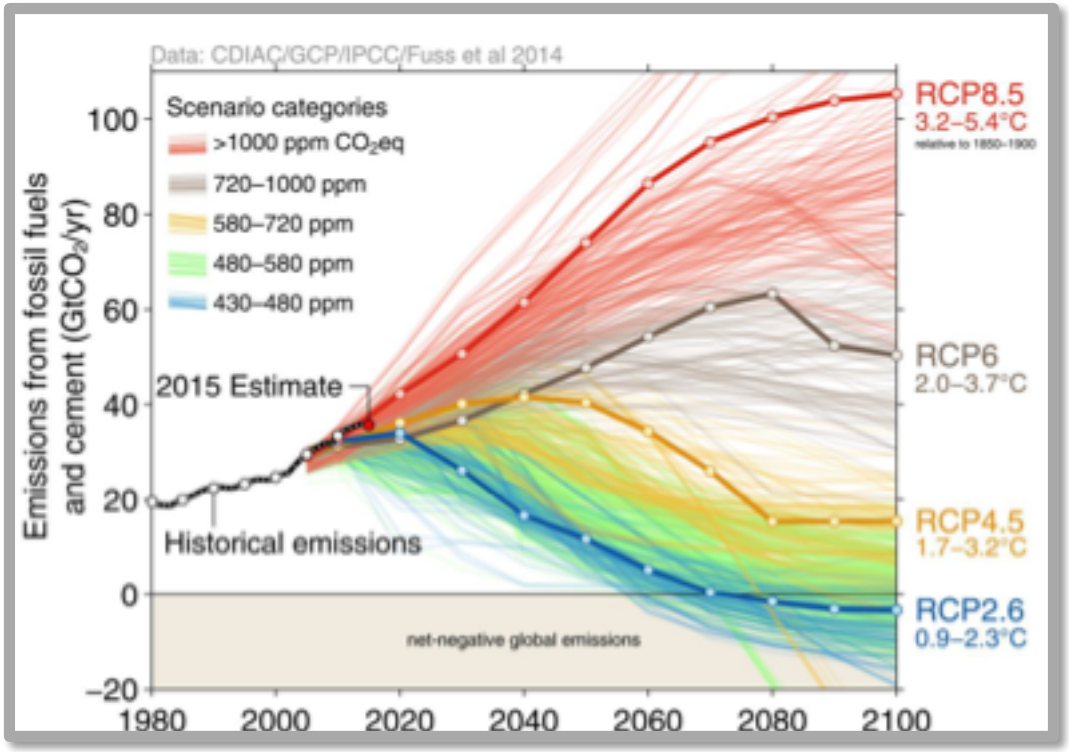
Parameter	Median	Minimalwert	Maximalwert
Temperatur (°C)	12,5	3,5	27,8

(Merkel et al. 2014)

Legionellenwachstum (25 - 55ºC)

© Climate Service Center Germany

RCP-Szenarien: Repräsentative Konzentrationspfade



Über 1000 Szenarien vom 5. IPCC Bericht

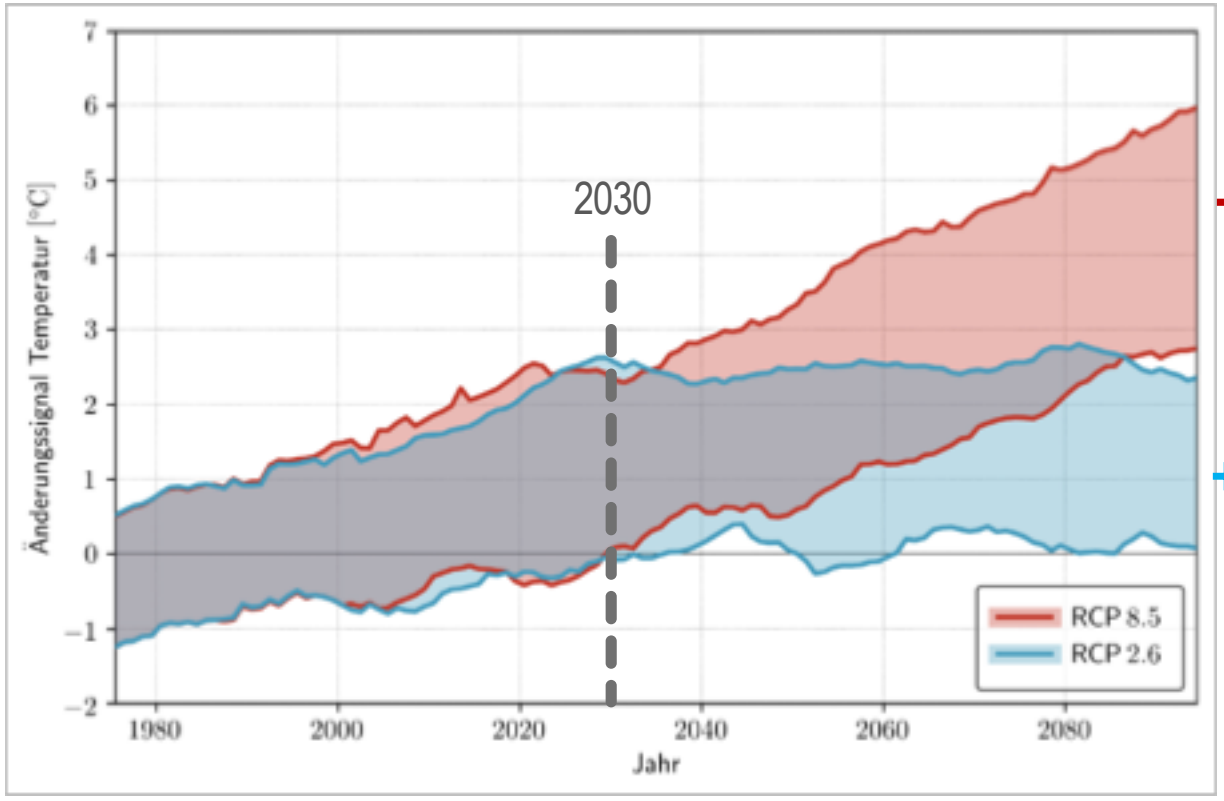
Source: (Global Carbon Budget 2015, Data: Fuss et al 2014; CDIAC / GCP / IPCC http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/15/presentation.htm)

- **RCP-Szenarien:** neues Konzept zur Erstellung globaler Szenarien; für den 5. IPCC Bericht entwickelt
- **Konzentrationspfade:** Werden durch den Strahlungsantrieb zum Ende des 21. Jahrhunderts definiert, repräsentieren verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgaskonzentrationen und zugehöriger Emissionen
- **Benennung:** RCP8.5 steht für einen Strahlungsantrieb (Radiative Forcing) von 8,5 W/m^2 im Jahre 2100 im Vergleich zu 1850. (Strahlungsantrieb: Maß für die Veränderung der Energiebilanz der Erde durch externe Faktoren)

Klimaschutz lohnt sich

ReKliEs-De
Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland

Deutschland: Temperaturänderung 2071-2100 im Vergleich zu 1971-2000



+4 °C „Weiter-wie-bisher"-Szenario RCP 8.5

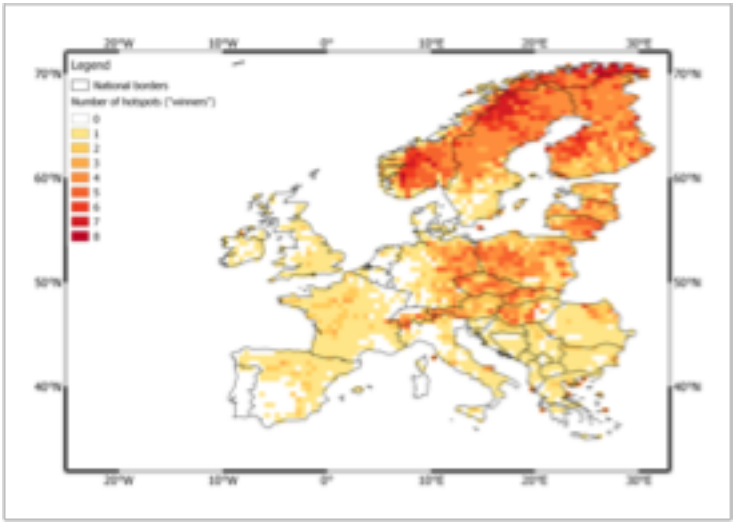
+1° C „Klimaschutz-Szenario" RCP 2.6

© Climate Service Center Germany

Grundlage für politische Entscheidungen: EEA Report

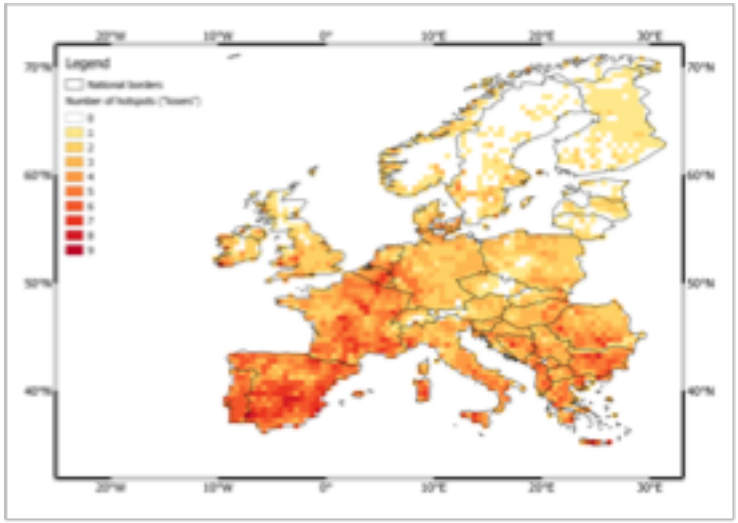
Was bedeuten +2°C globale Erwärmung für Europa?

Eine sektor-übergreifende Bestandsaufnahme (Landwirtschaft, Wasser, Ökosystem, Tourismus) von “Hot-Spots” zeigt ein deutliches Muster mit sich klar abhebenden **Hot-Spots von “Klimawandel-Verlierern” im Süden Europas.**



Robuste sektor-übergreifende Hot-Spots: ‘Gewinner‘

Nordeuropa (Norwegen, Schweden)
Nordost-Europa (Polen, Ostdeutschland, Tschechische Republik, baltische Länder)



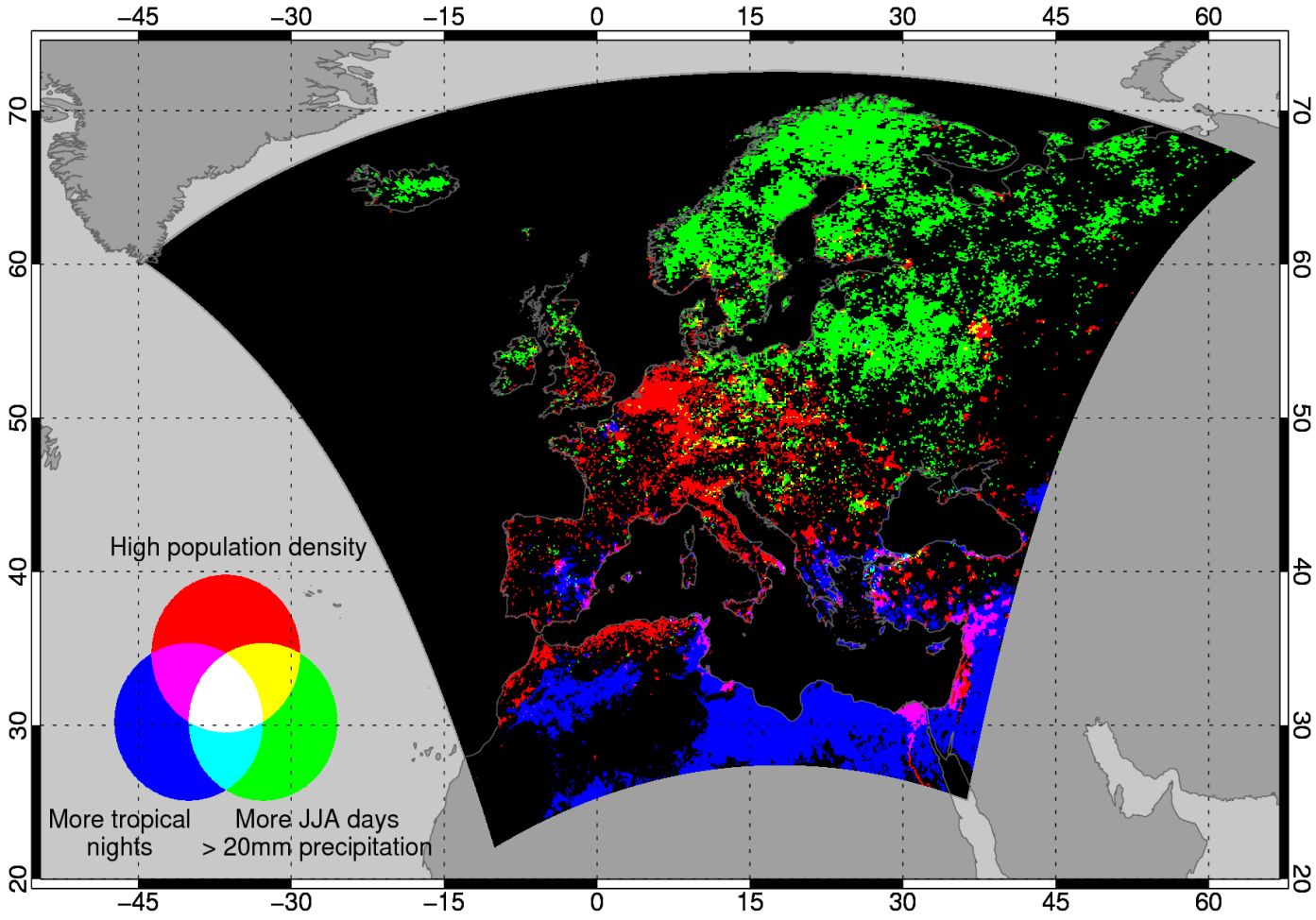
Robuste sektor-übergreifende Hot-Spots: ‘Verlierer‘

Südeuropa (Spanien, Frankreich, Bulgarien, Rumänien, Griechenland)

EEA Report No 1/2017
ISBN: 978-92-9213-835-6

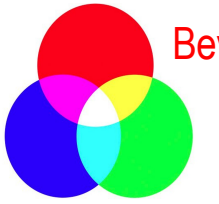
Die Ausgabe unterstützte 2018 den Umsetzung- und Überprüfungsprozess der "2013 EU Adaptation Strategy" und die Entwicklung der nationalen / länderübergreifenden Anpassungsstrategien.

Änderungen in einem +1.5°C wärmeren Klima
(gegenüber vorindustriellem Niveau)



Ref.: Pfeifer *et al.* (2019) im Review

Auf Basis des EURO-CORDEX Ensembles



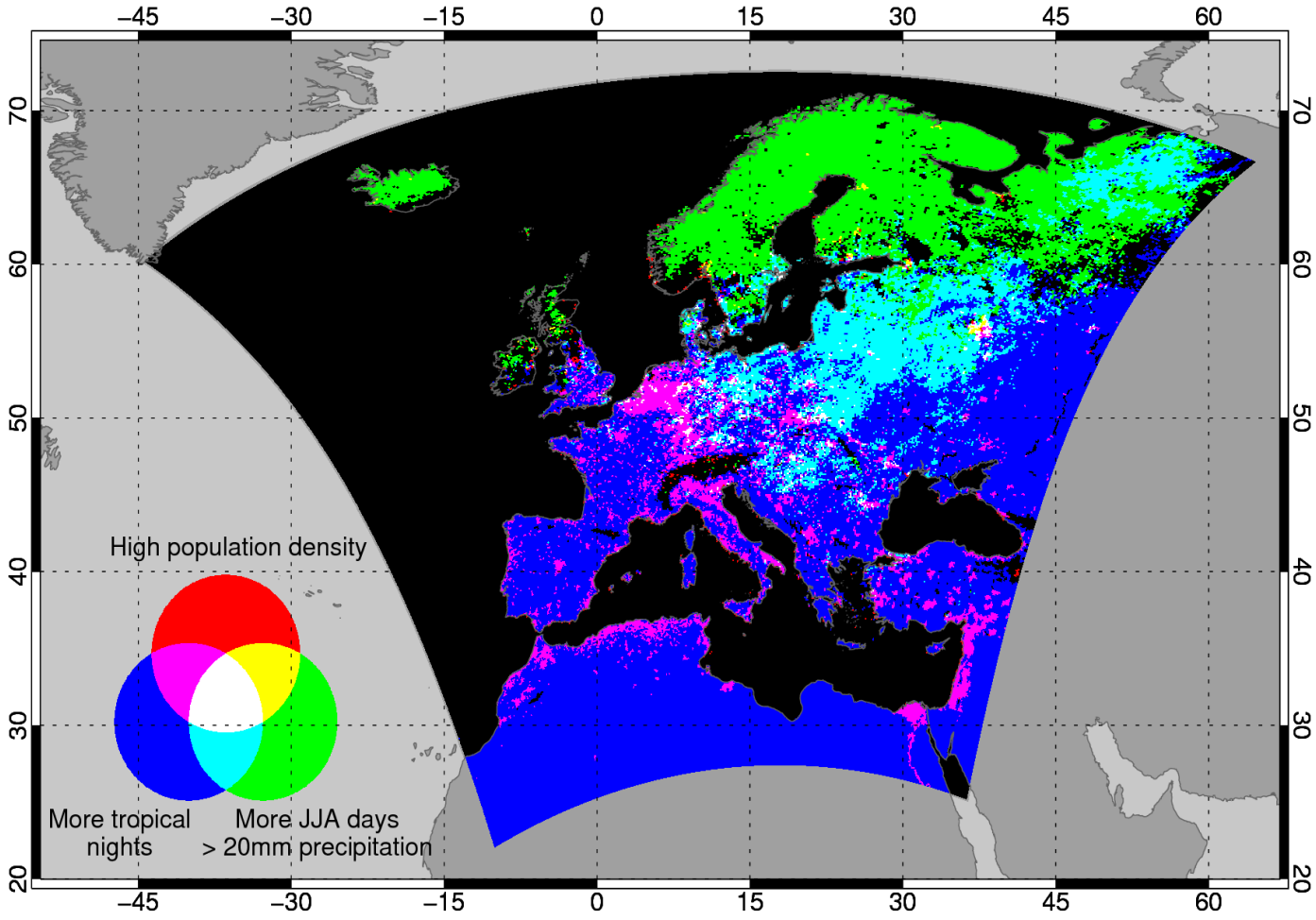
Bevölkerungsdichte > 100/km^2

Änderung der Zahl der tropischen Nächte > 2σ

Tage mit Starkregen im Sommer (R20mm) > 10% Zunahme

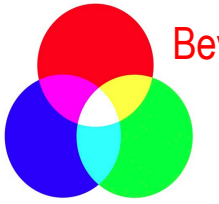
© Climate Service Center Germany

Änderungen in einem +3.0°C wärmeren Klima
(gegenüber vorindustriellem Niveau)



Ref.: Pfeifer *et al.* (2019) im Review

Auf Basis des EURO-CORDEX Ensembles



Bevölkerungsdichte > 100/km^2

Änderung der Zahl der tropischen Nächte > 2σ

Tage mit Starkregen im Sommer (R20mm) > 10% Zunahme

© Climate Service Center Germany

klimafakten.de

"Beginnen Sie mit dem, was Sie wissen, nicht mit dem, was Sie nicht wissen"

"Verlagern Sie den Schwerpunkt von "Ungewissheit" zu "Risiko" "

"Die wichtigste Frage zu Auswirkungen des Klimawandels ist "wann" und nicht "ob" "

https://www.klimafakten.de/meldung/das-unsicherheits-handbuch

© Climate Service Center Germany

Wichtig: Qualitätssicherung durch kritisches Hinterfragen

TEXTE
17/2013

Grundlagen für die Technische Regel für Anlagensicherheit (TRAS) 310

Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Anhang I Berücksichtigung des Klimawandels

Grundsätze:

Zur Anpassung an den Klimawandel ist dieser wie folgt zu berücksichtigen:

1. Auf die für das Jahr 2010 anzusetzenden Intensitäten von auslösenden Ereignissen wird ein Klimaanpassungsfaktor von 1,2 angewandt, um mögliche Änderungen bis 2050 zu berücksichtigen.
2. Neue Anlagen, die bis 2050 bzw. über 2050 hinaus ausgelegt werden, sollen der Anforderung entsprechen.
3. Der Klimaanpassungsfaktor muss nicht berücksichtigt werden, wenn eine neu geplante Anlage nicht bis 2050 betrieben werden soll.
4. Im Jahr 2050 sollen alle Anlagen unter Berücksichtigung des Klimaanpassungsfaktor ausgelegt sein.
5. Durch eine detaillierte Gefahrenquellenanalyse kann im Einzelfall begründet werden, dass von dem Faktor 1,2 abgewichen wird. Dies ist insbesondere möglich, wenn die Folgen des Klimawandels bereits in (Hochwasser-) Gefahrenkarten berücksichtigt sind oder die zuständige Behörde für das jeweilige Gewässer die mögliche Veränderung des Abflusses bei Hochwasser aufgrund des Klimawandels bereits festgestellt hat.
6. Sollten bis 2050 andere Erkenntnisse hinsichtlich des Klimawandels vorliegen, werden diese im Rahmen der Überarbeitungen dieser TRAS berücksichtigt.

Anforderungen:

Im Einzelnen wird der Bedarf der An
sichtigt:

Gefahrenquelle	ab 2010 anzuse Intensität	
Flusshochwasser	Hochwasserabfluss vgl. Kapitel 7	
Sturzflutereignisse[30]	Hochwasserabfluss	
Sturmflutereignisse	Sollhöhe von Deich gemäß Festsetzung	
Starkniederschläge	Starkniederschlagshöhe [32] für t = 100 a	1,2 x Starkniederschlagshöhe für t = 100 a
aufsteigendes Grundwasser	Geländeoberkante	Geländeoberkante (Klimaanpassungsfaktor nicht relevant)

las zur Verfügung.[46] Die hier aufbereiteten Daten geben einen ersten Anhaltspunkt über die zu erwartenden Starkniederschläge. Informationen über Starkniederschläge können ergänzend von den örtlichen Wasserbehörden erfragt werden, die ggf. die örtlichen Verhältnisse besser wiedergeben. Für die Betrachtung von „Dennoch-Störfällen“ können die Praxisrelevanten Extremwerte des Niederschlags (siehe: Zu Ermittlung von Szenarien gemäß § 3 Absatz 3 StörfallV (Dennoch-Störfälle) und Szenarien für die Alarm- und Gefahrenabwehrplanung), die eine Extrapolation der Kostra-Daten sind, angesetzt werden.

Die zukünftige Entwicklung von Niederschlägen wird mit regionalen Klimamodellen simuliert. Diese nutzen Daten aus globalen Modellen, die auf der Grundlage verschiedener sozioökonomischer Entwicklungen mit ihren jeweiligen Emissionsszenarien berechnet wurden. Die zur Verfügung stehenden regionalen Klimamodelle zeigen die Trends der Niederschlagssummen und deren jahreszeitlichen Verteilung. Nähere Informationen zu den regionalen Klimamodellen gibt der Anhang 1 dieses Berichtes.

Als vereinfachende Alternative zu den aufwendigen Berechnungen der Klimamodelle soll daher zur Berücksichtigung des Klimawandels ein Faktor von 1,2 auch für die im Kostra-Atlas ausgewiesenen Niederschlagshöhen angenommen werden (vgl. Anhang I der TRAS).

Auf der Basis der Niederschlagsdaten ist eine Zu- und Abflussbilanz zu erstellen, wie dies z.B. für die Bemessung von Regenrückhalteräumen erfolgt[47]. Zur Ermittlung der

fahren, Fließzeitverfahren, zur SCS-Methode (TR-55) und zu KALYPSO“ dieses Berichtes beschrieben. Das Zeitwertverfahren & Fließzeitverfahren wurde in Anhang 6 „Beispiel einer Gefahrenquellenanalyse“ der Hinweise und Erläuterungen zum Vorentwurf der TRAS eingesetzt.

Die zur Beurteilung der Gefährdungslage essentiellen Ausgangsinformationen wie

Fließtiefe und die Fließzeit zwischen Niederschlagser-
tel können mit Hilfe der TR-55 des Soil Conservation
en. Diese Methode ist auch in Deutschland eingeführt.
lerschlagsspenden in Verbindung mit dem Klimafaktor

RA-DWD-2000 – Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 –

ng von Regenrückhalteräumen“ DWA-A 117, April 2006.

63

Als vereinfachende Alternative zu den aufwendigen Berechnungen der Klimamodelle soll daher zur Berücksichtigung des Klimawandels ein Faktor von 1,2 auch für die im Kostra-Atlas ausgewiesenen Niederschlagshöhen angenommen werden (vgl. Anhang I der TRAS).

Zur Anpassung an den Klimawandel ist dieser wie folgt zu berücksichtigen:

1. Auf die für das Jahr 2010 anzusetzenden Intensitäten von auslösenden Ereignissen wird ein Klimaanpassungsfaktor von 1,2 angewandt, um mögliche Änderungen bis 2050 zu berücksichtigen.
2. Neue Anlagen, die bis 2050 bzw. über 2050 hinaus ausgelegt werden, sollen der Anforderung entsprechen.

© Climate Service Center Germany

Fazit

- Klimawandel unter den TOP 5 der globalen Risiken (Neuester Bericht vom Weltwirtschaftsforum)
- Wichtige Grundlage für politische Entscheidungen: IPCC SR1.5
- Komplexe Systeme betrachten (z.B. systemische Ansätze, krit. Infrastrukturen, Kaskadeneffekte etc.)
- Details, die zur Anpassung notwendig sein, kommen NUR aus regionalen Klimamodellen: derzeit existiert in D eine einzigartige Datenbasis (ReKliEs, EURO-CORDEX) zur Abschätzung zukünftiger Klimaänderungen
- Eine Hot-Spot Analyse zeigt ‚Verlierer' und ‚Gewinner' in den Sektoren Landwirtschaft, Wasser, Ökosystem und Tourismus (EEA Report No 1/2017)

Vielen Dank!

Kontakt:

Prof Dr. Daniela Jacob

Climate Service Center Germany (GERICS)
Fischertwiete 1, 20095 Hamburg

http://www.climate-service-center.de